

Univerzita Karlova v Praze
Filozofická fakulta
Ústav informačních studií a knihovnictví

Bakalářská práce

Jiří Fišer

Analogie společenských informačních systémů a informačních
systémů živých organismů ve vybraných textech

Analogies between human society information systems and
information systems of living organisms in chosen texts

Místo a rok odevzdání

Praha, 2012

Vedoucí práce:

Mgr. Ludmila Fonferová

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, že jsem řádně citoval všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.

V dne

.....

Jméno autora

Abstrakt

První polovina práce se zabývá informačními systémy lidské společnosti. Poukazuje na původ, podoby a příčiny komunikace informace v lidské společnosti. Dále se zabývá základními vlastnostmi systémů, jako takových. Nad uvedenými fakty spekuluje o novém pohledu na rozdělení těchto systémů, založeném na jejich základní strategii komunikace informací. Shrnuje problematiku metadat.

Následující část připadá na informační struktury v rostlinách. Zde práce představuje obor rostlinná neurobiologie a věnuje se vztahu kognitivní vědy a informační vědy. Pokouší se shrnout globální vlastnosti rostlinných informačních struktur.

V poslední části se práce věnuje základním principům lidského mozku. Upozorňuje na nové poznatky v oblasti glií. Shrnuje výsledky myšlenkového experimentu a vyvozuje závěry.

Klíčová slova

*informační systém *živé organismy *rostlinná neurobiologie *vědomí *glie
*analogie

Abstract

The work uses methods similar to the thought experiment. In the first half, the work is about human society information systems. It tries to find an origin of the information in the society, describes forms of the information and tries to explain causes for communication. Later it describes main attributes of the system itself. From mentioned facts the work then figures out an idea about new division of information systems based on the purpose of a system.

The next part concerns information structures present in the body of plants and plant neurobiology. Then the work questions the relationship between the information science and the cognitive science. Later the work tries to work out some global characteristics of plant information structures.

In the last part work discusses the basic functions of the human brain and late discoveries in the glia cells field. Conclusion of the whole work follows.

Keywords

*information system *living organisms *plant neurobiology *consciousness *glia
*analogies

Obsah

Abstrakt.....	3
Klíčová slova.....	3
Abstract.....	4
Keywords.....	4
Úvod.....	6
Postup.....	7
1 Komunikace informace v lidské společnosti.....	8
1.1 Původ informace, její podoby a příčiny její komunikace v lidské společnosti.....	8
1.1.1 Jak uchopit pojem informace a komunikace?	8
1.1.2 Psychofyzilogický původ informace, smysly zdrojem informací.....	9
1.1.3 Poznatek	10
1.1.4 Znalost a znalost.....	11
1.1.5 Data jsou vyjádřené informace.....	12
1.1.6 Myšlení je také zdrojem informací.....	13
1.1.7 Nosič dat podmínkou.....	14
1.1.8 Dokument je hlavní.....	15
1.1.9 Informační toky, odkud, jak a proč.....	17
1.2 Náš pohled na základní strategie komunikace informací v lidské společnosti a na základní formy systémů na nich založených.....	22
1.2.1 Jak chápeme pojem informační systém.....	22
1.2.2 Jaké systémy jsou informační systémy lidské společnosti?.....	23
1.2.3 Informační systémy založené na nepřímé zpětné vazbě.....	25
1.2.4 Informační systémy založené na přímé zpětné vazbě.....	28
1.2.5 Informační systémy založené na kreativní zpětné vazbě.....	32
1.2.6 Dělení informačních systémů podle povahy jimi poskytovaných výstupů.....	35
1.2.7 Možné kombinace vlastností a jejich příklady.....	37
1.3 Organizace informací v lidské společnosti.....	39
1.3.1 Pojem metadata.....	39
1.3.2 Účel metadat.....	39
1.3.3 Druhy metadat a jejich funkce.....	40
1.3.4 Možnosti metadat, FRBR jako vývoj dokumentu?.....	42
1.3.5 Uložení metadat.....	43
1.3.6 Podoba metadat.....	43
2 Komunikace informace v systémech živých organismů.....	44
2.1 Vymezení pojmů.....	44
2.2 Informační struktury přítomné v tělech rostlin.....	44
2.2.1 Jsou rostliny minimálně vědomé organismy?.....	45
2.2.2 Má rostlinné tělo kapacity umožňující zpracování informací?.....	48
2.2.3 Využívají rostliny informace přijaté z okolí a jak?.....	52
2.2.4 Náš pohled na základní strategie komunikace informací v rostlinném těle.....	55
2.3 Informační struktury v tělech živočichů.....	57
2.3.1 Neurony, základní stavební kameny informačních sítí mozku.....	58
2.3.2 Synapse.....	60
2.3.3 Glie, je v nich víc.....	62
2.3.4 Náš pohled na základní strategie komunikace informací v živočišném těle.....	64
Závěry.....	67
Seznam použitých zdrojů.....	69

Úvod

Tato práce si klade za cíl ukázat široké možnosti záběru oboru informační vědy. Vyjadřuje se ke směru vědeckého zkoumání, který byl, zdá se mi, v minulosti více následován, než je dnes. Českých publikací, stavících se ke strukturám zpracovávajícím podněty v živých organismech tak, jako by to byly informační systémy totiž mnoho není. Jsem si vědom, že to je nejspíše zrádností tématu jako takového, neboť v sobě skrývá četná mezioborová úskalí. Zároveň ale přiznávám, že je to představa velmi vzrušující.

Hypotéza: *Mezi různými způsoby komunikace informace uvnitř různých komunikačních systémů lze nalézt nezávisle na jejich podstatě a původu konkrétní podobné rysy (pro účely této práce se zaměříme na pořádání toku informací v různých doménách systémů).* Lze vůbec najít (a vyjádřit) nějaké globální vlastnosti informačních struktur a toto široké téma smysluplně uchopit?

Rozhodl jsem se o to pokusit. Proto jsem zvolil formu práce blížící se spíše odbornému zamyšlení. V pokusu odhalit hlavní a společné charakteristiky, používám četná zjednodušení a analogie. Samozřejmě, že vycházím z ověřených vědeckých poznatků, nicméně některé jsou příliš čerstvé na to, aby bylo jasné jak je správně interpretovat vzhledem k přetrvávajícímu paradigmatu. Musím zdůraznit, že veškerý překlad z angličtiny je můj vlastní a tedy ho lze považovat za nepřesný.

Tato práce si neklade za cíl poskytovat nové poznání, ale spíše inspirovat a poukázat na nové směry myšlení, kterými by se informační věda (na pozadí vědy kognitivní) mohla v budoucnu ubírat.

Postup

Práci se snažím zaměřit na komunikaci informace v různorodých prostředích. Při prvním přistoupení k systému popisuji podobu informace v něm a cesty, jakými je přenášena. Z podoby informace v daném systému usuzuji na vlastnosti této podoby - zejména na to, jak mohou být informace v této formě organizovány.

Poté nahlížím na systém pohledem z dálky, jako na celek, který má nějaký smysl. Zaměřuji se na podstatu výstupů systému a na zpětnou vazbu, kterou výstupy systému vytvářejí. Z podstaty výstupů a fungování zpětné vazby pak usuzuji, jakou globální organizační strategii systém nejspíše používá.

Z průniku dvou výše uvedených pohledů se nakonec snažím vyvodit způsob komunikace informace v systému, podobu této komunikace a jakým způsobem jsou informace v systému nejspíše organizovány.

Každá část začíná uváděním faktů. Uprostřed se snažím tato fakta interpretovat a na konci je pak přehled vyvozených charakteristik komunikace informací uvnitř daného systému, které podle mého názoru plynou z uvedených vědeckých poznatků.

1 Komunikace informace v lidské společnosti

1.1 Původ informace, její podoby a příčiny její komunikace v lidské společnosti

1.1.1 Jak uchopit pojem informace a komunikace?

Podstatou toho, co lidé pojmenovali informací, není ani hmota, ani energie (Cejpek, 2008, s. 23). Informace tedy nejsou fyzikálními objekty. Jak uvidíme dále, je informace spíše něco jako pomocný koncept (podobně, jako u fyziky slovo *energie*).

Přesto lze informace měřit, resp. kvantifikovat. Součástí informační vědy, která se kvantifikací informace zabývá, se nazývá *informativní věda* (Švejda, 2003c). Informace mohou být cíleně produkovány ve formě *informačních produktů* (Celbová, 2003c). S informačními produkty lze poté obchodovat na *informačním trhu* (Jonák, 2003c), čímž se zabývá *informační ekonomie* (Jonák, 2003b).

Existují i další příklady, ale i tento miniaturní výtažek dokládá, že lidé jsou schopni s informací navzdory její mlhavé podstatě nakládat, jako s reálným objektem. Lze se tedy domnívat, že z informací se v lidské společnosti nějakým způsobem stávají reálné objekty.

Jednou ze základních činností prováděných s informací je komunikace. „*V užším slova smyslu se za komunikaci považuje proces interakce, při němž si partneři komunikace (lidé, počítače) vyměňují informace*“ (Jonák, 2003e). Tam, kde mluvíme o komunikaci, se přidržíme této definice.

A přejmeme i základní model komunikace ze stejného zdroje: „*Komunikace má obvykle následující strukturu: mluvčí (komunikátor) -> záměr sdělení -> formulace sdělení -> vlastní sdělení -> příjemce sdělení (komunikant) -> interpretace sdělení a záměru mluvčího -> reakce příjemce sdělení (komunikanta).*“

1.1.2 Psychofyziologický původ informace, smysly zdrojem informací

„Psychofyziologické pojetí informace vychází z představy, že informace mají povahu podnětů vnějšího a našeho vnitřního světa, a že jako takové uvádějí v činnost buňky našeho mozku“ (Cejpek, 2008, s. 23).

Lidé mohou pociťovat svými smysly určité fyzikální či chemické vlastnosti objektů. Elektromagnetické vlnění, které objekt odráží (anebo vyzařuje), pociťují očima jako jeho obraz. Nárazové změny tlaku, které objekt vytváří ve vzduchu, mohou zaznamenat ušima jako zvuk. Chemické složení objektu ústy a nosem jako jeho chuť a vůně. Vnímají teplotu objektu a charakteristiku jeho povrchu pokožkou... Všechny takové procesy podráždění smyslů nazvěme okolními podněty.

Můžeme tedy říci, že okolní podněty jsou reprezentacemi určitých skutečností či pravd o okolních objektech, které na organismus působí. Zkrze smysly lze tedy poznávat skutečnost. Podle psychofyziologického pojetí informace: Smysly přijímají informace o okolním světě.

1.1.3 Poznatek

Poznatek (anlg. piece of knowledge) je „výsledek procesu poznání skutečnosti“ (Jonák, 2003f). Proces poznání spočívá v porovnávání informací vstřebaných člověkem s jeho osobnostním fondem čili endoceptem. Následně jsou do endoceptu zařazeny.

Prof. Cejpek se ke vztahu *poznatku* a informace vyjadřuje: „*Samotná informace tedy není poznatek, ale je jeho předpokladem a základem. V tomto smyslu je informace surovinou, jejímž zpracováním se poznatek vytváří*“ (Cejpek, 2003, s. 23).

Poznatek můžeme tedy chápat, jako mentální reprezentaci jedné informace v mentálních strukturách lidí, není to informace samotná.

1.1.4 Znalost a znalost

Znalost (angl. knowledge) je v kontextu informační vědy: „*Schopnost člověka nebo jakéhokoli jiného inteligentního systému uchovávat, komunikovat a zpracovávat informace do systematicky a hierarchicky uspořádaných znalostních struktur.*“ (Jonák, 2003g).

Znalostní struktury jsou tedy konečným mentálním stádiem reprezentace množiny informací, přijatých lidskými bytostmi. Znalostní struktura může být chápána jako čistě mentální, pak by se skládala z navzájem propojených poznatků (jak naznačuje anglické názvosloví), anebo jako fyzická, v podobě neuronové sítě.

Ze znalostního managementu pochází poněkud odlišný výklad. Chápe pojem *znalost* jako výsledek porovnání poznatku s endoceptem. Je to tedy jakýsi poznatek s přidanou hodnotu. „*Zjednodušeně lze říci, že je to informace plus to, s čím v lidském mozku integruje, tedy naše předchozí znalosti a dovednosti, zkušenosti, mentální modely, vztahy, hodnoty, principy, podle kterých žijeme, to, v co věříme atd.*“ (Mládková, 2005, s. 7).

Někdy se používá zjednodušené vyjádření, že *znalost* je informace vedoucí k užitku, neboť „*znalost je vytvářena v lidské mysli a její kvalita a význam jsou ohodnocovány pomocí činnosti*“ (Mládková, 2005, s. 8).

1.1.5 Data jsou vyjádřené informace

„Znalost (včetně zkušenosti a prožitku) lze zaznamenat libovolnou znakovou soustavou na hmotný nosič a pak podle disponibilních prostředků komunikovat“ (Cejpek, 2008). Informaci již jednou začleněnou do mentálních struktur lidí lze z nich opětovně vyvázat.

Vyvázaná informace pak může být komunikována jinému člověku, ovšem musí nabýt k tomu vhodné formy, *dat*. Data jsou *„reprezentace informací vhodně formalizované pro komunikaci, interpretaci a zpracování lidmi a automaty. Data mohou být reprezentována libovolnými řetězci znaků (čísel, příkazů, vět) uloženými na informačním nosiči. Data nemají zpravidla význam sama o sobě, ale teprve jsou-li pochopena, interpretována, komunikována a využita člověkem nebo počítačem, stávají se smysluplnými informacemi“* (Jonák, 2003a).

1.1.5.1 Srovnání smyslových podnětů a dat

Stojí za povšimnutí, že okolní podněty a stejně tak i data plní funkci přenosu informace. Pro přečtení přenášené informace vyžadují data i okolní podněty interpretaci. Výsledek interpretace se potom v obou případech může objevit v mentálních strukturách jako poznatek.

Znalostní management mezi daty a okolními podněty rozdíl nedělá. *„Data jsou vše, co můžeme monitorovat našimi smysly...Jsou to objektivní fakta o událostech nebo posloupnost znaků“* (Mládková, 2005, s. 14).

Avšak narozdíl od okolních podnětů jsou data vytvářena uměle. Navíc data jsou vytvářena za účelem informaci nést, kdežto smyslové podněty jsou jejich původci vysílány nezáměrně.

1.1.6 Myšlení je také zdrojem informací

Inteligentními systémy, inteligencí a potažmo myšlením se zabírá mezivědní obor známý jako *kognitivní věda*. „Většina kognitivních vědců se shoduje v tom, že znalosti v mysli mají podobu mentálních reprezentací“ (Thagard, 2001, s. 18). Myšlení pak zkusme připodobnit k operacím s těmito mentálními reprezentacemi, jak o tom vypovídá hlavní hypotéza kognitivní vědy. „Myšlení lze nejlépe pochopit v pojmosloví reprezentujících struktur v mysli, a v pojmosloví výpočetních procedur, které na těchto strukturách operují“ (Thagard, 2001, s. 25). Různé kroky a nebo jejich obsah v procesu myšlení se nazývají *myšlenkami*.

Myšlenky můžeme rovněž jako znalosti a poznatky také vyjádřit, například vyslovit nebo napsat na papír. Tím je převedeme na data. Pokud někdo naše data interpretuje, přijme informaci (protože data jsou reprezentací informace). Důsledkem přijetí této informace může být vytvoření nových mentálních reprezentací v mysli příjemce.

Nově vzniklé mentální reprezentace může příjemce zahrnout do svých mentálních procesů. Tak je možné, že u příjemce vznikne naše původní myšlenka anebo myšlenka nová z původní vycházející. Touto cestou dochází v lidské společnosti ke vzniku informací, jejichž původci nejsou okolní podněty, ale operace s mentálními reprezentacemi přijatých informací.

Síla myšlení spočívá v tom, že jím lze ze zjevných informací o zdrojích okolních podnětů odvodit informace jiné, které o zdroji podnětů rovněž vypovídají, avšak nelze je pocítit smysly přímo. Tedy myšlení dokáže odhalit našim smyslům skryté skutečnosti, např. hmotnost Slunce.

1.1.7 Nosič dat podmínkou

Není možné, aby data existovala „jen tak“. Musí být dostupná našim smyslům (popř. čidlům strojů), abychom je mohli interpretovat jako informace. Zkrátka a dobře musí při interpretaci nabývat fyzikální formy. Proto je třeba „*fyzikální nosič (hmota, energie) určený nebo použitý pro uložení anebo přenos množiny dat či informací*“ (Celbová, 2003f). Jinými slovy *nosič dat*.

Data umístěná na nosič dat mohou být zaznamenanými znalostmi i zaznamenanými myšlenkami, ale mohou to být i otisky okolních podnětů.

Okolní podněty jde totiž pomocí některých fyzikální objektů záznamenávat přímo. Vysílané či odražené elektromagnetické vlnění vytvoří na filmovém pásu stopy v chemickém složení jeho potahu. Tvar zvukové vlny může být vyříznut do polyvinylchloridu nebo převeden na tvar vlny napětí elektrického pole a podobně.

Otisky zdrojů podnětů vyžadují rovněž interpretaci, nežádka za použití dalších nástrojů, proto je můžeme taktéž považovat za data.

1.1.7.1 Zamyšlení nad parazitní informací

Nosič dat je fyzický objekt anebo energie. I pokud by byl tento fyzikální objekt prázdný, bez znakové soustavy, mohl by působit na naše smysly podněty, tedy předávat o sobě informace.

Přidáním znakové soustavy tyto původní informace nikam nemizí, zůstávají s objektem spjaté, pouze jsou upozaděny. Proto by teoreticky každá komunikovaná informace měla s sebou přenášet jaksi mimoděk i informaci odlišnou a parazitní.

1.1.8 Dokument je hlavní

Informační systémy lidské společnosti ale nepracují s nosiči dat, nýbrž s *dokumenty*. To je jejich hlavní složka. Pochopení podstaty *dokumentu* je proto klíčové pro pochopení podoby informačních systémů lidské společnosti.

Na otázku, co je *dokument* a čím se tedy liší od pouhého *nosiče dat*, se časem na odborném poli objevily tři názory. Stručně je ve svém článku: *What is a digital document?* představil profesor Buckland (1998).

1.1.8.1 Otletova definice

První proud reprezentuje Paul Otlet. „*Dokument je jakýkoli objekt, pokud už jeho pouhým pozorováním získáváte informaci*“ (Otlet, 1934). Tato definice je poněkud filozofická. Odráží se v ní fakt, že existence *dat* je v našem světě v podstatě nedělitelně spjatá s datovými nosiči.

V důsledku z Otletovi definice vyplývá zajímavý fakt, a sice že neexistence je takéž nositelem informace. Pokud totiž pozorujeme dokonalé nic, prázdný objekt bez jakýchkoliv vlastností, získáme informaci, že existuje stav bez jakýchkoliv vlastností.

1.1.8.2 Definice Briet

Druhý proud, představený roku 1951, reprezentuje Suzanne Briet. „*Dokument je jakékoliv fyzické nebo symbolické vyjádření jevu, zaznamenané či uchovávané za účelem vyjádřit, rekonstruovat nebo dokázat onen fyzický či myšlenkový jev. Dokument slouží k podpoře faktu*“ (Briet, 2006).

Tato definice se dotýká vztahu mezi hlavními a parazitními informacemi, které se mohou vyskytovat pospolu, avšak náš záměr při tvorbě dokumentu je předat pouze ty hlavní. Některé její příklady: kámen v řece dokumentem není, ale kámen vystavený v muzeu ano; hvězda dokumentem není, ale její fotografie ano; zvíře dokumentem není, ale zvíře v ZOO už ano.

Definice Briet nám dovoluje abstrahovat hlavní informaci od informace parazitní, tedy *nosič dat* od znakové soustavy, kterou přenáší.

V důsledku to znamená, že pokud dva různé nosiče dat obsahují shodnou znakovou soustavu a slouží tedy k podpoře shodného faktu, lze je považovat za stejný dokument.

Tento předpoklad umožňuje převoditelnost *dokumentu* z jednoho *nosiče dat* na druhý a dovoluje vytváření kopií *dokumentů*. To vše, aniž bychom ohrozili informační hodnotu původního dokumentu. Potenciál tvrzení Briet dokládá vznik a prosazení myšlenky knihtisku, vynálezu, který odstartoval novověk, tiskařské rotačky, která přinesla vlnu masmédií, a v neposlední řadě také myšlenky digitalizace dokumentů.

1.1.8.3 Ranganathanova definice

Poslední definice pochází od S. R. Ranganathana a je překvapivě pragmatická. „*Dokumenty jsou pouze záznamy na materiálech způsobilých k zacházení a k uchování*“ (Ranganathan, 1963). Nejdůležitější vlastností *dokumentu* je tedy podle Ranganathana jeho funkčnost.

Tento pohled odráží skutečnost, že sebevíc informačně pregnantní zdroj informací je k ničemu, pokud se nedá organizovat. Jenom dokumenty, které jsou součástí organizované soustavy mohou plnit svoji funkci předávání informací účinně. Jen takové dokumenty, tedy informace v nich obsažené, je možné rychle a systematicky komunikovat a smysluplně archivovat.

1.1.8.4 Definice TDKIV

Pro úplnost zmiňme definici TDKIV: „*Informační pramen tvořený nosičem informací a množinou informací na něm fixovaných a sloužící k přenosu dat v čase a prostoru*“ (Matušík, 2003).

Důraz je zde kladen na schopnost uchovávat a přenášet data.

1.1.9 Informační toky, odkud, jak a proč

Základním předpokladem pro vznik informačních systémů je nerovnoměrné rozvrstvení informací ve společnosti. Individualita endoceptu stojí v pozadí vzniku informačních potřeb. Ty jsou společně s motivy ke komunikaci důvodem pro komunikaci informací mezi lidmi, tedy důvodem pro vznik informačních systémů.

1.1.9.1 Individualita endoceptu

Každý člověk má svůj vlastní osobnostní fond čili *endocept*. Jde o „naše dosavadní znalosti, zkušenosti, příběhy, které se vryli do naší paměti, a prožitky“ (Cejpek, 2008, s. 23).

Jinými slovy, každý člověk obsahuje množinu informací. Některé informace jsou mnoha lidem společné, jiné jsou pouze individuální. Tato množina je však u každého jedince tvořena odlišně. Člověk pociťuje potřebu svůj endocept synchronizovat s jinými.

1.1.9.2 Taylorovo vyjádření k informační potřebě

Termínu *informační potřeba* se dotkl Robert S. Taylor ve svém článku *The Process of Asking Questions* (1986), ve kterém popisuje, jak se formuluje dotaz v závislosti na uspořádání informačního systému, kterému je pokládán, a v závislosti na informačních potřebách tazatele.

V části o formování dotazu vychází z předpokladu, že tzv. *informační potřeba* je hlavním důvodem toho, proč lidé pokládají otázky a její vývoj odráží i vývoj dotazu:

- Nejprve je informační potřeba jenom vnitřní nejasná a nevyjádřená, zato však aktuální nespokojenost s dosavadním endoceptem, který nelze použít k vyřešení nějakého problému. Dotaz na této úrovni položit nelze.
- Potom informační potřeba nabývá vědomé formy, ale stále zůstává nevyjádřenou. Dotaz už položit lze, nicméně to budou jenom „výkřiky do tmy“. Dotaz ani potřeba nemají formu, jenom předmět. Aby byl dotazující v této fázi uspokojen, informační systém by musel poskytovat nepřetržitou zpětnou vazbu.

- Ve třetí fázi je potřeba vědomá a zformovaná. „*Je to dotaz, na který doufáme informační systém odpoví*“ (Taylor, 1986, s. 392).
- Čtvrtá fáze zahrnuje přizpůsobení informační potřeby resp. dotazu. „*Dotaz musí být ušit na míru hloupému systému, který nerozpozná jemné rozdíly, drobnosti a předpoklady ale jen jejich hrubé slovní náhražky*“ (Taylor, 1986, s. 392).

1.1.9.3 Wilsonova koncepce informačních potřeb

T. D. Wilson se naopak ve svém článku *On user studies and information needs* (2006) postavil k pojmu *informační potřeba* přímo. Rozlišuje *informační chování*, zejména vyhledávání informací, které je předmětem mnoha studií od *informační potřeby* jako takové.

Wilson poukazuje na skutečnost, že potřeby *fyziologické* (jídlo, pití, spánek...), *afektivní* (potřeba být přijímán, potřeba dominance...) i *kognitivní* (potřeba se naučit nějakou dovednost, dozvědět se fakt...) mohou být v závislosti na okolnostech (přístupnost zdrojů, důležitost uspokojení potřeby...) uspokojeny přijetím informace, proto i spouštět informačně-vyhledávací chování.

Dále říká, že za formulaci informační potřeby, neboli vyjádření toho, jaký druh informace by nejspíše uspokojil výše zmíněné potřeby, je stejně tak zodpovědná i role jedince ve společnosti. K efektivnímu výkonu povolání nejsou třeba jen fakta a znalosti, ale je třeba být i přijímán kolektivem nebo zvládat stres. Prostředí, kde je tato role naplňována je neméně důležité. Jiné informace budou zapotřebí ke zvládnutí té samé role v chudobě, jiné v bohatství. Záleží i na společenských tabu, geografických podmínkách a podobných věcech (Wilson, 2006).

Z Wilsonova článku vyplývá, že takzvané informační potřeby jsou neoddelitelnou součástí jak lidského života, tak lidské společnosti. Vyskytují se zcela přirozeně.

1.1.9.4 Motivy ke komunikaci a informační potřeby

Na Wilsonově základě, si dovolme malou spekulaci. Sice na tenkém ledě, avšak založenou na klíčovém rysu informačně-vyhledávacího chování.

Různé skutečnosti se mohou stát *motivy* pro různé druhy jednání. Proces a dynamika, jakými se různé motivy stávají příčinami různého jednání se nazývá *motivace*.

Wilson zjednodušeně říká: *informační potřeby* jsou vlastně modifikované jiné potřeby. K jejich uspokojení zatím postačí informace, která povede ke skutečnému uspokojení původní potřeby někdy v budoucnu. Správnou informaci je třeba získat. Snahu o získání správné informace nazýváme *informačně-vyhledávacím chováním*.

Komunikace (s někým či s něčím) je častým případem informačně-vyhledávacího chování, avšak existují případy informačního chování, které se může odehrávat i jaksí pasivně, bez komunikace. Informace je zkrátka přijata bez interakce s objektem. Kupříkladu pozorování je typickým příkladem informačně-vyhledávacího chování, které se obejde bez komunikace.

Stejně je tomu i naopak. Komunikace jako taková nemusí vždy plnit úlohu jen informačně - vyhledávacího chování, ale může být i nástrojem sociální interakce. Motivace (a motivy) ke komunikaci jsou prostě různého druhu.

Profesor Vybíral ve své knize Psychologie komunikace říká: „*Motivaci komunikovat má každý člověk*“ (Vybíral, 2009, s. 33 - 35) a rozděluje *motivace ke komunikaci* na devět kategorií:

- Motivace kognitivní: „*Chceme či potřebujeme něco sdělit, vyjádřit se: o světě, o sobě, o druhých. Podělit se o myšlenku, znalost, názor, o to, co jsme se dozvěděli.*“
- Motivace zjišťovací a orientační: Potřeba zjistit a orientovat se v názorech druhého
- Motivace sdružovací: Lidé komunikují proto, aby uspokojili potřebu bližšího kontaktu. Zde nehraje roli obsah realizace vztahových záměrů.

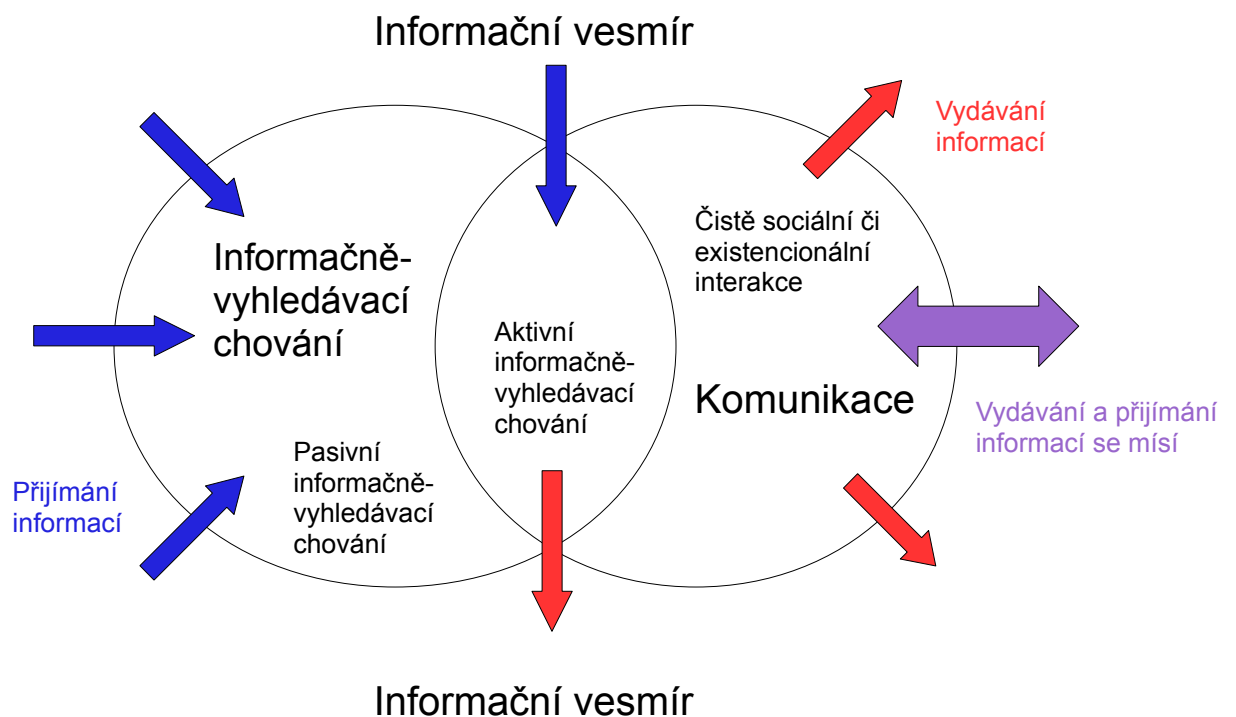
- Motivace sebepotvrzovací: „*Tím, že je ochoten se mnou mluvit, dává mi druhý člověk jedno z největších, nejsamozřejmějších potvrzení toho, že mám pro něho cenu. ... Tím, že si například v opakovaných sporech stojíme za svým, utvrzujeme se v tom, jací jsme.*“
- Motivace adaptační: „*Komunikací signalizujeme a vyjevujeme svůj status, svou pozici v sociálním světě anebo svou profesní (životní roli) ... Činíme tak proto, aby nás druzí přijímali a neodmítali.*“
- Motivace přesilová: Odpovídá touze vyniknout v kolektivu, být lepší než druzí a strhávat na sebe pozornost či dominovat.
- Motivace požitkářská: Ta zhrnuje rozptýlení, odreagování se od starostí všedního světa.
- Motivace existenciální: Komunikace je z tohoto hlediska nedílnou součástí podstaty bytí lidské bytosti. „*Komunikací uspokojuje člověk smysl života - proto má zájem komunikovat. ... Komunikujeme, abychom se udrželi psychicky zdraví a lidsky celiství.*“
- Motivace manipulační: Zahrnuje rozptýlení podezření druhých, vyhýbání se nepříjemnému tématu, umělé vytvoření či zveličení nějaké události, zastírání a matení apod.

Na výše uvedeném můžeme založit naše předpoklady:

- Informační potřeba je uspokojena získáním informace.
- Motivy ke komunikaci mohou být v některých případech uspokojeny i jednostrannou komunikací, čili pouhým vydáním informace.
- Komunikace není totožná s informačně-vyhledávacím chováním, ale bývá jeho součástí.
- *Informačně-vyhledávací chování* můžeme rozdělit na *aktivní* a *pasivní*. Podstatou *aktivního* je uspokojování informačních potřeb komunikací s něčím nebo s někým. Podstatou *pasivního* je uspokojování informačních potřeb bez komunikace.

- Komunikace jsou v podstatě informačním tokem může být realizována, více či méně úspěšně, skrze informační systémy a to i v případě, že není informačně-vyhledávacím chováním, nýbrž pouze sociální či existenciální interakcí. Tedy i v případě, že je motivována jinými než informačními potřebami.

Zkusme tedy naše závěry vyjádřit graficky. Založíme na nich náš myšlenkový pokus o nový pohled na informační systémy lidské společnosti.



Obrázek 1: Vztah mezi informačně-vyhledávacím chováním a komunikací, jak jej chápeme v této práci

1.2 Náš pohled na základní strategie komunikace informací v lidské společnosti a na základní formy systémů na nich založených

1.2.1 Jak chápeme pojem informační systém

Systémový přístup představil ve své *General system theory* rakouský biolog Ludwig von Bertalanffy. Už v nástinu své teorie pro *British Journal for the Philosophy of Science* (1950) kritizuje mechanistický přístup (fyzikálně-chemický) v případech, kdy prostě nelze sledovat jednotlivé součásti celku pomocí fyzikálně-matematických zákonů. Proto volá po posuzování soustav jako celku, ustanovením obecně platných logicko-matematických zákonitostí, použitelných pro jakékoli soustavy.

A dále k výrazu informační: „*Informační systém je druhem systému, jehož prvky jsou lidé, potencionální informace (data, dokumenty), technické prostředky a metody a pravidla zajišťující shromažďování, zpracovávání, uchovávání a vyhledávání těchto potencionálních informací za účelem jejich využití*“ (Cejpek, 2008, s. 39).

1.2.2 Jaký typ systémů jsou informační systémy lidské společnosti?

Na Bertalanffyho radu se tedy pokusme použít celostní přístup namísto analýzy součástí. Představme si informační systémy lidské společnosti jako entity, které pomocí informací uspokojují potřeby člověka, jak je definoval Wilson, a naplňují i motivace ke komunikaci, podle Vybírala.

Považujme tyto systémy za *systémy otevřené*, neboť jsou v neustálé interakci s okolím. Dále je, z hlediska typu *finality* jak ji zmiňuje Bertalanffy (1950, s. 159), považujme za *teleologicky dynamické*, neboť se přizpůsobují uspokojení vždy nové informační potřeby (poskytují různé informace), a tedy v nich dochází k řízení procesů.

Teleologicky statické systémy plní jen jeden jediný účel, jemuž jsou už od začátku přizpůsobené, proto v nich nemusí docházet k řízení procesů. Pokud by byl informační systém teleologicky statický, poskytoval by stále jednu a tutéž informaci. Takové systémy lidé znají, jsou to čidla, která reagují na určitý podnět (termočlánky, fotorezistory apod.).

A dále informační systémy lidské společnosti považujme za teleologicky dynamické, ve kterých jsou procesy *řízené strukturou systému*, tzn. „*způsob sestavení struktur systému řídí procesy tak, aby bylo dosaženo určitého výsledku*“ (Bertalanffy, 1950, s. 159). Jinými slovy za výsledný stav zodpovídá aktuální vnitřní uspořádání systému. Právě v této kategorii systémů se uplatňuje *řízení zpětnou vazbou*, neboli řízení podle skutečného aktuálního stavu systému.

Bertalanffy mezi teleologicky dynamickými uvádí ještě systémy (1950, s. 160):

- umožňující jen takové počáteční podmínky, aby umožňovaly finální stav - řízené finálním stavem (jde o systémy nezávislé na čase);
- systémy řízené *ekvifinalitou*, kde jakékoliv počáteční podmínky vyvolají stejnou odezvu (organismus roste a příliš nezáleží na tom, co sní);
- a systémy pravoučelné, kde je chování všech částí systému řízeno konkrétním finálním účelem systému, který je známý všem jeho částem od počátku (vývoj embrya);

Tyto ostatní případy však neodpovídají tomu, co u informačních systémů lidské společnosti pozorujeme. Představme si kupříkladu knihovnu, která má odkudsi předepsaný a strnulý fond, nebo knihovnu, kde všechny akvizice vyměňují za pořád stejnou knihu a nedělají nic jiného, či knihovnu, kde uživateli knihovník při vstupu okamžitě předá všechno co uživatel potřebuje, aniž by uživatel vznášel jakékoli požadavky.

1.2.2.1 Konceptuální druhy zpětné vazby

Předpokládejme tedy na základě Bertalanffyho koncepce, že informační systémy lidské společnosti jsou řízené zpětnou vazbou. Pokusme se je tedy podle tohoto stěžejního znaku rozdělit. Pro náš pokus pak použijeme provizorní kategorie, které si speciálně za tímto účelem vytvoříme na základě našeho chápání vztahu komunikace a informačně-vyhledávacího chování (obr. 1).

- *Zpětná vazba nepřímá*, kdy systém sleduje chování svého uživatele a podle toho se rozhoduje. Předpokládá pasivní informačně-vyhledávací chování uživatele.
- *Zpětná vazba přímá*, kdy sám uživatel ovlivňuje systém přímo pomocí negativní či pozitivní zpětné vazby. Do zpětné vazby přímé počítáme i hlasování poskytovanými peněžními hlasy ale jedině přímo systému. Předpokládá aktivní informačně-vyhledávací chování uživatele.
- *A zpětná vazba kreativní*, kdy systém dovolí uživateli, aby do něj se zpětnou vazbou vnesl nové prvky či informace. Předpokládá se, že uživateli záleží na tom, aby mohl informace jak přijímat, tak poskytovat.

Při popisu informačních systémů v lidské společnosti nesmíme opomenout charakteristiku informací, které systém poskytuje: *dokumentografické, plnoobsahové, faktografické a znalostní*.

Známe již původ informace v lidském světě a vlastnosti její hlavní podoby, dokumentu. Pokusili jsme se i porozumět dynamice toku informací od jednoho člověka k druhému, jejím příčinám. Popsali jsme, co rozumíme informačním systémem a jaký typ systémů se domníváme, že jsou informační systémy lidské společnosti. Vyslovili jsme pak na tomto základě domněnku, že nejdůležitější je pro systém zpětná vazba, jakou dostává od svého okolí. Můžeme tedy přistoupit k aplikaci všech našich závěrů.

1.2.3 Informační systémy založené na nepřímé zpětné vazbě

Jsou to takové systémy, které poskytují informace z vlastní iniciativy. Uživatel se musí pouze vystavit jejich působení. Z naší úvahy předpokládají pasivní informačně-vyhledávací chování uživatele.

1.2.3.1 Jak mohou uspokojovat informační potřeby

Zájem uživatelů o tyto systémy může vysvětlit *teorie očekávané hodnoty* Martina Fishbeina (McQuail, 2007, s. 335). Lidé si na základě nových informací vytváří představy o osobách, věcech či událostech. Každému atributu této představy přiřadí nějakou hodnotu. Očekávání jsou pak tvořena na základě operací s těmito hodnotami (Fishbein, 1975).

Proto jakákoli nová informace, jež se objeví, značí nebezpečí, že dosavadní očekávání není aktuální, a tedy je v důsledku o nové informace zvýšený zájem.

Jelikož však příjemce informace nevytváří zpětnou vazbu přímo, je přesné uspokojování jeho informační potřeby značně stíženo. Jinými slovy, je na distributorovi informace, aby předložil příjemci takový druh nových informací, který ho zaujme.

Jedním způsobem řešení je zaměřit se na obecně přijímaná témata, definovaná kulturou společnosti. Z praxe je známa skupina takových témat: láska a sex, násilí a konflikty, vědecké pokroky, slavné osoby a podobně (Young, 1946).

Také zvětšením základny uživatelů se zvýší pravděpodobnost, že poskytované informace někomu zaujmou a bude to dostatečný počet lidí k tomu, aby byl systém shledán užitečným. Zvětšování základny pomáhá zejména *band-wagon efekt* - zajímá mě to, protože to zajímá i lidi v mém okolí (Vybíral, 2009, s. 168).

Nejdůležitější však je aby informace, kterou systém poskytuje, byla považována za pravdivou a tedy užitečnou (nejsnáze se toho dosáhne její pravdivostí). Rovněž nepersonalizovaná a standardizovaná podoba informace ji činí snáze přijatelnou širokým publikem.

Dalším způsobem je využití *efektu novosti* definovaného Hermannem Ebbinghausem. Efekt novosti spočívá v tom, že na poslední položky seznamu si lidé vzpomínají snáze, než na ty prostřední (Deese, Kaufman, 1957). Tedy jim zřejmě přiřazují větší důležitost.

Stejně tak posledním, čili nejnovějším, informacím je přiřazována největší důležitost. Čím rychleji tedy dokáže systém obstarat nové informace, tím se jeví pro uživatele může jevit důležitější.

Problémem je, že v těchto systémech nefiguruje informační požadavek uživatele. Systém tedy z Taylorova pohledu pracuje s informační potřebou v první, maximálně ve druhé fázi. Proto systém musí monitorovat nepřímou zpětnou vazbu svých uživatelů co nejčastěji.

Systémy využívající tento přístup mohou uspokojovat informační potřeby fyziologické, afektivní i kognitivní.

1.2.3.2 Jak si poradí s motivy ke komunikaci

Tento druh systémů se díky rychlosti své práce a široké základně uživatelů výborně hodí k naplňování motivace *kognitivní, přesilové, sbepotvrzovací a manipulační* a to nejčastěji tvůrce systému. Stejně motivace mohou pomocí něho naplňovat ale také původci informací, které systém distribuuje.

1.2.3.3 Charakteristika komunikace informací v systémech s nepřímou zpětnou vazbou

Komunikace je ve výše zmíněném typu systémů *rychlá, masová, asymetrická* (nejdříve komunikuje jedna strana všechna svá sdělení za sebou, přitom nedává prostor k reakci) a *jednosměrná* (role komunikujících se nemění).

Informace jimi poskytované jsou *nepersonalizované* a *standardizované*. Navíc se předkládají takovým způsobem, v takovém kontextu, v takový čas a v takovém množství, aby byly uživateli systému co nejsnáze přijímány (Vybíral, 2009, s. 161). S jazykem systému uživatel nepřichází do styku.

Pravdivost informací je zásadní, avšak někdy může být upozaděna snahou o to, aby byla informace přijata. Komunikaci zahajuje systém.

1.2.3.4 Zpětná vazba u těchto systémů

Tyto systémy někdy umožňují i přímou zpětnou vazbu. Ale vzhledem k rychlosti jejich práce je přímá zpětná vazba vždy o krok pozadu a pro řízení systému má spíše poradní charakter.

Navíc udržovat přímou zpětnou vazbu při masovém typu komunikace je skoro nemožné.

System proto hlavně sleduje, jaký dopad mají jím poskytované informace na chování jeho uživatelů (publika) a podle toho se přizpůsobuje. Čím rychleji a u čím většího počtu svých uživatelů zvládne chování monitorovat, tím může pracovat efektivněji.

Zpětná vazba má v tomto případě podobu *pozitivní zpětné vazby*. Na *pozitivní* a *negativní* rozdělil zpětnou vazbu Norbert Wiener ve svém díle *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine* (1961).

Pozitivní zpětná vazba spočívá v tom, že výstupy systému posilují vstupy. Čili pokud systém nějakými informacemi zaujme určitý počet lidí, je to pro něj signálem k tomu, aby podobných informací začal poskytovat více a častěji, či se odvážil zkusit poskytovat i informace příbuzné.

1.2.3.5 Příklady

Typickým příkladem jsou tzv. komerční masmédiá, u kterých si reklamní producenti kupují inzerci reklamy, na základě toho, kolik lidí a kdy je sleduje. Dalším příkladem je systém včasného varování obyvatel, kde je zpětnou vazbou počet lidí uchráněných nějaké havárie.

1.2.4 Informační systémy založené na přímé zpětné vazbě

Předpokládají aktivní informačně-vyhledávací chování uživatele z naší úvahy. Odpovídají na otázky.

1.2.4.1 Jak mohou uspokojovat informační potřeby

Uspokojování informačních potřeb je základním účelem systémů tohoto druhu. Jsou to takové systémy, které si člověk nejčastěji pod termínem informační systém představí. Lidé od nich vyžadují *pertinentní* informace.

Systém uspokojuje informační potřeby na základě informačního požadavku uživatele. Úskalí těchto systémů však spočívá v tom, že *informační požadavek* musí být přeformulován do *informačního dotazu*. Informační potřeby jsou tu podle Taylora ve 4. stádiu, tedy vědomé, vyjádřené ale zároveň zkreslené.

Existují tři přístupy k řešení této situace:

- aby uživatel znal jazyk systému
- přiblížit jazyk systému co nejbližší přirozenému jazyku uživatele
- vložit mezičlánek, který přeloží přirozený jazyk uživatele do jazyka systému

Aby byl systém schopen vyhovět co největšímu počtu uživatelů, musí obsahovat co největší množství informací, protože informační potřeby každého uživatele jsou individuální a navíc se mění s časem.

Důležitější než objem je však uspořádanost. Uspořádaná množina informací dovoluje vyhledávat relevantní odpovědi na informační dotazy mnohem rychleji. Navíc v množině uspořádané podle více klíčů současně lze vyhledávat podle více kritérií (proces automatizace umožňuje právě to).

Nástrojem k pořádání v těchto systémech je *indexace*, neboli „*proces vyjádření obsahu dokumentu pomocí prvků selekčního jazyka*“ (Balíková, 2003a). A *selekční jazyk*, „*umělý informační jazyk používaný k vyjádření identifikačních nebo obsahových selekčních údajů za účelem pořádání, ukládání a vyhledávání dokumentů*“ (Balíková, 2003b), je často právě proto jazykem těchto systémů.

Velký objem informací zároveň skýtá příležitost k uspokojení těch potřeb, které vyžadují analýzu informací o objektu v delším časovém horizontu. Co se týká druhu uspokojovaných informačních potřeb, jde především o informační potřebu kognitivní nebo informační potřebu afektivní, ve smyslu odreagování se.

1.2.4.2 Jak si poradí s motivy ke komunikaci

Systemy založené na přímé zpětné vazbě mohou díky nashromážděnému objemu informací reprezentovat intelektuální úroveň svého zřizovatele. Mohou tak naplnit motivace *přesilovou a adaptační*.

Objem informací nashromážděných nějakou skupinou lidí zároveň reprezentuje i její kulturní dědictví, tedy je naplněna i motivace *existenciální*.

1.2.4.3 Charakteristika komunikace informací v systémech s přímou zpětnou vazbou

Komunikace je *individuální, symetrická* (střídá se akce systému a reakce uživatele) a *jednosměrná* (role se nemění, ten, kdo pokládá dotaz, je vždy uživatel, systém vždy odpovídá) a *asynchronní* (systém počítá s tím, že mezi dotazem a odpovědí uplyne časový úsek).

Informace jsou *personalizované* (šité na míru konkrétnímu uživateli) a *standardizované*. Uživatel přichází do styku s jazykem systému a je pro něj výhodné mu rozumět. Může tak lépe formulovat informační dotazy.

Pravdivost poskytovaných informací je naprosto zásadní, neboť jen pravdivá informace může být pertinentní. Komunikaci zahajuje uživatel informačním dotazem.

1.2.4.4 Zpětná vazba u těchto systémů

Zpětná vazba je zde přímá. Jde o *negativní zpětnou vazbu*, neboli výstupy systému omezují jeho vstupy. Uživatel zadá informační dotaz. Pokud je s výsledkem spokojen, přijme jej. Pokud ne, informační dotaz zpřesní, použije filtry a výsledkem je méně informací, až nakonec zbude informace jediná. A nebo zadá dotaz zcela nový.

1.2.4.5 Příklady

Příklady těchto systémů můžeme rozdělit do čtyř typů, podle toho, jakým způsobem informačně působí ve společnosti: archiv, knihovna, databáze a informační středisko.

1.2.4.5.1 Typ archiv

Archivy se zřizují pro účel uchování a ochrany zejména *archivačních dokumentů* (Sodomková, 2003a). K tomu je plně přizpůsobena i organizace dokumentů v nich. Mohou upravovat podobu dokumentů, aby informace v nich uložené byly čitelné v jakékoli době (týká se zejména kódování tzv. elektronických dokumentů).

1.2.4.5.2 Typ knihovna

Knihovna je specifická tím, že plní kromě funkce informační i funkci vzdělávací a funkci kulturní (Sodomková, 2003b).

Funkce vzdělávací spočívá v tom, že uživatele nasměruje na (resp. mu vydá) příslušný dokument nebo informační zdroj. Avšak s informacemi, které tento zdroj obsahuje, si už uživatel musí poradit sám. Rozvíjí tím jeho schopnost s informacemi pracovat. Při zacházení s informacemi se uživatel „nenápadně“ vzdělává i v klasickém slova smyslu.

Zároveň plní funkci kulturně-sociální, protože dovoluje sdílení procesu informování se, což je pro člověka, jako společenského tvora, vysoce přínosné.

Stejně důležitá je i funkce kulturně-historická. Uchovává informační část všeobecného kulturního dědictví. Je symbolem této části kulturního dědictví ve společnosti.

1.2.4.5.3 Typ databáze

Překotný nárůst vědeckých poznatků v posledních dvoustech letech si vyžádal vytvoření typu databáze: „*Systém sloužící k modelování objektů a vztahů reálného světa (včetně abstraktních nebo fiktivních) prostřednictvím digitálních dat uspořádaných tak, aby se s nimi dalo efektivně manipulovat, tj. rychle vyhledat, načíst do paměti a provádět s nimi potřebné operace - zobrazení, přidání nových nebo aktualizace stávajících údajů, matematické výpočty, uspořádání do pohledů a sestav apod. Základními prvky databáze jsou data a program pro práci s nimi. Datový obsah tvoří množina jednotně strukturovaných dat uložených v paměti počítače nebo na záznamovém médiu, jež jsou navzájem v určitém vztahu a tvoří určitý celek z hlediska obsažených informací; data jsou přístupná výhradně pomocí speciálního programového vybavení - systému řízení báze dat*“ (Kučerová, 2003a).

1.2.4.5.4 Typ informační středisko

Popis posledního typu informační středisko můžeme převzít od prof. Cejпка. „Uspokojuje ty potřeby, kdy uživatelé požadují na svůj informační požadavek či dotaz přímou odpověď v podobě relevantních částí textů, utříděných, obrazových informací atp. Navíc některé odpovědi vyžadují průnik různých informačních pramenů z různých oblastí“ (Cejpek, 2009, s. 133).

Narozdíl od databáze, která poskytuje informace, se snaží informační středisko poskytovat přímo znalosti.

1.2.5 Informační systémy založené na kreativní zpětné vazbě

Jsou to takové systémy, které se vyvinuly pro komunikaci jako takovou, bez ohledu na komunikační motivy či informační potřeby.

1.2.5.1 Jak mohou uspokojovat informační potřeby

To, že uživatelé do systému vnášejí s každou zpětnou vazbu nové informace, někdy i nové prvky, stěžuje validaci informací. Na druhou stranu součástí zpětné vazby od uživateli bývá často potvrzení anebo vyvrácení informací, které se v systému nacházejí.

Věrohodnost informací v systému se tedy odvíjí od věrohodnosti jeho uživatelů. K uspokojování kognitivních a fyziologických informačních potřeb těmito systémy je proto třeba přistupovat opatrně. Ale protože je ráz komunikace zde *neformální*, mohou být tyto systémy zdroji unikátních informací, které by se v jiném systému objevit nemohly. Tak poskytují svému uživateli značnou potenciální výhodu.

Afektivní informační potřeba může být uspokojena bez ohledu na identitu a tedy důvěryhodnost protějšku. Toho využívá tzv. *turingův test*, kdy se lidé snaží rozlišit, zda komunikují se strojem či jiným člověkem. Kdyby tomu tak nebylo, účastníci testu by vždy bezpečně poznali, s kým mluví.

Informační dotazy lze v tomto systému zpravidla pokládat v přirozené řeči. Jedná se o třetí fázi podle Tylora. Adresátem dotazu totiž není systém jako takový, ale člověk na druhém konci.

1.2.5.2 Jak si poradí s motivy ke komunikaci

Tyto systémy lze využít k naplnění všech motivací ke komunikaci: kognitivní, zjišťovací a orientační, sdružovací, sebepotvrzovací, adaptační, přesilové, pozitivizační i manipulační. V tom spočívá jejich hlavní účel. Je tomu tak proto, že v podstatě simulují rozhovor mezi lidmi, čili přirozenou interakci.

Avšak to je i jejich největší úskalí. Kupříkladu sdružovací motivace je totiž v tomto případě pseudouspokojována, neboť se uživatelé systému fyzicky neseťkají. Virtuální se v tomto ohledu prolíná s reálným. Pokud tomu tak má být a virtuální má ovlivňovat reálné,

je třeba nezpochybnitelně znát identitu uživatelů systému. Pokud tomu tak býti nemá, musí mít uživatelé na paměti, že osoba na „druhém konci“ může klamat.

1.2.5.3 Charakteristika komunikace v systémech s kreativní zpětnou vazbou

Komunikace je zde *individuální, symetrická, obousměrná a synchronní* (systém umožňuje oběma stranám komunikovat víceméně současně).

Informace jsou v těchto systémech *personalizované a nestandardizované*. Jejich ráz je *neformální*. Uživatel s jazykem systému do kontaktu přijít nemusí, pokud ho ale zná, může do některých systémů vkládat nové prvky.

Zatímco v předchozích dvou případech uživatelé využívají systém jako prostředníka (informace jsou nejdříve zpracovány systémem, než jsou distribuovány dále), v tomto případě systém propojuje jednotlivé uživatele přímo. Komunikaci řídí uživatelé sami, ukončují ji a začínají. Systém pouze usměrňuje její tok.

Podmínkou proto je bezpečné a správné směrování informací. Systémy tohoto druhu tudíž už ze své podstaty musí komunikaci *monitorovat*, byť může být obsah komunikace pro zvětšení soukromí uživatelů zašifrován.

1.2.5.4 Zpětná vazba u těchto systémů

Svou účinnost systém zjistí podle počtu svých uživatelů, podobně jako u systémů založených na nepřímé zpětné vazbě. Zároveň ale kreativní zpětná vazba umožňuje (a plné využití potenciálu systému v tom spočívá) přímo vkládat do systému nové informace, či v některých případech nové prvky. Ty systém doplňují podle přání jeho uživatelů. Na druhou stranu tak lze ovlivňovat chování systému i přímo.

Systém se nesoustředí na poskytování informací, jak je tomu v předchozích dvou případech, ale jeho hlavním záměrem je informaci přepravit z místa na místo, ideálně tak, aby do ní nemuselo být zasahováno. Proto může fungovat i pokud sám o sobě žádné informace neobsahuje.

Nabízí se proto otázka, zda systém není teleologicky statický s účelem přepravovat informace. Domnívám se však, že informace je natolik široký pojem, že by bylo nutno definovat alespoň jaké informace. Protože ale uživatelé mohou zpravidla vkládat/žádat přepravu velmi širokého spektra typů informací, systém se pokaždé musí dynamicky

přizpůsobit přepravě právě toho kterého typu informace, jenž uživatel zrovna vkládá/žádá pomocí zpětné vazby. Proto by se dal považovat za teleologicky dynamický, řízený zpětnou vazbou.

Zda je charakter zpětné vazby kladný či záporný nejde jednoznačně rozhodnout, závisí to případ od případu. Tyto systémy se navíc jeví býti už od svého vzniku ve *stabilním stavu*. „*Systém se v tomto stavu jeví neměnný ač je jeho neměnnost zajišťována nepřetržitým tokem materiálu na vstupech a výstupech*“ (Bertalanffy, 1950, s. 157).

1.2.5.5 Příklady

Za příklady těchto systémů můžeme považovat sociální sítě či „web 2.0“.

1.2.6 Dělení informačních systémů podle povahy jimi poskytovaných výstupů

V tomto smyslu lze systémy rozdělit na *dokumentografické*, *plnoobsahové*, *faktografické* a *znalostní*.

1.2.6.1 Dokumentografické informační systémy

Dokumentografické poskytují záznamy o dokumentech, nikoli samotné dokumenty. Předávají uživateli informace, které mohou vést k nalezení jím požadovaného. Poskytují informace nepřímou. Cenné jsou proto především záznamy o dostupnosti a obsahovém charakteru zaznamenaného dokumentu.

1.2.6.2 Plnoobsahové informační systémy

Plnoobsahové systémy jsou k uživateli přívětivější, neboť mu předávají požadovaný informační zdroj přímo v plném obsahu. Mimo vyhledávání samotných dokumentů některé z nich umožňují i vyhledávat přímo v obsahu dokumentu, což ještě lépe odpovídá přímé komunikaci informací.

1.2.6.3 Faktografické informační systémy a subsystémy automatických systémů

Faktografické systémy poskytují informace také přímo, ale jenom ve faktografické podobě. Náplní dokumentů v nich obsažených jsou fakta: ukazatele, parametry, tabulky, výsledky matematických operací, zeměpisné souřadnice atp. (Kučerová, 2003b).

V podstatě se jedná o data, převedená na dokument s nejnižší možnou mírou jejich zkrácení přidáním doplňkového obsahu. Uživatel musí bezpodmínečně znát význam dat a podobu, v jaké jsou prezentována.

Extrémní případ faktografického systému jsou subsystémy automatických systémů (robotů, počítačů). Předávají si mezi sebou data pomocí nosiče (např. el. náboj). Avšak informaci, kterou data představují sami nerozumí, netvoří z nich znalosti, pouze na data nějakým způsobem reagují. Předávají si tedy spíše podněty, než informace.

Rovněž se u subsystémů automatických systémů nedá dost dobře hovořit o dokumentech.

1.2.6.4 Znalostní informační systémy

Posledním případem jsou informační systémy znalostní. *„Do báze dat znalostního informačního systému se ukládají v přirozeném jazyce znalosti o nejrůznějších entitách, attributech, událostech, procesech, vazbách apod. a také jazykové znalosti a znalosti procedur používání jazykových a mimojazykových znalostí“* (Cejpek, 2009, s. 41).

Informace se zde snaží být komunikovány už ve formě svých produktů. Úskalí, se kterým tyto systémy bojují spočívá v tom, že *„tacitní znalost je obvykle příliš svázána se svým nositelem a je natolik specifická, že jí při popisu vždy část ztratíme“* (Mládková, 2005, s. 21).

1.2.7 Možné kombinace vlastností a jejich příklady.

Vylepšeme naše úvahy tak, že je vyjádříme graficky. Pokusme se najít v lidské společnosti takové příklady, které vyhovují kombinacím námi uvažovaných vlastností.

Je nutno připomenout, že jelikož je funkce naší tabulky spíše ilustrační, mísí se v ní informační struktury, činnosti i systémy. Avšak důležitější než klasifikace je účel námi uváděných příkladů.

vyhovují i jiným motivům ke komunikaci	zpětná vazba nepřímá (pasivní informačně-vyhledávací chování uživatele)	zpětná vazba přímá (aktivní informačně-vyhledávací chování uživatele)	zpětná vazba kreativní (umožňuje i čistě sociální či existenciální interakce)
uspokojují informační potřeby			
dokumentografické	inzerování; spam	citační rejstříky ve smyslu sledování vývoje impakt faktoru; sdílení odkazů (Delicious.com);	sociální sítě**
	alertová služba (např. dokumentografických databází)	internetové vyhledávače; katalogy; dokumentografické databáze;	
plnoobsahové	blogy; propaganda; publikační činnost; zákonodárství a normalizace; reklama;	výroba informačních produktů (nakladatelství, databáze...)	telefon; pošta; e-mail; webové stránky 2.0; instant messaging; Wikipedia; You Tube;
	Činnost masových médií, webové stránky 1.0	plnoobsahové databáze; knihovny; archiv;	
faktografické	včasné varování obyvatel (např. soustava sirén);	systemy evidence, registry (obyvatel, pozemků, trestní rejstřík, účetnictví...)	subsystémy automatických systémů***
	geografické informační systémy	matematické, fyzikální, strojnické a chemické tabulky; slovníky; výsledky měření či výpočtů	
znalostní	misijní činnost; osvětová činnost	znalostní databáze – jejich koncept vyžaduje aktivní tvorbu	telekonferenční systémy; internetová fóra;
	vzdělávání, výuka	znalostní databáze; rešeršní služby (např. Ptejte se knihovny)*	

*Cílem rešeršních služeb v současném pojetí je uživatele nasměrovat na informační zdroj, nicméně právě zmiňovaná služba někdy odpovídá na přímé otázky přímou odpovědí v přirozené řeči, čímž vlastně poskytuje znalosti

**Vycházíme z předpokladu, že uživatelé ve svých stavech často odkazují na dokumenty a události, které nejsou přímo součástí sociální sítě, nebo dokumentují svoje zážitky či sami sebe.

***Subsystémy automatických systémů nejsou lidé, nicméně uspokojují potřeby a motivace svých programátorů

Tabulka 1: kombinace příkladů

1.3 Organizace informací v lidské společnosti

Informační systémy lidské společnosti používají jako hlavní nástroj k zacházení s informacemi (ve formě dokumentů) *metadata*.

1.3.1 Pojem metadata

Jsou to: „*Strukturovaná data, která nesou informace o primárních datech. ... Funkce metadat je popisná, selekční a archivační. V souvislosti s těmito funkcemi se rozlišují metadata pro účely popisu, správy, právních nároků, technické funkčnosti, užití a archivace. ...*“ (Celebová, 2003d).

Někteří autoři ovšem považují zjednodušené definice pojmu, stavící na myšlence: „*metadata jsou data o datech*“ za nedostatečné (Hodge, 2004). Jiní zase zřazňují úlohu metaobsahu v celé věci: $\text{metaobsah} = \text{metadata} + \text{data}$ (Machin, 2011).

1.3.2 Účel metadat

„*Klíčovým účelem metadat je ulehčit a zkvalitnit vyhledávání informací*“ (Cathro, 1997). „*Metadata jsou také klíčem k zajištění přežití zdrojů informací a k jejich využitelnosti v budoucnu*“ (Hodge, 2004). Dalším cílem je zmapovat lidské poznání v určité oblasti, nebo dokonce zmapovat lidské poznání jako celek.

1.3.3 Druhy metadat a jejich funkce

Z různých dělení vyberme to z materiálu organizace NISO (Hodge, 2004). NISO zastupuje na mezinárodním poli v komisi ISO angloamerickou koncepci technických norem a standardů, používaných k popisu a komunikaci dokumentů. A doplňme ho o dělení z definice TDKIV.

Tedy rozdělme metadata na kategorie: *popisná, strukturální, administrativní, metadata pro právní nároky, archivační a technická.*

1.3.3.1 Popisná metadata

Popisná metadata popisují dokument takovým způsobem, aby jej bylo možné jednoznačně identifikovat, a to po stránce identifikačního popisu i obsahové analýzy. *„Metadata charakterizující původní objekt tak, aby byl uživatel schopen porozumět jeho obsahu. Podporují vyhledávání daného digitálního objektu“* (Celbová, 2003g).

Jednoznačná identifikace slouží k přesnému vyhledání požadovaného dokumentu, k jeho odlišení od dokumentu podobného a k pořádání dokumentů podle zvoleného klíče. Praktické jsou především jednoznačné číselné identifikátory dokumentů, kupříkladu ISBN nebo DOI.

Popisná metadata obsahují mimo jiné informace o názvu dokumentu, jeho původci, jeho výrobci anebo fyzických vlastnostech média a jazyku záznamu. Patří sem ale i abstrakty, anotace a výrazy selekčního jazyků.

1.3.3.2 Strukturální metadata

Vyjadřují, jakým způsobem jednotlivé části tvoří celek. *„Metadata definující vnitřní organizaci digitálního objektu. Jsou nezbytná pro zobrazení a navigaci tohoto objektu“* (Celbová, 2003h).

Patří sem jak členění obsahu dokumentu, tak informace o tom, zda a jakou je dokument součástí celku většího. Například jak jsou stránky číslovány, kolik a jaké díly má edice, zda je dokument součástí seriálu apod.

1.3.3.3 Administrativní metadata

„Metadata používaná pro řízení a správu informačních zdrojů, např. informace o umístění, údaje o době vzniku a poslední modifikaci, elektronický podpis aj.“ (Celbová, 2003a).

Slouží ke správě dokumentů. Obsahují záznamy: o tom, kdo dokument do systému vložil; kdo k němu má přístup; zda-li byl dokument vyřazen ze sbírky, či má být naopak do sbírky přijat; byl-li dokument opravován, nebo jinak pozměněn a informace o místě jeho uložení.

1.3.3.4 Metadata pro právní nároky

Autorskoprávní metadata jsou obchodní a legislativní povahy. Lidská společnost totiž umožňuje určité informace vlastnit. Jsou to: *„Metadata dokumentující právní nároky vztahující se k popisovanému zdroji nebo odkazující na jiný zdroj uvádějící právní nároky spojené s přístupem nebo využíváním informačních zdrojů, např. autorská práva a oprávnění kopírování nebo reprodukce“* (Celbová, 2003e).

1.3.3.5 Archivační metadata

„Metadata, která se vztahují k procesům souvisejícím s dlouhodobou archivací digitálních informačních zdrojů. Archivační metadata by měla zajistit trvalou integritu a kontext dokumentu jako podmínku pro jeho zpřístupnění v budoucnosti“ (Celbová, 2003b).

Archivační metadata tedy obsahují všechny nezbytnosti pro to, aby mohl být dokument bezpečně uchovávan a čten i v budoucnu. Jsou to kupř. podmínky skladování, informace o použité znakové sadě dokumentu nebo popis vybavení nutného k jeho přečtení.

1.3.3.6 Technická metadata

„Metadata vytvořená pro počítačový systém nebo vyrobená počítačovým systémem, která uvádějí, jak se systém nebo jeho obsah chová nebo co požaduje, aby mohl být provozován“ (Celbová, 2003i). Údaje o tom, jak dokument číst se podobají metadatům archivačním, avšak jde spíš o vyjádření toho, jak s dokumentem zacházet, než jak ho uchovávat.

1.3.4 Možnosti metadat, FRBR jako vývoj dokumentu?

Metadata dokáží popsat dokument v jakémkoli stupni rozlišení (Hodge, 2004, s. 1). Můžeme jimi například opatřit jedinou kapitolu v knize, knihu samotnou, celou edici nebo dokonce celý obsah knihovny.

Rozlišení u dokumentu lze popsat nejenom v prostoru, ale i v čase. Funkční model IFLA, koncepce FRBR (IFLA, 2009), pracuje s vývojem dokumentu. Umožňuje opatřit metadaty dokument v různých stádiích jeho vznikání.

- Dokument ve stádiu díla je myšlenkovou koncepcí autora a teprve může nabývat různých podob - například Babička od Boženy Němcové.
- Ve stádiu vyjádření je dokumentu vybrána forma jakou bude prezentován - Babička od Boženy Němcové jako kniha / jako film / jako balet / jako rozhlasová hra...ale také snímek Babička z roku 1940 / snímek Babička z roku 1970.
- Zhmotnění, to je fyzické zhmotnění vyjádření díla - Babička z roku 1940 na originálním filmovém pásu / Babička z roku 1940 na DVD / Babička z roku 1940 na VHS
- A jednotka je jednotka fyzického zhmotnění - Babička z roku 1940 na DVD kopie č. 1 / Babička z roku 1940 na DVD kopie č. 2

Je možné, že FRBR mimoděk odráží stádia přechodu znalosti, jako entity nereálné, do formy dokumentu, jako entity reálné. O dokumentu se dá s jistotou mluvit u jednotky, o znalosti můžeme s jistotou mluvit u díla. Při přechodu dokumentu z jedné „vývojové fáze“ do druhé. Stará fáze nezaniká a dále existují nezávisle na sobě.

1.3.5 Uložení metadat

Metadata, nemohou existovat bez datového nosiče. K dispozici jsou dvě formy uložení metadat (Hodge, 2004). Můžeme využít přímo dokument, který popisují. V tomto případě jde o *interní uložení*. Výhodami je, že nedojde k oddělení metadat; nemusíme řešit, jak propojit metadata s dokumentem; a metadata budou aktualizována zároveň s dokumentem. Avšak ne všechny dokumenty interní uložení umožňují (např. artefakty).

Externí uložení je opakem. Ulehčuje správu metadat jako takových, jejich zálohování a aktualizaci. Právě externí uložení v samostatné databázi umožňuje ono rychlé a vícehlediskové vyhledávání a proto převládá.

1.3.6 Podoba metadat

Metadata mohou být převedena na formu čitelnou stroji (MARCovské formáty). To je podstatou automatizace informačních systémů. Pokud navíc informační systém umí pracovat s formátem metadat, který používá jiný systém, mohou se propojit.

K propojení systémů dochází i tak, že se jeden *metadatový formát* prostě převede na jiný. Je to umožněno skutečností, že sama metadata jsou vlastně také dokumentem a mohou být popsána jinými metadaty, značkovacími jazyky (XML, HTML, RDF). Tak se zajistí převoditelnost metadat mezi různými informačními systémy.

Existuje několik druhů formátů metadat, *metadatových schémat*: AACR2, Dublin Core, TEI, MEDS, MODS, MPEG, MIME, MARC a další. Žádný z nich však nezahrnuje popis všech druhů dokumentů tak, aby uspokojil potřeby všech skupin, které ony dokumenty používají. Žádný tedy není univerzálně použitelný.

2 Komunikace informace v systémech živých organismů

Po analýze informačních systémů lidské společnosti se pojdme věnovat informačním systémům živých organismů. Postupujme ve stejném duchu, jako v první části, ale mějme na zřeteli, že se pouštíme „na nejisté území“.

2.1 Vymezení pojmů

Je třeba ale nejprve stanovit, co rozumíme pod pojmem *informační systémy živých organismů*. Rozsah této práce nedovoluje zabývat se problematikou biokybernetiky do větší hloubky, natož nezměrným množstvím botanických, mikrobiologických a zoologických poznatků v oblasti komunikace živých tvorů.

Proto jako analogii s informačními systémy lidské společnosti raději, než společenství tvorů, zvolme informační struktury uvnitř živočišného či rostlinného organismu.

2.2 Informační struktury přítomné v tělech rostlin

Zkoumáním toho, jak rostliny zpracovávají různé signály z okolí, se zabývá rostlinná neurobiologie. „*Rostlinná neurobiologie je nové odvětví rostlinné biologie, zabývající se výzkumem toho, jak rostliny zpracovávají informace obdržené z okolí, aby se co nejlépe vyvíjely, prosperovaly a rozmnožovaly. ... Hlavním cílem rostlinné neurobiologie je osvětlit strukturu informačních sítí, nacházejících se v rostlinách*“ (Brenner, 2006, s. 413).

Jako součást botaniky je rostlinná neurobiologie příliš nový obor. Stojí na poznatcích o rostlinách, které byly vědeckému světu odkryty teprve nedávno. Ani její terminologie doposud není zcela vyvinutá, mísí se s terminologií neurovědy. Někteří odborníci také namítají, že není třeba ustanovovat nový vědní obor, jelikož rostlinná neurobiologie nepřináší vlastně žádné nové poznatky a v podstatě se jedná o rostlinnou biologii. Hlavní námitky vůči ní uvádí její odpůrci v manifestu - Plant neurobiology: no brain, no gain? (Alpi, 2007). Spíše než vědou jako takovou je rostlinná neurobiologie novým směrem zkoumání rostlin, novým pohledem, který si na pomoc přibírá kognitivní a hlavně informační vědu.

2.2.1 Jsou rostliny minimálně vědomé organismy?

Pokládáním této otázky se liší rostlinná neurobiologie od klasické rostlinné biologie. Zatímco klasická rostlinná biologie ji pomíjí, rostlinná neurobiologie o ní opatrně uvažuje.

2.2.1.1 Kritéria minimálního vědomí

Už samotný psychologický pojem vědomí je těžko definovatelný. Grzón a Keijzer (2011) se ve svém článku *Plants: Adaptive behaviour, root-brains, and minimal cognition* snaží uchopit problém minimálního vědomí u rostlin přes jejich schopnost vnímat okolní svět.

Proto, aby mohl být organismus prohlášen za vědomý, neexistuje jednotná definice, nicméně z obsahu vědeckých prací napříč obory lze vyvodit pět obecných podmínek (Garzón, Keijzer, 2011):

- Na základní biochemické úrovni je podmínkou schopnosti vědomí metabolismus. Pokud organismus nežije, nemůže být vědomý.
- Základem procesů jimiž se vyznačuje vědomí je využívání různě rozptýlených prostorových a časových vlastností okolí, které jsou metabolicky relevantní.
- Prostorová a časová struktura okolního prostředí je vědomím organismu uchopována a využívána pomocí svobodných a vratných pohybů těla, řízených rozličnými sensoricko-motorickými strukturami
- V základu jsou sensoricko-motorické činnosti řízeny „online“, podmíněně přímo okolními podněty. Avšak vědomí se projevuje tím, že jsou tyto procesy řízeny i „offline“. Přítomné jsou tedy nějaké minimální paměťové struktury.
- Toto sensoricko-motorické kognitivní chování je řízeno z hlediska prospěchu celku, není jen seskupením lokálních odpovědí na lokální podněty. Vědomí organismu sleduje určitý cíl, kterému jsou podřízené momentální reflexní reakce.

2.2.1.2 Vztah vědomí a informačních systémů

Na tomto místě je vhodné zmínit, jak se hypotéza, že rostliny jsou minimálně vědomé organismy týká informační vědy a našeho pojednání.

Jak už víme, podstatou vědomí, myšlení a inteligence se zabývá kognitivní věda.

Na pomoc ale vydatně přibírá vědu informační. Dokonce samotná základní hypotéza kognitivní vědy se bez informační vědy neobejde. Z hlavní hypotézy kognitivní vědy a její aplikace: *komputačně-reprezentační uchopení mysli (CRUM)* totiž vyplývá předpoklad, že myšlenkové procesy jsou tak úzce provázány se zpracováváním informací, že je lze v podstatě reprezentovat pomocí kombinace různých metod práce s informacemi (Thagard, 2001, s. 25), konkrétně:

- logikou („výpočetní“ operace s informacemi),
- pravidly (podmíněnost použitelnosti informace),
- pojmy a koncepty (organizace informací),
- představami (syntéza nových informací),
- analogiemi (optimalizace práce s informacemi - využívání osvědčených postupů nebo zvýraznění důležitých aspektů informace)
- a konekcionistickými sítěmi (cesty informací a proměny jejich podoby ve struktuře systému)

Tedy pokud se u něčeho objevují mentální procesy, dochází v tom s největší pravděpodobností ke zpracovávání informací a dá se to proto považovat za svého druhu informační systém. Lze tedy zatím slabě a tužkou napsat:

schopnost zpracovávat informace (informační systém) = zárodek vědomí?

2.2.1.2.1 Zamyšlení nad koncepcí informačně-vědomého fraktálu u živých organismů a jejich soustav

Na první pohled je to nesmysl. Informační systémy lidské společnosti nejsou vědomé. Knihovna nepřemýšlí - do systému knihovny patří lidé a ti přemýšlejí.

Ze vzdálené perspektivy pozorovatele neschopného rozlišit lidské bytosti se však může knihovna jevit jako „živá“. Vykazuje v rámci města adaptivní chování a vztahy s jinými strukturami - univerzitami, domácnostmi, jinými knihovnami, elektrárnami, papírnami... Ale jenom proto, že se skládá z živých bytostí. Stejně jako se organismus skládá z živých buněk. A buňky se skládají z živých organel.

U systému, jehož základní složky jsou živé, patrné na nižším stupni rozlišení a mezi těmito složkami probíhají informační procesy, se souhrn informačních procesů jeho složek může pozorovateli tohoto systému na jeho stupni rozlišení (stupni, kde pozorovatel rozlišuje sám sebe od okolí) jevit jako vědomí.

Proč tomu tak je, zdali jde pouze o iluzi a nebo působení nějaké univerzálně platné zákonitosti týkající se života obecně nelze rozhodnout bez důkladného zkoumání.

2.2.1.3 Splňují rostliny podmínky pro přítomnost minimálního vědomí?

Splnění prvních dvou bodů kritérií pro minimální vědomí je očividné. Metabolismus u rostlin probíhá.

Rovněž, rostliny nevyužívají své prostředí pouze náhodně. „*Rostliny hledají živiny pomocí aktivních změn vnější stavby svého těla, fyziologie a fenotypu*“ (fenotyp je soubor vlastností živého organismu daných jak prostředím tak i dědičnou informací) (Trewavas, 2005, s. 414). Kořeny rostou do země za vodou, listy se natačejí ke slunci, květy se rozevírají v určitou denní dobu, vytvářejí se jedy a protilátky apod.

S požadavkem na volný pohyb se pokouší vyrovnat Garzón a Keijzer (2011). Poukazují na práci Hanse Jonase (1968), ve které autor porovnává pohyb rostlin, zvířat a člověka z hlediska významu pro rozvoj inteligence.

Jonas sice vyzdvihuje důležitost schopnosti volně se pohybovat a vnímat prostor na dálku, zároveň se však odklání od obecné „zvířecí“ koncepce pohybu řízeného sensoricko-motoricky. Místo toho pracuje s konkrétními charakteristikami chování: možnost se pohybovat, možnost ovládat rychlost a směr svého pohybu a možnost zvrátit účinek svého pohybu. Některé poznatky v oblasti botaniky naznačují, že těchto projevů nejsou rostliny neschopné (Garzón, Keijzer, 2011).

Se čtvrtým požadavkem souvisí fakt, že signály se mohou po rostlinném těle šířit různou rychlostí, záleží na momentálním vnitřním stavu buněk, který může být vyvolán předešlým signálem. Dobře patrné je to zejména u kalciových iontových kanálů (Garzón, Keijzer, 2011). A dále i fakt, že rostliny vykazují schopnost „ukládat informace“, které potřebují (Trewavas, 2005).

O pátém bodě toho mnoho nevíme. Uvědomují si rostliny sami sebe?

2.2.2 Má rostlinné tělo kapacity umožňující zpracování informací?

Otázka, jaké chování lze považovat za minimálně vědomé a jaké do této definice již nespadá, je spíše filozofická. Ale z praktického hlediska, pokud máme připustit myšlenku, že v rostlinách může docházet ke zpracovávání informací, musí to jejich těla umožňovat i fyziologicky.

Existují tři jevy přítomné v rostlinném těle, dovolující potencionální zpracování informací (Brenner, 2006):

- přenos elektrických signálů na větší vzdálenosti
- přítomnost molekul chovajících se v tělech živočichů jako neurotransmitery a neuroreceptory
- přítomnost „rostlinných synapsí“ a kumulace těchto synapsí

2.2.2.1 Přenos elektrických signálů v rostlinách

Elektrickou aktivitou v rostlinách se zabýval už Alexander von Humboldt (1797) a došel k závěru, že elektrická aktivita v tělech rostlin pracuje na stejných principech jako elektrická aktivita v tělech živočichů (Brenner, 2006).

Za původem elektrického náboje ve všech živých buňkách stojí mechanismus *iontové pumpy*, popsany v kapitole o neuronech.

Fromm a Fei (1998) zmiňují experiment: Vyschlá půda, ve které se nacházela rostlina byla znovu zavlažena. V kořenech rostliny vznikl *akční potenciál*, který během několika minut prošel floémem (lýkem) až k listům, kde ovlivnil přijímání CO₂ z ovzduší.

2.2.2.1.1 Akční a pomalý potenciál

Brenner s kolegy (2006) ve své práci shrnuje hlavní charakteristiky elektrických signálů v rostlinách:

Elektrické signály přenášené v rostlinách na dálku jsou dvojího druhu: *akční potenciál* a *pomalý potenciál*. Oba se projeví jako přechodná depolarizace *cytoplasmatické membrány* buňky (nachází se pod pevnou buněčnou stěnou). Oba dva mají strmý nástup periody.

Po projití obou druhů se buňka potřebuje nějaký čas vzpamatovat a po tu dobu je na další signály necitlivá.

Buňky upravují velikost svého elektrického potenciálu tím, že ze svého těla vypuzují elektricky nabitě ionty, nejčastěji sodíku, vápníku, chlóru, dusíku, vodíku a draslíku. Elektrický náboj akčního potenciálu je spojen s kladnými ionty chloridovými, draslíkovými a vápenatými. Pomalý potenciál se pojí s poklesem kladných iontů vodíku.

Avšak zatímco *akční potenciál* vznikne tak, že náboj cytoplasmatické membrány poklesne pod prahovou hodnotu za pomoci *iontových kanálů* (kanál, který z buňky vypouští jeden určitý druh iontů) nacházejících se v membráně buňky, *pomalý potenciál* vzniká vytlačením iontů z buňky náhlým nárůstem *turgoru* (vnitřní tlak, který tlačí membránu proti stěně buňky; protože probíhají osmotické procesy buňka se rozpíná a smršťuje, ale stěna zůstává pevná), takže je spojen se změnami hydraulického tlaku, který je příčinou pohybů některých rostlin.

Akční potenciál pracuje v rámci ano-ne, zatímco u pomalého potenciálu mají význam různé stupně intenzity signálu.

Vlny potenciálů jsou po rostlině nejpravděpodobněji přenášeny buňkami stěn *sítkovic* (Brenner, 2006) (rostlinné cévy v lýku, které vedou živiny), které ve stěnách obsahují *forisomy*. *Forisomy* jsou bílkoviny, jejichž molekuly se anizotropicky (řízené směrem působení) podle vystavení elektrickému poli smršťují či rozšiřují. V *sítkovicích* také plní funkci ventilů.

Akční a pomalé potenciály jsou vyvolávány různými podněty z okolí rostliny. Jejich šíření z buňky na buňku umožňují otvory v buněčné stěně, plasmodesmata.

2.2.2.2 Přítomnost neurotransmiterů

Je prokázáno, že rostliny produkují molekuly, které u živočichů plní funkci neurotransmiterů, a že se tyto molekuly účastní mezibuněčné komunikace (Baluška, 2005). Jsou to například acetylcholin, serotonin, dopamin, melatonin, GABA (kyselina gama-aminomáselná) a další (Garzón, Keijzer, 2011). Nicméně není úplně jasné, zda je jejich role i signalizační či pouze metabolická (Brenner, 2006).

Avšak je jasné, že *glutamát* a *auxin* plní v rostlinných tělech funkci neurotransmiterů tím, že buňky jimi zasažené reagují depolarizací své membrány ve smyslu výše vysvětlených potenciálů (Brenner, 2006). Specifikum auxinu spočívá navíc v tom, že je zároveň růstovým fytohormonem. Může volně prostupovat buněčnou stěnou i membránou.

2.2.2.3 Struktury v rostlinách podobné synapsím

K této problematice se vyjadřuje František Baluška a kolegové (2005):

Představují koncepci *plasmodesmat* jako rostlinných synapsí. V buněčných stěnách jsou otvory, *plasmodesmata*, které umožňují, aby buňka působila na jinou buňku. Skrz *plasmodesmata* procházejí neurotransmitery a ionty, zodpovědné za přenos informací.

Buňka působí jen na ty ostatní buňky, se kterými má společný příslušný *plasmodesmat*. Navíc buňky v různých pletivech mají různé tvary, a tím propojují různě vzdálené sousední buňky. Některé z nich jsou velmi protáhlé (hlavně v kořenech) a mohou tedy připomínat neurony. Tak se tvoří sítě pro cílené šíření různých druhů signálů po rostlinném těle. Avšak na rozdíl od klasických synapsí postrádá jejich rostlinný protějšek klíčový prvek a to dynamiku v navazování nových a rušení starých spojení. Neumožňují změnit kombinaci spojů.

U rostlin existuje také něco jako „*imunologická synapse*“, umožňující spojit rostlinnou buňku např. s buňkou kořenové houby a tak navázat symbiotický či parazitický vztah s jiným tvorem.

2.2.2.4 Teorie „kořenového mozku“

Teorii „kořenového mozku“ poprvé vyslovil Charles Darwin (1880) a ve svém článku jí shrnují i Garzón a Keijzer (2011).

Teorie vychází z předpokladu, že velká část rostlinné aktivity se odehrává v podzemí. Jsou to právě kořeny, resp. kořenové špičky, které přicházejí do styku s různými charakteristikami půdy, jako je vlhkost, ložiska minerálů, ložiska soli, parazité, překážky v růstu, velikost volného prostoru k rozšiřování, směr gravitace, přítomnost kyslíku a jiné kořeny.

Aby ze svého prostředí rostlina vytěžila maximum (a co nejvíce uspěla v evolučním závodu), kořenové špičky musí všechny tyto podněty v okolí rozpoznat a optimálně řídit růst kořene, ovládním jeho směru a rychlosti. Navíc je vhodné kořeny rozkládat rovnoměrně, aby rostlina zdroje využívala co nejefektivněji. A faktem je, že se činnost kořenových špiček jeví býti koordinovaná (Trewavas, 2005).

Elektrické signály procházející rostlinným tělem jsou v kořenových špičkách, resp. v *přechodové zóně* jako v jediném místě rostliny synchronizovány (Garzón, Keijzer, 2011 citují Masiho, 2009) a kořeny obsahují značné množství tzv. rostlinných synapsí, které komunikaci a koordinaci kořenových špiček umožňují (Baluška, 2005).

Navíc kořeny jsou také „přímo“ spojeny s celým tělem rostliny. *Přechodové zóny* jsou totiž jedním z pólů osy transportu neuropřenašeče a růstového fytohormonu auxinu napříč celým rostlinným tělem (druhý pól jsou listy). Auxin může mezi rostlinnými buňkami volně procházet (Baluška, 2005).

2.2.3 Využívají rostliny informace přijaté z okolí a jak?

Rostliny vykazují chování, jehož součástí je zdá se přijímání informací z okolí a porovnávání těchto s množinou informací uložených v těle rostliny. V některých případech to vypadá, že se dokáží v rámci adaptivního chování rozhodovat (přijímat a zpracovávat aktuálně přítomnou informaci) a mají schopnost i omezené paměti (uchovávat informace).

2.2.3.1 Příklady rozhodování rostlin v rámci adaptivního chování

Adaptivní chování se v podstatě děje na základě informace přijímané z okolí. Vyžaduje nejen to, aby byla informace správně přijata, ale aby byla také správně interpretována. Jenom poté je na novou či změněnou charakteristiku prostředí smysluplně reagováno. Uvedme pár příkladů:

„Kořeny například projevují takové vzorce růstu, které jim v budoucnu zajistí dostatek vody a minerálů“ (Garzón, Keijzer, 2011 s.157). Zároveň se ale aktivně snaží obcházet překážky v růstu a nebezpečí v podobě ložisek soli i proti svým gravitropickým instinktům (Garzón, Keijzer, 2011).

„Rostliny, které mají stejné množství živin jako jiné, ale mají navíc k dispozici více prázdného prostoru, rostou rychleji“ (Trewavas, 2005, s. 415). Zdá se, že rostliny soutěží o prostor jako takový a chovají se teritoriálně (McConnaughay, Bazzaz, 1991).

„Pokud je rostlině dáno na výběr ze dvou směrů růstu kořenů, z nichž v jednom je jiná rostlina, kořeny vždy stočí směr svého růstu do směru volného, pryč od možné konkurence. ... Pokud kořen rostliny narazí na kořen jiné rostliny, jeho růst se zpomaluje. ... Pokud jsou ale dva různí jedinci přinuceni růst ve stejné půdě příliš blízko sebe, růst kořenů se naopak zrychlí. Kořeny vyplní prostor mnohem dříve, a to i za cenu, že rostlina přichází o zdroje pro tvorbu semen“ (Trewavas, 2005, s. 415).

Navíc, kořenové špičky jsou schopné rozlišit kořeny téže rostliny. Rostlina nenapadá (u druhů, které vypouští do půdy toxiny) sama sebe a nesoutěží sama se sebou (Baluška, 2005). Dokonce: *„Pokud jsou klony téže rostliny odděleny, během několika týdnů se začnou jejich kořenové systémy vnímat jako cizí* (i když mají pořád stejnou DNA a jsou téhož druhu)“ (Trewavas, 2005).

Mechanismy, které toto vnímání rostlině dovolují, zatím nejsou zcela prozkoumané (Baluška, 2005).

Některým autorům (Trewavas, 2005) stačí tyto příklady adaptivního chování rostlin k tomu, aby je prohlásili za minimálně inteligentní a tedy cíleně zpracovávající informace.

2.2.3.2 Příklady paměťového chování rostlin

Paměťové chování je způsob práce s informací. Aktuální skutečnost je přeměněna na informaci, která je zapsána do struktury organismu tak, aby jí organismus mohl využívat (dočasně či trvale) i poté, co původní podnět pominul.

Nejlépe je u rostlin zdokumentované chování paměťově dlouhodobé, které se váže na tzv. vnitřní hodiny. Květy se např. otvírají přibližně ve stejnou dobu, ať svítí slunce či nikoli, protože si rostlina „pamatuje“, že tou dobou slunce vychází (Garzón, Keijzer, 2011).

Existuje i chování paměťově krátkodobé. Past *mucholapky podivné* sklapne jen v tom případě, že je po prvním podráždění smyslového vlásku podrážděn i další a to v intervalu kratším než 40 sekund (Garzón, Keijzer, 2011). Rostlina si pro tento případ musí pamatovat, jestli už uběhlo 40 sekund či nikoli.

Zajímavá je z tohoto hlediska noční reorientace listů druhu *Lavatera cretica*. Ve dne listy následují slunce, což je běžný příklad heliotropického chování. Avšak v noci se listy přeorientovávají zpět k východu slunce, resp. k místu, odkud poprvé dopadalo přímé sluneční světlo, aby mohly zachytit co nejvíce slunečních paprsků. A udělají to několik dní po sobě totožně, nezávisle na pohybech, které vykonávaly během denního cyklu (Schwarz, Koller, 1986). Rostlina si v tomto případě očividně pamatuje, kde vyšlo slunce minulý den.

2.2.3.3 Učení u rostlin?

Pokud se rostliny umí rozhodovat a umí si i pamatovat dokážou se poučit ze svých předchozích rozhodnutí? Jak by bylo něco takového vůbec možné vzhledem ke stavbě rostlinného těla?

Anthony Trewavas (2005, s. 414) předkládá na toto ožehavé téma zajímavé úvahy: „*Informační kanály (trasy přenosu potenciálů) se mohou větvit, sbíhat se, změnit směr svého toku, spojovat se a navzájem se ovlivňovat. Učení je výsledkem posílení toku informací jednou cestou na úkor jiných tak, jak se to děje v jednoduchých mozcích.*

Množství přenašečů, které tato cesta využívá je poté zvětšeno nebo je návaznost po sobě jdoucích kroků (kroků při přenosu signálu) posílena fosforylací.“

V jiné práci poukazuje (Trewavas, 2003, s. 14) na tento rozdíl mezi „učením“ živočichů a rostlin: *„V mozku může být proces učení reprezentován sérií momentů, kdy se vytvářejí nová spojení mezi buňkami v mozku. Avšak u rostlin jde o vytvoření nové sítě plasmodesmatálních propojení, neboli nově účinné tkáně. Takže namísto změny dendritických spojení, rostliny vytváří novou síť vytvořením nové tkáně.“* Nutno dodat, že staré tkáně nezanikají a jsou stále částí systému. Signální výstupy starých tkání jsou vstupy tkání nových.

Těžko říci, jak a zda vůbec rostliny tohoto svého potenciálu využívají.

2.2.4 Náš pohled na základní strategie komunikace informací v rostlinném těle

Výše uvedené příklady a argumenty nám dovolují přemýšlet o rostlinách jako o organismech, které aktivně pracují s informacemi. Pokusme se tedy uvedené poznatky vyhodnotit v rámci našeho uvažování v podobném duchu, jako jsme hodnotili informační systémy lidské společnosti v první části práce.

2.2.4.1 Podoba informace uvnitř informačních struktur rostlinného těla

Informace uvnitř rostlinného těla mají podobu elektrických a chemických signálů. Co do obsahu jsou jednoduché, o stavu okolního a vnitřního prostředí. Jsou reprezentovány molekulami (neuro)transmitterů a dvěma druhy elektrických potenciálů - *akčním potenciálem* a *pomalým potenciálem*.

Akční potenciál je spojený s koncentrací vápenatých, chlorových a draselných iontů, kterou upravují iontové kanály. Pomalý potenciál se pojí s koncentrací iontů vodíku, kterou upravuje turgor. Hlavními trasami pro přenos potenciálů a transmisních molekul jsou pravděpodobně *sítkovice*. Tyto trasy sílí tím více, čím účinnější je jejich využívání. Účinnější jsou posíleny, méně účinné oslabeny.

U akčního potenciálu nezáleží na intenzitě, záleží pouze na jeho přítomnosti či nepřítomnosti. U pomalého potenciálu hraje roli jeho síla, je stupňovaný. Pomalý potenciál se pojí s pohyby rostliny (u mucholapky, či netýkavky) a vyskytuje se pouze u rostlin.

2.2.4.2 Jaký smysl mají informační struktury uvnitř rostlinného těla?

Mluvit o něčem, jako jsou informační potřeby či komunikační motivy, je na buněčné úrovni příliš vznešené. Přítomnost informačních struktur v těle rostliny všem buňkám a tedy i celému rostlinnému organismu nejspíše pomáhá „pouze“ lépe přežít tak, že jim umožňuje účinněji se adaptovat na své prostředí.

2.2.4.3 Charakteristika komunikace informací napříč tělem rostliny

Komunikace je *masová*, signály zasahují více buněk najednou. Jsou však sektorově směřované, s přesností na kořen či list. Je dále *symetrická* a *obousměrná*, a informace jsou *standardizované* a *nepersonalizované*.

Je tomu tak proto, že rostliny nemají žádné buňky specializované na přenos informací. Všechny rostlinné buňky se účastní informačních procesů. Avšak teorie kořenového mozku považuje za místo rozhodování kořeny rostliny.

2.2.4.4 Řízení toku informací v těle rostliny?

Za hlavní organizátor toku informací v rostlinách, lze v úrovni spekulace považovat systémy distribuující napříč rostlinným tělem růstový fytohormon auxin.

Pokud má rostlina významně reagovat na změněnou charakteristiku okolního prostředí, musí její některé části zjednodušeně řečeno buď růst a nebo nerůst. Auxin v tomto smyslu umožňuje části rostliny reagovat na signály, nebo naopak při nedostatku živin pro růst jeho nepřítomnost tyto reakce nepovoluje. Navíc je známé neurotransmiterní chování auxinu v těle rostliny, takže signály může i přenášet.

Auxin dokáže prostupovat buněčnou stěnou i cytotatickou membránou, takže se může „vyhnout zácpě“ v plasmodesmatech. Jeho transport je *polární*, má daný směr a nepohybuje se po rostlině náhodně.

2.3 Informační struktury v tělech živočichů

Informační struktury v tělech živočichů jsou oproti rostlinným mnohem lépe prozkoumané a lze dokonce říci, že základní princip je všeobecně povědomý: Informace jsou přenášeny nervovými vlákny do mozku, který je zpracovává.

Samozřejmě, tak jednoduché to není. Ale tento „lidový“ pohled na věc odráží důležitost mozku. Je to orgán, jehož hlavním účelem je zpracování informací. Z toho je patrné, jak moc je informace v biologickém světě důležitá.

Pakliže v našem porovnání nahlížíme na rostliny jako na nejjednodušší možné biologické mnohobuněčné informační systémy, pak lidský mozek je v této oblasti naopak tím nejsložitějším, co může příroda nabídnout.

Představme si tyto dva druhy systémů jako krajní případy osy všech informačních systémů, které lze najít v živých organismech a můžeme získat hrubou představu i o strategiích systémů, které jsou umístěny mezi konci. V důsledku evoluce jsou totiž všechny založené na stejných základních principech. Proto se v této části budeme věnovat lidskému mozku.

2.3.1 Neurony, základní stavební kameny informačních sítí mozku

„Neurony jsou živé buňky, které byly dlouhým vývojem donuceny se specializovat na co nejúčelnější zpracování, uchování a přenos informací. Jsou proto základem celé velmi složité struktury mozku, charakterizované především způsobem a složitostí jejich vzájemného propojení“ (Novák, 1993, s. 37).

Mají tři části: *dendrity*, *soma* a *axon*. Podle uspořádání a tvaru částí neuronu rozlišujeme několik různých druhů těchto buněk. Dále rozlišujeme neurony podle elektrofyziologických vlastností (podoby signálu, který generují).

2.3.1.1 Funkce neuronu

Mechanismy vnitřních funkcí neuronu nejsou zcela objasněny (Novák, 1993), proto se budeme věnovat funkcím zjevným navenek.

„Každý neuron vykazuje bioelektrickou aktivitu. Jeho napětí je asi -75 mV. V klidovém stavu má záporný náboj. Podráždění neuronu vede ke změně jeho náboje z -75mV na 55mV. Současně dochází k výměně iontů draslíku, sodíku a také iontů vápenatých a chlórových na synapsích“ (Cejpek, 2006, s. 19).

Jak funguje přenos potenciálu si přiblížíme na všeobecně přijímaném tzv. *membránovém modelu funkce neuronu*, jak jej prezentuje prof. Novák a jeho kolegové (1993). Tento model operuje s představou, že hlavní roli při přenosu signálu hrají dva druhy membrány neuronu. V té se nachází iontové pumpy a různé iontové kanály.

2.3.1.2 Iontová pumpa a jak vzniká v buňkách elektrický náboj

Ukážeme si případ sodíkové iontové pumpy. Sodíková iontová pumpa je útvar v membráně buňky, který „sbírá“ ze vnitřku buňky (intracelulárního prostoru) ionty Na^+ . Pokud nasbírá tři ionty Na^+ , pumpa se otevře (přesněji jí otevře molekula fosfátu z ATP a dojde k *fosforylaci* iontové pumpy za spotřeby ATP) směrem ven a vyvrhne sodíkové ionty do okolního prostoru. Do otevřené pumpy se však v vzápětí z vnějšku (extracelulárního prostoru) „natlačí“ dva ionty K^+ .

Ty pumpu zase uzavřou (draselné ionty se naváží na fosfát, který jí drží otevřenou) a pumpa se překlápí zpět dovnitř (*defosforylace* iontové pumpy). Draselné ionty se tak dostanou dovnitř a sodíkové ven. Celý proces se pak opakuje (Alberts, 2004).

Sodíková iontová pumpa tedy mění 3 Na⁺ za 2 K⁺. Existují však i další druhy iontových pump, které mění jiné dvojice iontů, a přivádí do buňky ionty záporné (zejména Cl⁻ a K⁻). Pomocí koncentrace příslušných iontů (s příslušným elektrickým nábojem) buňka (neuron) ovlivňuje svůj celkový elektrický náboj.

2.3.1.3 Iontové kanály a jak se elektrický potenciál šíří

Membrány na povrchu neuronů jsou dvojího druhu. První typ je *membrána transmissní*, pokrývá soma a dendrity. Druhá je *membrána vodivá*, pokrývá axon. *Signál se pak šíří tímto způsobem* (Novák, 1993):

Iontové kanály na povrchu *transmissní membrány* jsou ovládány chemicky. Reagují otevíráním a nebo zavíráním se při zasažení určitou chemickou látkou, *neurotransmitterem*. Zasažené kanály začnou buď více nebo méně propouštět ionty skrz membránu buňky. Výsledkem je, že se tato membrána může v místě zasažení buď *depolarizovat* nebo *hyperpolarizovat*.

Různé potenciály se z různých míst dominováním efektem šíří k somatu. V membráně somatu se sečtou účinky všech potenciálových vln. *Depolarizační* vlny vnitřní potenciál neuronu přibližují k 0, zatímco *hyperpolarizační* vlny vnitřní potenciál posilují směrem k - .

Pokud elektrický potenciál jádra neuronu dosáhne díky činnosti transmissní membrány tzv. *prahové úrovně*, spustí se činnost *vodivé membrány*. Ta pokrývá axon a iontové kanály na jejím povrchu jsou ovládány elektricky. Při zasažení elektrickým potenciálem se iontové kanály otevírají, propouští ionty a ovlivňují tím vnitřní prostředí axonu. Neuron se „vybije“ (resp. přejde ze záporného náboje v kladný) a než se zase „nabije“ je necitlivý k dalším podnětům. V synaptických spojeních na konci axonu elektrický náboj způsobí uvolnění molekul neurotransmiterů.

2.3.2 Synapse

Synapse je místem přenosu signálu mezi neurony. Jeden neuron může mít na koncích svého axonu i více druhů synapsí. Je to praktický způsob spojení. Neurony jimi nejsou spojeny „na tvrdo“. To dovoluje spoj podle potřeby navazovat, rozvolňovat a zase obnovovat, to vše aniž by došlo k ohrožení vnitřního buněčného prostředí. Rovněž, pokud jeden neuron umírá, neovlivní tím vnitřní prostředí neuronů s ním synapticky spojených.

Díky tomu byly synapse dlouhou dobu považovány za místo, kde se v podstatě odehrává myšlení (právě tím, jak se synaptická spojení utvářejí a rozvolňují) a neurony jen za jakési elektrárny. Synapsí známe několik druhů a mají tyto charakteristiky (Koukolík, 2005; Novák, 1993):

2.3.2.1 Synapse chemické

Mohou být mezi axonem a dendritem, mezi axonem a somatem anebo mezi axonem a axonem. Na konci axonu je tzv. *synaptický váček*, ve kterém jsou uloženy neurotransmitery. Axonem přichodzí elektrický potenciál otevře tento váček a vypustí molekuly do *synaptické štěrbiny*, což je volný (resp. obsahuje mozkomíšni mok, *liquor*) prostor. Synaptická štěrbina je velmi úzká, kolem 20 nm, aby neurotransmitter mohl „doletět“ na jiný neuron.

Při kontaktu s transmisní membránou pak neurotransmitter způsobuje reakce, jak jsme o nich mluvili výše. Z toho pohledu můžeme synapse rozdělit na *inhibiční*, ty „utlumují“ resp. hyperpolarizují zasažené místo membrány, nebo *excitační* ty „vzrušují“ resp. depolarizují zasažené místo membrány. Chemická synapse může mít více bran, tj. více váčků s různými druhy neurotransmiterů (Novák, 1993). Je vývojově dokonalejší a v lidském mozku jasně dominuje.

2.3.2.2 Synapse elektrické

Kromě chemických synapsí existují i *synapse elektrické*, které přenáší elektrický náboj pomocí kanálků, jimiž prochází ionty přímo z buňky do buňky. Spojují membrány těsně přiléhající k sobě.

Elektrické synapse mohou pracovat mnohem rychleji, avšak nemají zisk - signál vedený cestou složenou pouze z elektrických synapsí by se postupně ztratil. Navíc, potenciál vyvolaný na *postsynaptické* buňce (příjemci informace) je v případě elektrických synapsí stejného druhu, jako na *presynaptické* buňce (odesílatel informace) (Hestrin, 2011). Tedy excitace presynaptické buňky excituje i postsynaptickou a obdobně u inhibice.

Elektrické synapse jsou evolučně starší, vyskytují se zejména v rybích mozcích. U člověka pak v čichovém ústrojí (Novák, 1993).

2.3.2.3 Efaptické párování

Mimo synapse byl přenos signálu popsán i indukcí elektrického pole. Pozorován byl mezi paralelními *axony pokrytými myelinovou pochvou* v mozkové kůře (Binczak, 2000).

2.3.3 Glie, je v nich víc

Ostatních prvků a zejména *gliových buněk* je v systémech mozku naprostá většina, až 90% z celku (Allen, Barres, 2009). Dlouhou dobu byl význam glií přehlížen na úkor neuronů a synapsí. *Glie* je označení pro všechny buňky přítomné v mozku, které postrádají schopnost přenášet elektrické signály a proto byly v neurovědě neoprávněně opomíjené. Jejich nedávno objevené funkce a vlastnosti dobře shrnují ve svém článku, publikovaném v časopisu *Nature*, Nicola J. Allen a Ben A. Barres (2009).

Gliové buňky známe trojího druhu: *microglia*, *oligodendrocyty* se *Schwannovými buňkami* a *astrocyty*. Z nových poznatků vyplývá, že glie se rovněž podílí na informačních procesech v mozku.

2.3.3.1 Mikroglia

Jsou to malé buňky, které se volně pohybují prostorem mozkomíšního moku. Vyvinuly se z buněk imunitního systému. Jejich funkce spočívá v odstraňování mrtvých a poškozených buněk, virů, bakterií následků různých poškození v podobě „vylitých“ krevních destiček a podobně.

Jejich informačně-systémová funkce spočívá v tom, že „rozpojují“ nepotřebné synapse. Tím umožňují proces remodelování neurální sítě, který je základem mentální aktivity živočichů.

2.3.3.2 Oligodendrocyty a Schwannovi buňky

Jsou to buňky, které přiléhají k axonům. Jejich funkcí je tvořit myelin. *Myelin* je hmota bohatá na tuky, která zlepšuje vodivost nervových vláken tím, že je izoluje a odstiňuje. Díky tomu se v myelinovaných vláknech signál přenáší rychleji a čistěji. Díky myelinu mohou být neuronové sítě daleko menší a jemnější. Bez myelinu by totiž vodivost axonu neuronu závisela pouze na průměru vlákna - čím větší průměr, tím větší vodivost.

Oligodendrocyty a Schwannovi buňky také směřují nervová vlákna k místu zrodu nové synapse. Rovněž je předpokládáno, že mohou reagovat na přímý elektrický podnět z neuronu (Allen, Barres, 2009). Informačně-systémová funkce je tedy jasná. Oligodendrocyty „dohlíží“ na správný přenos informace a přenos informace optimalizují.

2.3.3.3 Astrocyty

Zjednodušeně řečeno astrocyty „krmí“ neurony. Přiléhají jedním koncem ke krevní cévě a druhým buď k somatu a nebo k axonu. Z krevního řečiště vybírají kyslík, glukózu a molekuly používané jako neurotransmitery. Za tím účelem jsou schopny ovládat krevní cévy, stahovat je a roztahovat podle potřeby a tím ovlivňovat krevní tlak.

Udržují *homeostázu* (homeostáze = stálost nějaké veličiny na určité hodnotě) v mozku tím, že z okolního prostředí sbírají uniklé molekuly neurotransmiterů, které nedosáhly cíle, ionty uvolněné z iontových kanálků apod. Oddělují od sebe neurony, které jsou příliš blízko u sebe, aby se nedotýkaly.

Daleko zajímavější je však fakt, že zhusta přiléhají přímo k synapsím. Nejenom, že astrocyty ovlivňují a kontrolují úroveň chemické komunikace v synapsi, ale zároveň hojně přispívají k tomu, že se synapse tvoří (Ullian, 2001). Typická synapse má tedy vlastně tři části, dva neurony a astrocyt. Je také prokázáno, že astrocyty se spolu „domlouvají“ pomocí vln vápníkových iontů a dokonce komunikují i přímo s neurony (Allen, Barres, 2009).

Informačně systémová úloha astrocytů je pomáhat aktivně formovat informační síť a udržovat jí v chodu. Dále umožňují správný přenos informací v synapsích tím, že ovlivňují koncentraci molekul neurotransmiterů.

2.3.3.4 Humorální mechanismy

Zmínku o humorálních, čili celotělových systémech nelze vynechat. Avšak nebudeme se jim v této práci podrobně věnovat. Je to systém *endokrinních žláz* vylučujících hormony, živiny, specializované buňky a jiné látky do krve, lymfy a mozkomíšního moku.

Jelikož jsou tato tři prostředí propojená (samozřejmě na určitých místech, určitými prostředky a za určitých okolností), látky mohou přecházet z jednoho prostředí do druhého a tudíž ovlivňovat činnost neuronů, glií a synapsí.

2.3.4 Náš pohled na základní strategie komunikace informací v živočišném těle

Pokusme se tedy nějak interpretovat základní principy fungování lidského mozku, jak jsme je výše uvedli, v duchu našeho přehledu. Zajisté bychom tyto základní principy objevili i u nervových soustav jiných živočichů.

2.3.4.1 Podoba informace uvnitř informačních struktur lidského mozku

Na nejzákladnější úrovni jsou to signály, reprezentované elektrickým nábojem či neurotransmitery. Když ale nahlédneme na věc z větší perspektivy, naskytne se nám jiný pohled. Informaci si lze v nervové síti představit, jako velmi složitý prostoročasový vlnový obrazec.

Roli hraje časová složka, neboť má svojí informační váhu, kdy je kde jaká úroveň potenciálu, kdy a kde se excitace mění v inhibici, kdy je to naopak, a kdy se stav pouze přenáší z buňky na buňku. Také kdy dochází k součtu jakých signálů a kdy naopak signály rozdělit. Všechny tyto okolnosti se mění s časem.

Zároveň záleží i na prostorovém vzoru spojení neuronů, nervových drahách. Klíč k určení informační mohutnosti a výkonnosti mozku se skrývá především v hustotě neuronů a v počtu jejich vzájemného propojení. Na jeden neuron připadá 10 až 100 tisíc propojení. „*To znamená, že celková informační mohutnost neuronových sítí lidského mozku, měřená součinem počtu neuronů a možnosti jejich vzájemného spojení dosahuje řádu asi 0.1 až 10 trilionů*“ (Novák, 1993, s. 39).

V kombinaci vlnových funkcí potenciálů s uspořádáním prostorového grafu drah těchto vln se s největší pravděpodobností skrývá podoba informace. Pro každou jednotlivou informaci je tento prostoročasový obrazec jiný.

2.3.4.2 Účel nervových sítí v tělech živočichů?

Podobně jako u rostlin, informační struktury poskytují organismu a jeho jednotlivým buňkám nástroj k přežití. Na rozdíl od rostlin jsou ale prostředky poskytované těmito strukturami živočichům více sofistikované.

Čím vývojově vyšší živočich, tím sofistikovaněji používá své vnitřní informační struktury.

Vyšší mentální funkce přítomné u člověka, především uvědomování si sebe sama a emoce nejsou (podle stávající hlavní hypotézy kognitivní vědy: CRUM) pro vysvětlení poznávacích procesů u člověka nutné (Thagard, 2001).

Nabízí se proto otázka: Jsou vyšší mentální funkce jen vedlejším efektem snahy organismu, resp. lidského mozku, o přežití a rozmnožení? A nebo jsou vyšší mentální funkce součástí jiné podstaty, která shodou okolností našla v rozvíjejících se mozcích živočichů způsob, jak se projevat? A šlo by pak o symbiózu nebo parazitismus?

2.3.4.3 Charakteristika komunikace informací v nervových sítích živočichů

Komunikace v neuronových sítích je *standardizovaná*, signály mají ustálenou podobu. Je *jednosměrná*, protože postavení *presynaptické* a *postsynaptické* buňky se nemění.

Je rovněž *individuální*, neboť stejný signál by na jiném místě vyvolal jinou odezvu. Individualita komunikace se projevuje jako přítomnost *axonů*, *dendritů* a *synaptických spojení*. Signál je cíleně zaměřován v úrovni rozlišení neuronových subsítí, projevuje se to přítomností mozkových center.

2.3.4.4 Zpětná vazba

Pokud vezmeme mozek jako celek, jako informační systém, pak zpětná vazba, kterou dostává je realizována signály humorálních mechanismů - hlad, žízeň, únava, strach, připravenost k boji či útěku, sexuální touha apod.

Zároveň mozek porovnává, jaká reakce se dostaví po určité akci, zejména je to patrné v motorické oblasti. Může být jak *kladná*, tak i *záporná*, záleží na tom, jak mozek vyhodnotí příchozí podněty. Ale například bolest je příkladem záporné zpětné vazby, slast příkladem zpětné vazby kladné.

2.3.4.5 Hlavní organizační nástroj toků informací?

V informačních strukturách mozku při našich úvahách nacházíme na buněčné úrovni řídicí struktury ne nepodobné metadatovým informačním strukturám v systémech lidské společnosti.

Je to systém gliových buněk. Ty v podstatě svou činností, která zahrnuje utváření, ničení a správu synapsí, vyživování neuronů, udržování homeostáze v mozku a další „rozhodují“ o tom, kam a v jaké kvalitě signál půjde. Která nervová cesta je zastaralá, která se má posílit. Kde je třeba vytvořit více synapsí a kde naopak jejich počet redukovat.

Na základě poznatků, že spolu gliové buňky mohou „mluvit“ a zároveň „sledovat“ signály, které probíhají v neuronech a na základě těchto aktivit se následně „rozhodovat“, můžeme spekulovat, že v časoprostorových obrazcích komunikace gliových buněk, objevujících se synchronně s průchodem určitého signálu, jsou zakódovány informace o právě procházejícím signálu. Potom by se jednalo o analogii metadat s externím uložením, kde by byl nejspíše zaznamenán start signálu, cíl signálu a jeho „důležitost“.

Fakt, že neurony mají různou velikost tzv. *prahové úrovně*, hodnoty, které musí být dosaženo aby *soma* vyslalo signál (Novák, 1993), otevírá potenciální možnost i analogii k metadatům s interním uložením.

Pokud by se neuron nějakým způsobem ze signálu „dozvěděl“ (pravděpodobně z nějaké vlnové charakteristiky) pokyn, zda má svoji *prahovou úroveň* zvýšit anebo snížit, mohla by se tak v globálu regulovat citlivost na signál, čili rychlost reakce na nějaký podnět. Citlivost na důležité ale slabé podněty by takto mohla být zvyšována, citlivost na nedůležité avšak silné podněty naopak snižována. Jednalo by se teoreticky o jakási „ladící“ metadata. Vnitřní informační mechanismy neuronu ale nejsou dosud zcela prozkoumány.

Závěry

Jak tedy dopadl náš pokus o nalezení analogií mezi různými druhy systémů? Jaké závěry je možné vyvodit z našich úvah založených na nedávných vědeckých poznacích? Připomeňme hypotézu: *Mezi různými způsoby komunikace informace uvnitř různých komunikačních systémů lze nalézt nezávisle na jejich podstatě a původu konkrétní podobné rysy.* Můžeme k ní pronést tato vyjádření:

Za původem informace ve všech informačních systémech lze najít fyzický podnět.

Jediným systémem, kde informace „vznikají i z jiných informací“ se zdá být mozek, který patří do informačních systémů živočichů.

Dá se předpokládat, že každý informační systém do určité míry operuje s významem informací v něm přítomných. Podle toho, jaký význam informace nese, tak je směřována řídicími prvky: u systémů lidské společnosti to jsou části zabývající se (automatickým) zpracováním dokumentů pomocí předmětových pořádacích soustav, u mozku soustavy gliových buněk a u rostlin systémy zodpovědné za transport auxinu.

U všech třech domén informačních systémů je přítomen prvek, který může ovládat komunikaci informací v něm, avšak pouze u informačních systémů lidské společnosti a u mozku jsou přítomny také kapacity, umožňující i využití informace o právě zpracovávaném signálu/dokumentu (metadata, signály gliových buněk).

Každý ze systémů zjevně staví na jiném základním principu. U systémů lidské společnosti hraje největší úlohu předmět a původ informace. U rostlinných systémů účel informace. U mozku je to prostoročasová vlnová funkce, její vývoj a interakce - čili aktuální podoba informace a její proměny.

Každý ze systémů má jinou hlavní přednost. U společenských systémů je to dokument - umožňuje informaci libovolně uchovávat, organizovat, množit a sdílet.

U mozku jsou to synapse - v jejich kombinatorickém potenciálu se skrývá neuvěřitelná informační mohutnost a výpočetní výkon; umožňují paralelní zpracování několika vlnových funkcí najednou (počítačové programy dosud ve většině používají sériový postup řešení příkazů).

U rostlin je to teoretická schopnost uchovávat a pracovat s neomezeným množstvím informací. Informace do nich totiž doslova vrostou (narážím na mechanismy popsané Trewavasem v teorii o učení rostlin, ale lze si to připodobnit např. na letokruzích). Jejich jednoduchost jim také dává schopnost se propojit s jiným systémem („imunologické synapse“ v kořenech).

Mezi všemi třemi informačními systémy je mozek - lidský a vyšších tvorů - ten nejvíce sofistikovaný. Na druhém místě jsou rostlinné systémy. Poslední jsou systémy lidské společnosti. I přes svou automatizaci v některých oblastech pořád vyžadují zásahy a pomoc člověka. Nejsou zcela automatické, jako je tomu u přírodních systémů, a neexistují předpoklady o tom, že by se mohly stát autonomními (uvědomovat si sami sebe).

Ze všech našich úvah vyplývá poslední sdělení, které považujeme za celkový výsledek našeho odborného zamyšlení, souhrné vyjádření k hypotéze.

Analogie mezi informačními systémy z říše rostlin, zvířat a lidské společnosti lze najít pouze v obecném pohledu a širších konceptech nebo naopak v těch naprosto nejzákladnějších věcech. Při důkladnějším zkoumání struktury se ale tato iluze rozplývá. To velmi znesnadňuje tvorbu hybridních systémů, kdy je jeden druh informačního systému inspirován jiným.

Nicméně, tento směr vědeckého bádání může jednoho dne přispět k tomu, že bude možné informační systémy pracující na různém základě účinně propojovat. Mohly by tak vzniknout kompozitní systémy se zajímavými vlastnostmi, schopné řešit i problémy na něž současné informační systémy nestačí.

Seznam použitých zdrojů

ALBERTS, Bruce et al. 2010. *Essential Cell Biology*. New York : Garland Science. ISBN 9780815341307.

ALLEN, Nicola J. a BARRES, Ben A. 2009. Neuroscience: Glia - more than just brain glue. *Nature*. Vol. 457, no. 5, s. 675 - 677. ISSN 00280836.

ALPI, Amedeo et al. 2007. Plant neurobiology: no brain, no gain? In *TRENDS in Plant Science*. Vol.12, no. 4, s. 135-136. ISSN 13601385.

BALÍKOVÁ, Marie. 2003a. Indexace. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000001549&local_base=KTD.

BALÍKOVÁ, Marie. 2003b. Selekční jazyk. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000001625&local_base=KTD.

BALUŠKA, František, VOLKMANN, Dieter a MENZEL, Diedrik. 2005. Plant synapses: actin-based domains for cell-to-cell communication. *TRENDS in Plant Science*. Vol. 10, no. 3, March, s. 413-419. ISSN 13601385.

BERTALANFFY, Ludwig von. 1950. An outline of general system theory, *The British journal for the Philosophy of science*. Vol. 1, no. 2, s. 134-165. ISSN 00070882.

BINCZAK S., EILBECK J.C. a SCOTT A.C. 2000. *Ephaptic Coupling of Myelinated Nerve Fibers* [online]. Edinburg: Heriot-Watt University [cit. 2012-04-20]. Dostupné z: <http://www.ma.hw.ac.uk/~chris/ephaptic2.pdf>

BRENNER, Eric D., STAHLBERG, Rainer, MANCUSO Stefano, VIVANCO Jorge, BALUŠKA, František a VAN VOLKENBURGH, Elizabeth. 2006. Plant neurobiology: an integrated view of plant signaling. *TRENDS in Plant Science*. Vol. 11, no. 8, s. 413-419. ISSN 13601385.

BRIET, Suzanne Renée. 2006. *What is documentation?*. Lanham: Scarecrow Press. ISBN 0810851091.

BUCKLAND, Michael. 1998. What is a "digital document"? *Document Numérique* [online]. Vol. 2, no. 2, s. 221-233. [cit. 2012-14-5] ISSN 12795127. Dostupné z: <http://people.ischool.berkeley.edu/~buckland/digdoc.html>.

CATHRO, Wawrick. 1997. Metadata: An overview. *National Library of Australia Staff Papers* [online]. August. [cit. 2012-03-22]. Dostupné z: <http://www.nla.gov.au/openpublish/index.php/nlasp/article/view/1019/1289>.

CEJPEK, Jiří. 2008. *Inaformace, komunikace a myšlení*. Praha: Krolinum. ISBN 9788024610375.

CELBOVÁ, Ludmila. 2003a. Administrativní metadata. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000512&local_base=KTD.

CELBOVÁ, Ludmila. 2003b. Archivační metadata. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000516&local_base=KTD.

CELBOVÁ, Ludmila. 2003c. Informační produkt. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-03-29]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000886&local_base=KTD.

CELBOVÁ, Ludmila. 2003d. Metadata. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000543&local_base=KTD.

CELBOVÁ, Ludmila. 2003e. Metadata pro právní nároky. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR, [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000544&local_base=KTD.

CELBOVÁ, Ludmila. 2003f. Nosič dat. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-03-30]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000909&local_base=KTD.

CELBOVÁ, Ludmila. 2003g. Popisná metadata. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000549&local_base=KTD.

CELBOVÁ, Ludmila. 2003h. Strukturální metadata. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000560&local_base=KTD.

CELBOVÁ, Ludmila. 2003i. Technická metadata. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000564&local_base=KTD.

DARWIN, Charles, DARWIN, Francis. 1880. *The power of movements in plants*. London: John Murray.

DEESE a KAUFMAN. 1957. Serial effects in recall of unorganized and sequentially organized verbal material. *Journal of Experimental Psychology*. Vol. 54, no. 3, s. 180-187. ISSN 00963445.

FISHBEIN, M. a AJZEN, I. 1975. *Belief, attitude, intention, and behavior : an introduction to theory and research*. Reading: Addison-Wesley Pub. ISBN 9780201020892.

- FROMM, Jörg a FEI, Houman. 1998. Electrical signalling & gas exchange in maize plants of drying soil. *Plant Science*. Vol. 132, no 2, s. 203–213. ISSN: 03788709.
- GARZÓN, Paco Calvo a KEIJZER Fred. 2011. Plants: Adaptive behavior, root-brains, and minimal cognition. In *Adaptive Behavior*. Vol. 19, no. 3, s. 155–171. ISSN 10597123.
- HESTRIN, Shaul. 2011. The strength of electrical synapses. *Science*. Vol. 334, no. 6054, s. 315–316. ISSN 00368075.
- HODGE, Gail M. 2004. *Understanding metadata*. Bethesda: NISO Press. ISBN 1880124629.
- HUMBOLDT, Alexander von. 1797. *Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfasern nebst Vermuthungen über den chemischen Process des Lebens in der Thier und Pflanzenwelt*. Posen: Decker und Compagnie.
- IFLA. 2009. *Functional requirements for bibliographic records* [online]. Dostupné z: http://www.ifla.org/files/cataloguing/frbr/frbr_2008.pdf
- JONÁK, Zdeněk. 2003a Data. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-03-13]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000442&local_base=KTD.
- JONÁK, Zdeněk. 2003b. Informační ekonomie. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-03-29]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000504&local_base=KTD.
- JONÁK, Zdeněk. 2003c. Informační trh. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-03-29]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000003174&local_base=KTD.
- JONÁK, Zdeněk. 2003d. Informační věda. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-05-10]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000472&local_base=KTD.
- JONÁK, Zdeněk. 2003e. Komunikace. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-03-13]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000002774&local_base=KTD.
- JONÁK, Zdeněk. 2003f. Poznatek. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-03-29]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000484&local_base=KTD.
- JONÁK, Zdeněk. 2003g. Znalost. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-03-13]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000498&local_base=KTD.
- JONAS, Hans. 1968. Biological foundations of individuality. *International Philosophical Quarterly*. Vol. 8, s. 231–251. ISSN 00190365.
- KOUKOLÍK, František. 2005. *Mozek a jeho duše*. Praha : Galén.

KUČEROVÁ, Helena. 2003a. Databáze. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000089&local_base=KTD.

KUČEROVÁ, Helena. 2003b. Faktografická informace. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-06]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000395&local_base=KTD.

MACHIN, Stephen. 2011. Metadata and metacontent. In: *Meta 2011*. Canberra: Institute of Metadata Management, May 25-27. Dostupné z: <http://www.metalounge.org>.

MASI, E. et al. 2009. Spatio-temporal dynamics of the electrical network activity in the root apex. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. Vol. 106, no. 10, s. 4048–4053. ISSN 0273113400278424.

MATUŠÍK, Zdeněk, JONÁK, Zdeněk. 2003. Dokument. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-03-19]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000502&local_base=KTD.

McCONNAUGHAY, K. D. M. a BAZZAZ, F. A. 1991. Is physical space a soil resource? *Ecology*. Vol. 72, no. 1, s. 94–103. ISSN: 00129658.

McQUAIL, Denis. 2007. *Úvod do teorie masové komunikace*. Praha, Portál. ISBN 9788073673383.

MLÁDKOVÁ, Ludmila. 2005. *Moderní přístupy k managementu: tacitní znalost a jak ji řídit*. Praha: C. H. Beck. ISBN 8071793108.

NOVÁK, Mirko, FABER, Josef, KUFUDAKI, Olga. 1993. *Neuronové sítě a informační systémy živých organismů*. Praha, Grada.

OTLET, Paul. 1934 *Traité de documentation*. Belgica: Mundaneum.

PSTRUŽINA, Karel. 1994. *Etudy o mozku a myšlení*. Praha : VŠE. ISBN 8070792809 .

RANGANATHAN, Shiyali Ramamrita. 1963. *Documentation and its facets*. London: Asia Publishing House.

SODOMKOVÁ, Jana. 2003a. Archiv. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000001971&local_base=KTD.

SODOMKOVÁ, Jana. 2003b. Knihovna. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000001990&local_base=KTD.

SCHWARTZ, A. a KOLLER, D. 1986. Diurnal phototropism in solar tracking leaves of *Lavatera cretica*. *Plant Physiology*. Vol. 80, no. 3., s. 778–781. ISSN 00320889.

ŠVEJDA, Jan. 2003a. Informační dotaz. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000001803&local_base=KTD.

ŠVEJDA, Jan. 2003b. Informační požadavek. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-04-05]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000001802&local_base=KTD.

ŠVEJDA, Jan. 2003c. Informetrie. In: *KTD: Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna ČR [cit. 2012-03-29]. Dostupné z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000343&local_base=KTD.

THAGARD, Paul. 2001. *Úvod do kognitivní vědy: mysl a myšlení*. Praha: Portál. ISBN 8071784451.

TREWAVAS, Anthony J. 2003. Aspects of plant intelligence. *Annals of Botany*. Vol. 92, no. 1, s. 120. ISSN 03057364.

TREWAVAS, Anthony J. 2005. Green plants as intelligent organisms. *TRENDS in Plant Science*. Vol. 10, no. 9, s. 413-418. ISSN 13601385.

TYLOR, Robert S. 1962. The Process of Asking Questions. *American Documentation*. Vol. 13, no. 4, s. 391 - 396.

ULLIAN, Erik M. a SAPPERSTEIN, Stephanie. 2001. Control of synapse number by glia. *Science*. Vol. 291, no. 5504, s. 657-661. ISSN 00368075.

VYBÍRAL, Zbyněk. 2009. *Psychologie komunikace*. Praha, Portál. ISBN 9788073673871.

WIENER, Norbert . 1961 *Cybernetics or Control and Communication in the Animal and the Machine*. New York: MIT Press. ISBN 0262230070.

WILSON, T. D. 2006. On user studies and information needs. *Journal of Documentation*. Vol. 62, no. 6, s. 658-670. ISSN 00220418.

YOUNG, Kimball. 1946. *Handbook of Social Psychology*. London: Kegan Paul, s. 466-467.