

Informatika, informace, systém

Úvodem se zamyslíme, co znamenají základní pojmy: **informatika, informace a systém**. Napřed ovšem chci vysvětlit, proč se tyto pojmy vůbec zavádějí: lidé konstruují tak složité systémy, že je pak nedokážou bezpečně provozovat. Tím se dostaneme k dalším pojmům: **problém a systém** a také ke způsobům řešení problémů: chaoticky, systematicky a systémově. Teprve pak zavedeme pojem informace: chceme-li řešit problém, musíme se rozhodovat a **informace** je právě to, co nám umožňuje rozhodovat se. Informace je vlastně poznatek, a proto následuje filosofická výprava **do teorie poznávání**. Nakonec přesněji vymezíme pojem systém a konečně i pojem **informatika**.

Co je informatika? – chytrák samozřejmě odpoví, že je to *chybně položená otázka*. Chytrák vám už ale neřekne, že otázka „co?“ nedává smysl, dokud se nezeptáte: proč? To je první lekce z informatiky: chceme-li rozumět, musíme napřed chápat smysl, pak teprve můžeme pochopit i význam.

Nejprve se tedy budeme stručně zabývat otázkou „proč?“ a až v jednotlivých následujících kapitolách se postupně dobereme odpovědi na otázky, „co“ znamenají jednotlivé základní pojmy a konečně i samotný pojem *informatika*.

Hledat smysl bývá obtížné až nemožné – kdo dokáže odpovědět na otázku, co je smyslem života? Dobrým začátkem při pátrání po smyslu je však otázka:

- co je účelem? **k čemu** to slouží?
- a hned se ještě také zeptáme: **komu** to slouží?

Odpovědět se dá různě. Např: *informatika slouží informatikům k pohodlnému životu*. Porovnáme-li dnešní informatiku třeba s dobýváním soli ve starověkých solných dolech na Sahaře, je to jistě pravdivá odpověď, ale uspokojit může jen zaměstnavatele informatiků, když svým zaměstnancům zrovna nařizuje „dobrovolné“ víkendové směny nebo nečekané služební cesty do Ulan-Ude (domů to už nestihneš, tak si rychle skoč koupit aspoň pyžamo a kartáček na zuby, v jednu ti letí letadlo a nevracej se, dokud tu chybu neopravíš). Ale co normální lidé? Těm musíme odpovědět jinak, např.:

Informatiku potřebujete, abyste dokázali účelně, efektivně, bezpečně, správně atd. zacházet s informací.

A proč že normální lidé potřebují zacházet s informací? K čemu jim je informace a co užitečného s ní mohou dělat? A kdo jsou normální lidé? A co my – já a vy, čtenáři této knihy – jsme i my normální lidé? Potřebujeme informaci? Ponechme tyto otázky zatím otevřené. Odpovědi na ně budeme hledat postupně, ale uvidíte, že ani přes společné úsilí a značnou vytrvalost se stejně nedobereme úplného vysvětlení.

Pozn.: Všimněte si, že v informatice často mluvíme o informaci podobně jako o písku, vodě, mouce nebo pivu. Zejména v teorii informace považujeme informaci za něco měřitelného, libovolně dělitelného a zaměnitelného, jako je třeba voda nebo vzduch. Teprve když chceme rozlišovat *různé významy zpráv*, začneme mluvit o informacích v množném čísle. Tím také začneme rozlišovat jednu informaci od jiné informace (podobně jako když chceme rozlišit např. lehké bílé pšeničné pivo od tmavého ječného svrchně kvašeného porteru, tak také mluvíme o *různých pivech* v čísle množném).

Narazili jsme na důležitý pojem, a to je *informace*. Opět se prozatím vyhneme otázce „co to je?“ a pokusíme se říci, k čemu slouží:

Informaci potřebujeme, abychom se dozvěděli, co nevíme.

Ale proč se potřebujeme dozvědět, co nevíme? Jistě jsme puzeni třeba přirozenou zvědavostí, nicméně i přirozená zvědavost má svůj dobrý účel. Zvědaví tvorové se naučí lépe překonávat přirozené nástrahy světa než tvorové neteční.¹ S jistou mírou zjednodušení můžeme říci, že správná informace ve správnou chvíli nám umožní, abychom se správně rozhodli v případě, že si musíme vybrat z několika možností – tj. stojíme-li **před problémem**.²

A k čemu slouží *problém*? Neživá věc nemá problémy, s problémy se může setkávat jedině živá bytost. Ne každá živá bytost ovšem dokáže hodnotit svoji situaci jako nebezpečnou nebo neuspokojivou – v tom případě žádný problém nemá. S problémem se může potýkat jen ten, kdo má *jakousi svobodu volby*. Mlčící, bučící ani mluvící věc nemá svobodu a tím pádem ani problémy.

Problém nám dává příležitost k vyjádření svobodné vůle.

Problémy se dají řešit různě, zejména systematicky nebo chaoticky, případně systémově nebo nesystémově – a tím se dostáváme k poslednímu ze základních pojmů. Tímto pojmem je **systém**³ a s ním spojený systémový přístup. Systémový přístup znamená, že problém⁴ považujeme za systém a jako systém jej řešíme. Podle toho pak taky vypadají výsledky.

¹ tím ovšem nijak nepopírám, že nevhodná zvědavost může zvědavého tvora stát i život

² To platí podobně nejen pro živé bytosti, ale i pro stroje, jejichž účel určit konstruktér, a také pro ostatní přirozené systémy, jejichž účel buď určíme, když je vymezujeme, nebo mají nějaký účel objektivně daný. Prozatím ponechám nezodpovězené otázky, zda vesmír je živá bytost, zda i neživý systém může být považován za bytost, zda vůbec účel může být dán objektivně (případně kdo jej určuje) a jaký smysl má svět.

³ význam slova *systém* prozkoumáme podrobněji v samostatné kapitole; prozatím vystačíme s intuicí, příp. s českým překladem „soustava“ – věc sice celistvá, ale nikoli jednoduchá, nýbrž vtipně sestavená ze součástí

⁴ přesněji: problémovou situaci, problémovou oblast

**Systémový přístup nám umožňuje
řešit problémy účinně (efektivně).**

Cvičení: pokuste se vysvětlit rozdíl mezi pojmy *systémový* a *systematický*.

Účelem informatiky tedy je systémově řešit problémy na základě vhodného využití informace. Úvahy o tom, jak smysl informatiky souvisí s lidskou svobodou, ponechám prozatím k úvahám laskavému čtenáři jako velmi obtížné až neřešitelné cvičení.

Cvičení: Uvedené odpovědi na otázku „proč?“ nejsou dobře zdůvodněné. Pokuste se je buď řádně odůvodnit nebo vyvrátit. Vymyslete svoje vlastní odpovědi a ty zdůvodněte.

Vidíme, že odpověď na otázku „proč je informatika?“ není snadná. Po pravdě řečeno, ono se to tak nějak prostě sešlo. Jednoho dne si lidé uvědomili, že už nějakých padesát let narážejí na problémy, které jsou tak komplikované, že každý pokus o řešení způsobí víc škody než užitku. Uvědomili si, že nezvládají řešení těchto problémů jednak proto, že řešení jsou příliš komplikovaná, než aby v nich někde nebyla chyba. Ale nejen to: komplikovanost samotných problémů lidem brání, aby vůbec správně pochopili, v čem problémy spočívají.

Nesnesitelná složitost systémů

Představte si nějakou pěknou sci-fi z doby, kdy se o informačních technologiích ještě nemluvalo – třeba Dvacet tisíc mil pod mořem nebo Ocelové město od Verna, Vládce vzduchu od Laurieho, sérii knih o kapitánu Nemovi od Trosky, R.U.R. od Čapka nebo Mlhovinu v Andromedě od Jefremova⁵ – dnešní čtenář žasne nad naivitou autorů, a to nejen pro občasné nesrovnalosti fyzikální nebo technologické, ale především: každému přece musí být nad slunce jasné, že si autoři neuvědomovali nezvládnutelnou *složitost* systémů,⁶ které popisují – dálková letadla bez avioniky, kosmické lodě na ruční ovládání, průmyslové výrobní procesy bez náležitých regulačních a automatizačních technologií. Když si kouzelný dědeček přeje, aby krakatit⁷ svítil a hřál, tak současně mlčky pomíjí, že k řízení jaderné reakce jsou potřebné regulační a zabezpečovací mechanismy, které si Čapkovi čtenáři v době mezi světovými válkami stěží mohli byt i jen představit.⁸ Dnes si naopak neumíme představit, že by třeba kormidla a klapky velkého dopravního letadla měl ovládat tým mnoha kormidelníků rumpály a kladkostroji rozmístěnými po letadle a že by takovému týmu centrálně velel třeba pomocí Morseova telegrafu nějaký *orchestrátor* z pilotní kabiny. Nedovedeme si ostatně představit ani to, co se svého času opravdu dělalo: kdo z nás si např. představí, že by měl přerušovaně sešlapávat

⁵ Cvičení: zjistěte, o čem pojednávají vyjmenovaná díla. Kontrolní otázka: které z nich není určeno k četbě?

⁶ Spoléhám na to, že každý aspoň přibližně tuší, co je to *systém* neboli *soustava*. K přesnějšímu vymezení tohoto pojmu se dostaneme později.

⁷ Cvičení: na který román Karla Čapka odkazují? O čem je?

⁸ ono je toho víc, co si nedovedli představit, zejména Hirošimu ani Černobyl

brzdový pedál v autě, aby se nezablokovala kola? – to se ještě před nějakými třiceti lety (nepříliš úspěšně) učilo v autoškole...

Vždycky se občas stávalo, že složitost nějakého systému přerostla lidem přes hlavu: římská říše se prostě musela rozpadnout, protože neexistovaly technologie, kterými by se dala efektivně spravovat. Jenže to se po tisíce let lidské civilizace stávalo jen čas od času, zřídka. A pak přišla doba, kdy se havárie složitých systémů začaly kupit.⁹ Že se něco prostě jen tak sešlo? Co? Kdy a jak? A proč?

Norbert Wiener píše:¹⁰

„lodník z plavidla, které převezlo sv. Pavla na Maltu, byl by jako doma i na přídi horní paluby jedné z plachetnic Josefa Conrada.¹¹“ Ale se zaoceánským parníkem z téže doby – s technologií přelomu 19. a 20. století – by si nevěděl rady. Podobně legendární kupec Sámó, který z pohodlí svého karavansaraje – zájezdního hostince v pražském

Námět na cvičení:

Vyhledejte zdroje, interpretujte text z několika zdrojů, vymyslete odpovědi na otázky typu:

- proč měl Sámó právě dvanáct manželek?
- proč si slovanské kmeny zvolily za vůdce právě Sámó?
- kterým kmenům Sámó vládl?
- kde Sámó sídlil – a sídlil vůbec někde?
- jaké byl národnosti? proč si to myslíte?
- Jak si představujete, že Sámó vypadal? (nakreslete!)
- kde se nacházel Wogastisburg?

Nebojte se spekulovat (spolehlivé prameny stejně neexistují), nicméně zdůvodněte svůj názor! ...a pak prezentujte výsledky svého bádání pomocí vhodného softwaru.

Ungeltu¹² dokázal spravovat sjednocené slovanské kmeny celé střední Evropy a řídil jejich úspěšný ozbrojený odpor proti Avarům i Frankům, tak tenhle vzor obchodní dovednosti, prozíravosti, diplomacie, komunikace a zpravodajských fines – a především krizového managementu – tak tenhle Sámó by nepochybně mohl být stejně úspěšným obchodníkem o dva tisíce let dříve na minójské Krétě nebo o tisíc dvě stě let později u Heků v Dobrušce.¹³ Ale na to, co přišlo během dalších sto padesáti let, tak na to by Sámovy bohaté životní zkušenosti už asi nestačily: telefon, globalizovaná průmyslová velkovýroba, železnice, novinové a filmové zpravodajství (a s ním i kontrola politické a ekonomické moci sdělovacími prostředky). A to nemluvím o první a druhé světové válce s jejich průmyslovými technologiemi vyvražďování.

⁹ typickým příkladem je zkáza Titaniku

¹⁰ viz Kybernetika a společnost (Norbert Wiener, otec kybernetiky, 1894–1964, viz Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Norbert Wiener [online]. c2012 [citováno 29. 12. 2012]. Dostupný z WWW: http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Norbert_Wiener&oldid=9411931 [!!! odkaz !!!]

¹¹ kontrolní otázky: kdy cestoval sv. Pavel na Maltu? Kdo byl Joseph Conrad?

¹² možná spíš někde jinde, nicméně Ungelt je jediný hostinec, který znám (a to znám hostinců několik) a který byl v Praze dřív než Praha, takže by snad mohl pamatovat dobu Sámovu; jinak veškeré informace, které se nám o Sámovi dochovaly, pocházejí z Fredegary kroniky (viz např. http://www.moraviamagna.cz/kroniky/k_fredeg.htm, 27.1.2011 [!!! odkaz !!!]) – moc tam toho není...

¹³ viz Alois Jirásek: F. L. Věk [!!! odkaz !!!]

Wiener píše o „první“ a „druhé“ průmyslové revoluci: ta první rozpoutala překotný rozvoj průmyslové výroby ve velkém, přinesla *mechanizaci* do zemědělství, hornictví, dopravy i do většiny ostatních oborů a odstranila tak lidskou i zvířecí dřinu, ale brzy dospěla k mezím, kdy se technologický, sociální i myšlenkový systém průmyslového světa začal hroutit. Přišly světové války, Říjnová revoluce, fašismus, dekadence v umění, rozpad rodiny a tradičních hodnot a krize evropských věd.¹⁴ Přitom vlastně došlo jen k tomu, že prudce se rozvíjející společenské, průmyslové, znalostní, estetické a hodnotové systémy moderní doby přerostly schopnost lidí **řídít tyto systémy**, vymkly se kontrole a začalo se dít, co vlastně nikdo nechtěl.¹⁵ Ideály liberální demokracie se zvrhly v diktát soupeřících monopolů, ideály socialismu v totalitní diktatury, ideály sebeurčení národů v nenávislný nacionalismus.¹⁶ V téže době začala podle Wienera „druhá průmyslová revoluce“, kterou my spíš nazýváme **revolucí vědeckotechnickou**.¹⁷ Podle Wienera jde především o to, že automaty nahradily úmornou rutinní práci, zejména pásovou výrobu v továrnách, kterou tak výstižně předvedl např. Charlie Chaplin v *Moderní době*.¹⁸ Jistě jste si všimli, že vědeckotechnická revoluce nepřinesla jen automatizaci výroby, jak o tom píše Wiener. A opravdu nejde zdaleka jen o technologii nebo techniku, ale také o zásadní převrat ve vědě, o převrat srovnatelný s tím, co vyvolal racionalismus a osvícenství 17. a 18. století ve vědeckém myšlení – ale o tom podrobněji až jinde.

Obr.: záběr z filmu Moderní doba (obrázek převzat z Wikipedie – pro potřeby výuky bez svolení autora)



Vezměme si jako příklad zdánlivě jednoduchou technologii – psaní. Například takový Alois Jirásek psal svoje rukopisy ocelovým perem, které se vkládalo do násadky. Zatímco seříznout husí brk tak, aby se s ním dalo psát, dokáže i průměrně zručný žák základní školy, tak pero s násadkou si už každý sám vyrobit nedokáže. Tento nástroj se skládal přibližně ze čtyř dílů. I jen zběžně zaučený dělník dokázal snadno a rychle sestavit ze tří dílů násadku a každý písař si uměl nasadit pero do násadky.

¹⁴ jak nazval zdánlivě bezvýhodnou situaci „moderní“ pozitivistické vědy náš filosof Edmund Husserl

¹⁵ Tohle konec konců tvrdí i McLuhan až na to, že on tento jev povyšuje na princip. Jinak je to samozřejmě vděčné téma sci-fi filmů a románů o vzbouřených robotech (z těch novějších např. kultovní snímek *Blade Runner* [!!! odkaz !!!]).

¹⁶ jména Stalin a Hitler asi nepotřebují další vysvětlení, ale co vám říkají jména Bokassa, Stroessner a Pol Pot?

¹⁷ viz Radovan Richta a kol.: *Civilizace na rozcestí*, Svoboda, Praha 1966 a snad už i John Desmond Bernal v knize *The Social Function of Science* (London : George Routledge & Sons Ltd., 1939 [!!! odkaz !!!]) – viz http://en.wikipedia.org/wiki/Information_revolution [!!! odkaz !!!]

¹⁸ poměrně slavný a dodnes srozumitelný film z roku 1936, viz *Modern Times*. Wikipedia. [http://en.wikipedia.org/wiki/Modern_Times_\(film\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Modern_Times_(film)) (navštíveno 20.12.2010) [!!! odkaz !!!]

Dokážu to já, a to bez jakéhokoli návodu, a dokázali byste to i vy, jen mít násadku a pero. V době Aloise Jiráska se ovšem vyráběly i psací stroje – řekněme něco jako jednodušší mechanická obdoba textového procesoru. Psací stroj se skládá z mnoha desítek až několika set součástí a neškolený laik jej zaručeně nejen nevyprojektuje, ale ani ze součástí nesestaví dohromady. Je příliš složitý. Až potud se nacházíme ve fázi mechanizace, na technologické úrovni první průmyslové revoluce. Nyní se přesuňme do současnosti – kdo z vás někdy psal na mechanickém psacím stroji? Psací stroj je dnes historická zvláštnost, kterou najdete tak v obchodech se starožitnostmi. Pišeme na počítačích pomocí textového procesoru. A typický textový procesor se skládá nikoli z několika set součástí, ale ze statisíců až milionů řádek programu nebo přibližně ze stejného počtu příkazů programovacího jazyka. Laik si jej nenaprogramuje. A nenaprogramuje jej ani kvalifikovaný programátor – na to je příliš složitý. Velké softwarové systémy se programují v týmech.

Podobné příklady jednoduchých nástrojů, které mechanizace nahradila složitými systémy a automatizace přivedla tuto složitost na hranici nezvládnutelnosti, najdeme skoro v každém oboru všedního života:

- valcha – mechanická pračka – automatická pračka
- nebozez – mechanická vrtačka – číslicově řízený obráběcí stroj
- akustický zvukovod (prostě trubka, kterou kapitán parníku velí z můstku strojníkům v podpalubí) – telefon – mobil nebo ip-telefon.

Mechanizované systémy je obtížné ovládat nejen proto, že jsou složité, ale i proto, že jsou mnohem silnější než člověk. Člověk dokáže ovládat parní stroj lokomotivy s výkonem „na háku“, řekněme kolem 1 MW, což při účinnosti asi 10% odpovídá tepelnému příkonu asi 10 MW. Parta lidí dokázala s pomocí mechanizace řídit elektrárnu s výkonem snad až 100 MW, což odpovídá příkonu tepla kolem 300 MW. Někdo musel regulovat napájení kotle vodou, jiný musel řídit mechanický dopravník, který přikládal uhlí na ohniště, několik dalších odborníků muselo povolovat a utahovat ventily v potrubí, kterým proudila pára mezi parogenerátorem a turbínou, někdo se musel starat o správné přifázování k rozvodné síti atd. Blok Temelína s výkonem 1000 MW a tepelným příkonem 3000 MW se takhle řídit nedá. Stačí nevhodným způsobem pootevřít nebo přivřít ventil, kterým prochází tlaková pára, v potrubí vznikne rázová vlna a pokud se její délka bude shodovat s rezonanční frekvencí potrubí, spolehlivě vyvrve potrubí z přírub – a představte si už sami, co nadělá třísetstupňová pára pod tlakem několika desítek atmosfér v hale plné dalších zařízení a pracovníků, kteří by elektrárnu obsluhovali, kdyby nebyla automatizovaná. Tohle se na parní lokomotivě nestane prostě proto, že při třistakrát menším výkonu pevnost parního potrubí

snese téměř cokoli, co strojvůdce udělá. Proto se velký výkon elektrárny musí regulovat daleko přesněji a citlivěji, jinak se vymkne zpod kontroly. Tam už musí nastoupit automaty a s nimi informatika.

Jiný příklad: kdo zažil auta s karburátorem a rozdělovačem, ten ví, jak obtížné bývalo aspoň jakžtakž dobře seřídít předstih zapalování. Dodnes je to vděčné téma na diskusi mezi zasvěcenci.¹⁹ Spousta aut taky mívala předstih špatně seřízený. Od té doby, co se do aut montují vstřikovací čerpadla řízená mikroprocesorem, problémy s předstihem zmizely. Dnešní řidič snad ani neví, že na nějakém předstihu vůbec záleží, když mu jej průběžně automaticky reguluje chytře naprogramovaný mikroprocesor.

Nejde jen o obtížnost řízení nebo neefektivitu obsluhy. Výkonné složité systémy snadno způsobí katastrofu, když nejsou správně řízeny. Uvedme si několik typických příkladů:

- Černobyl by 26. dubna 1986 nevybuchl,²⁰ kdyby obsluha nevypnula automatické zabezpečovací systémy a plánovanou zkoušku záložního napájení čerpadel provedla podle plánu v mezích bezpečného provozu reaktoru.²¹
- Řetěz lidských chyb při řízení lodi patří k hlavním příčinám také v případě ztroskotání tankeru Exxon Valdez (24. 3. 1989), který zamořil ropou pobřeží Aljašky na mnoho let.
- Havárie polského prezidentského letadla u Smolenska 10. dubna 2010 byla způsobena opět sérií lidských chyb, nedostatečnou přístrojovou podporou přistávacího manévru při špatné viditelnosti a nerespektováním varovných signálů. Pilotům chyběly některé podstatné informace (neznali např. profil terénu před přistávací drahou). Údaje, které měli, pak nedokázali správně vyhodnotit. Asi se nedivili, že když přistávají, tak výškoměry hlásí, že letadlo letí nebezpečně nízko – a zabili sto lidí...²²

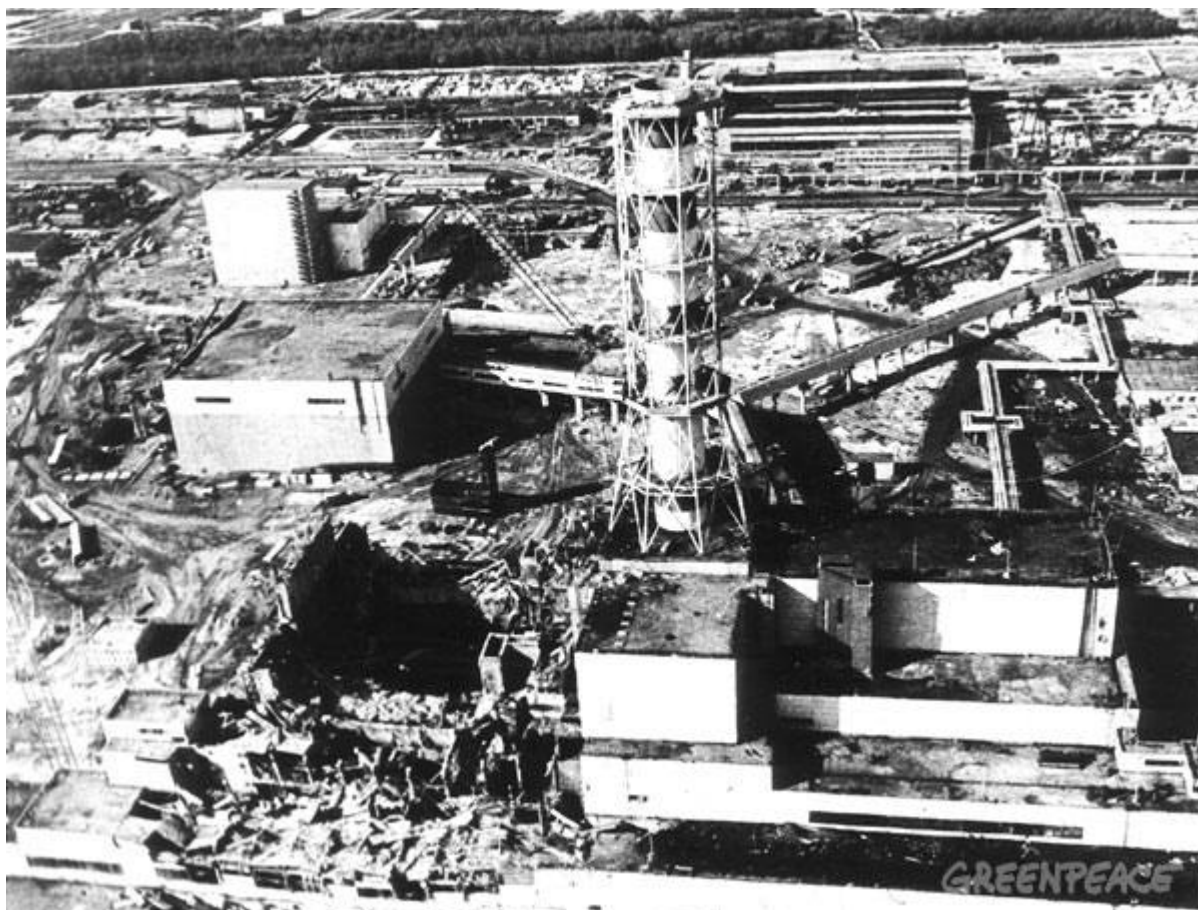
Naopak si zkuste třeba představit, jaké procento dopravních nehod by mělo smrtelné následky bez ABS a jak moc by se zvýšily počty nehod na železnici nebo v letectví bez automatických zabezpečovacích systémů.

¹⁹ např.: „Když seřídím předstih přesně podle rysek na řemenici, a na rozpůlené blok, odtrh je správně, kontakt bez pecky, podtlak funguje jak má, zkrátka všechno jako vždycky, tak motor sice jede, ale netáhne a sem tam střelí do vejfuku,“ viz např. Jawa 350/634 – předstih a odtrh, jawamania.info, <http://www.jawamania.info/poradna/detail.aspx?questionid=31375> (26.12.2010) nebo Střílení do výfuku, flat4.org, <http://www.flat4.org/forum/viewtopic.php?f=14&t=190&start=> (26.12.2010) [!!! odkaz !!!]

²⁰ viz Wikipedia, Černobyl disaster, http://en.wikipedia.org/wiki/Chernobyl_disaster (31.12.2010) [!!! odkaz !!!]

²¹ nemluvě zatím o konstrukčních vadách reaktoru, ke kterým se dostanu o pár odstavců dál

²² viz Sergej Amelin: Letecké neštěstí ve Smolensku, část 5 (Авиакатастрофа в Смоленске. Часть 5), <http://smolensk.ws/blog/170.html> (31.12.2010) – ono to stojí za přečtení celé, ale 5. část obsahuje klíčové informace o příčinách havárie; přepis rozhovoru v kabině letadla (Mezistátní letecký výbor – MAK, 2.5.2010) a přepis rozhovoru v místnosti řízení letového provozu na letišti ve Smolensku (Gazeta Wyborcza, 18.1.2011) [!!! odkaz !!!]



Obr.: Pohled na zničený reaktor č. 4 v Černobylské jaderné elektrárně, 28.4.1986. Zdroj: Greenpeace. © U.S. Department of Energy.
<http://www.greenpeace.org/international/en/multimedia/photos/chernobyl/nuclearexplosion/> (29.1.2011) [!!! odkaz !!!]

Všimněte si:

- vypnutí automatických zabezpečovacích systémů
- řetěz lidských chyb při řízení

Potud by se tedy zdálo, že příliš složitý mechanizovaný systém můžeme zvládnout, když jej nahradíme systémem ještě složitějším, automatizovaným. Není to tak docela pravda. Připomeňme si případ webového prohlížeče Netscape, který svého času velmi úspěšně konkuroval Internet-Exploreru od firmy Microsoft. Pod tlakem konkurenčního boje vývojáři prohlížeče Netscape nezvládli složitost svého systému a ten se od jisté verze stal sice obrovským a univerzálním, ale strašně pomalým a prakticky nepoužitelným softwarovým balíkem plným chyb.²³ Chceme-li potíže se složitostí systému řešit tím, že systém uděláme ještě složitějším, musíme především najít někoho, kdo tu ještě větší složitost zvládne. Výhoda je v tom, že stačí najít jeden tým expertů, kteří zkonstruují automat pro libovolně velký počet uživatelů, místo toho,

²³ viz Daniel Jackson: MIT Open Courseware, Laboratory in Software Engineering, Lecture 1: Introduction, <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-170-laboratory-in-software-engineering-fall-2005/lecture-notes/lec1.pdf> (26.12.2010) [!!! odkaz !!!]

aby každý uživatel sám musel obtížně zápasit se složitostí systému neautomatizovaného. Ale i schopnosti experta mají své hranice.

Vraťme se k Černobyli: vypnutí zabezpečovacího automatu ani řetězec lidských chyb by totiž nevedly ke katastrofě elektrárny, pokud by jaderný reaktor reagoval na zásahy obsluhy „rozumně“. Do černobylského typu reaktoru RBMK totiž už jeho konstruktéři zabudovali řadu principiálních systematických bezpečnostních vad. Např. přehřívání vody v reaktoru způsobí prudké zvýšení výkonu reaktoru, místo aby se výkon přiměřeně snížil. Také při zasouvání regulačních tyčí, které mají snížit výkon reaktoru, se výkon reaktoru k překvapení obsluhy zpočátku zvyšuje.



Obr.: Raghu Rai: Lejla zahynula při katastrofě v Bhópálu 4. prosince 1984. Zdroj: Greenpeace.

<http://www.greenpeace.org/international/ReSizes/OriginalWatermarked/Global/international/planet-2/image/2002/8/burial-of-young-leela-had-her.jpg> (29.1.2011)

[!!! odkaz !!!]

Jiný příklad: výroba pesticidů v chemické továrně Union Carbide v indickém Bhópálu se přestala vyplácet, protože prudce klesla poptávka. Úsporná opatření vlastníků vedla k mnoha systémovým chybám v řízení a zabezpečení výroby: zhruba polovina kvalifikovaných pracovníků byla propuštěna a nahrazena pracovníky nekvalifikovanými, provozní příručky byly jen v angličtině, takže místní zaměstnanci jim nerozuměli, kvůli úsporám bylo trvale vypnuto chlazení zásobníku na jedovatý methylisokyanát, systém varování při nárůstu teploty v zásobníku byl vypnut a nefunkční byly i bezpečnostní systémy, které měly zabránit úniku jedu do ovzduší. Tyto i jiné systémové chyby v řízení a zabezpečení výroby měly zásadní podíl na největší průmyslové katastrofě v dějinách lidstva: do zásobníku pronikla voda a způsobila chemickou reakci, při které se

prudce zvýšila teplota a tlak; jedovatý plyn pak unikl nefunkčním bezpečnostním ventilem do ovzduší. Jed bezprostředně zabil nejméně 4 tisíce obyvatel města a půl milionu lidí zůstalo trvale zdravotně postižených.²⁴ V případě Černobylu a Bhópálu nejde jen o to, že obsluha nezvládla ručně řídit příliš složitý systém, ale také o to, že podstatné vady byly zabudovány už v samotném technologickém systému, který se pak v kritických okamžicích řídit prostě nedal.



Obr.: Raghu Rai: Jedna z hromadných kremací neidentifikovaných obětí bhópálské katastrofy, 4.12.1984. Zdroj: Greenpeace.

<http://www.greenpeace.org/international/ReSized/OriginalWatermarked/Global/international/planet-2/image/2002/8/mass-cremations-were-held-alon.jpg> (29.1.2011) [!!! odkaz !!!]

Ve stavebnictví,
strojírenství,
elektrotechnice a
v chemické
technologii jsou
systémové vady
zásadně nepřipustné,
konstruktéři a
manažeři projektů
jim umějí předcházet,
a pokud to nedělají, bývají pohnáni k hmotné i trestní zodpovědnosti. To ovšem neplatí v případě softwarových systémů.²⁵

„The most likely way for the world to be destroyed, most experts agree, is by accident. That’s where we come in. We’re computer professionals. We cause accidents.”
(Většina expertů se shodne, že nejpravděpodobnější způsob zničení světa je nehoda. Právě tam míříme. Jsme počítačová profesionálové. Způsobujeme nehody.)

Nathaniel Borenstein, inventor of MIME. Programming as if People Mattered: Friendly Programs, Software Engineering and Other Noble Delusions. Princeton University Press, Princeton, NJ, 1991

²⁴ viz Bhopal disaster, Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Bhopal_disaster (8.1.2011), Bhopal Disaster, <http://www1.american.edu/ted/bhopal.htm> (8.1.2011) [!!! odkaz !!!]

Software bývá tak složitý, že se smiřujeme i s konstrukčními vadami, které do rozsáhlého systému vnáší tým softwarových inženýrů a projektových manažerů. Vraťme se k textovému procesoru. Na konstrukční vady bychom u mechanického psacího stroje nepřistoupili, kdežto u textového procesoru se jich při použití běžných technologických postupů nezbavíme. Obvyklá chybovost u programů tohoto druhu bývá řekněme kolem deseti chyb na tisíc řádků programu. To znamená, že textový procesor může obsahovat zhruba tisíce až desetitisíce skrytých konstrukčních vad. A jak praví lidová moudrost, opravou každé chyby se do programu vnáší nejméně jedna chyba nová.

Chtěl jsem vlastně říct jen jednu jednoduchou věc: čím složitější jsou systémy, se kterými naše civilizace stojí a padá, tím křehčí je ta naše civilizace. To je problém, který automatizace jen odsouvá, ale neřeší – spíš naopak.

Otázka tedy zní: mohou lidé zvládnout *složitost* velkých systémů? A pokud ano, tak jak?

Systém

Intuitivně chápeme, že systém je věc složená ze součástí tak, aby dohromady tvořily účelný a účinný celek. Byla už také řeč o systémovém přístupu. Nyní pojem „systém“ prozkoumáme podrobně. Pro názornost však začneme příkladem.

Příklad: *registrační pokladnu*, jaká se používá v obchodech, můžeme považovat za nepřiliš složitý (ale ani nepřiliš jednoduchý) systém. Kromě toho, že za systém považujeme registrační pokladnu, můžeme za systém považovat i problém, který registrační pokladna řeší (např. majiteli obchodu se ztrácely utržené peníze). Napřed totiž vynálezce pokladny musel prozkoumat a pochopit problémovou situaci (jak funguje obchod a co v něm nefunguje tak, jak by mělo).

²⁵ Výčty mají být co nejúplnější, říkával náš velký nepřítel Kartézius. Ovšemže jsou i jiné systémy než technické, případně softwarové. Systémy sociální a s nimi spojené pokusy o sociální inženýrství ponechávám prozatím úmyslně stranou. A hledání zabudovaných konstrukčních vad ve vesmíru, v přirozených živých organismech nebo v lidské psychice svědčí spíš o vadách ve fyzice, v biologii nebo v psychologii, je to projev individuálního nebo skupinového *zoufalství* – tady by měl člověk redefinovat svoje myšlenkové rámce a začít přemýšlet jinak, protože kritika proti přírodě (nebo proti Pánu Bohu, řekl by člověk nábožensky založený) je sice snadná, ale nesmyslná, a proto mravně zvrácená.



Obr.: Registrační pokladna National vyrobená roku 1904 v Ohio (USA) na zakázku pro obchodníka s kávou p. Koska z Nového Města nad Metují (Kozuch: *Cash Register*. [online] Wikipedia, 2009. [cit. 2012-07-19] Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Cash_register,_built_1904_in_Ohio.jpg [!!! odkaz !!!])

Cvičení: V této kapitole se postupně zamyslete nad otázkou: které vlastnosti registrační pokladny jsou charakteristické pro každý systém obecně?

Samozřejmě, že systém musí být především nějaká **věc**. Co je to věc? Je to něco skutečného nebo je to součást naší představy o skutečnosti nebo **výsek skutečnosti vymezený naší představou**? Je členění světa na věci něco objektivně daného nebo si svět na věci členíme my sami v závislosti na našem poznání?

Spousta lidí tuto otázku vůbec neřeší, protože věří, že svět se sám od sebe člení na věci přesně tak, jak jej poznáváme. Je však naše poznání vždy pravdivé? Kdo odpovídá „ano“, klame sám sebe, protože v rozhodujícím okamžiku nezapochybuje o pravdivosti tradovaných pověr, o skutečnosti faty morgany ani o správnosti logických chytáků – sofismat. Takový člověk pronásleduje na ulici komíníky, zatímco kanály obchází obloukem, narovnává hole do vody vložené a věří, že má parohy jen proto, že dosud žádné neztratil. Můžeme zajistit, aby naše poznatky byly pravdivé? A pokud ano, tak jak? Na takové a další otázky ještě narazíme v kapitole o informaci. Odpovědi na ně hledá jedna z filosofických disciplín – teorie poznání, které pak věnujeme zvláštní filosofickou odbočku.²⁶ Prozatím se spokojme s tím, že je rozdíl mezi **skutečným** světem a tím, **co víme** o světě. Kromě toho vezmeme také v úvahu, že **svět členíme na věci účelově** – podle toho, na jakou otázku hledáme odpověď, co se potřebujeme dozvědět, jaký problém se snažíme vyřešit. Poznáváním problému získáváme látku k přemýšlení, myšlením dospíváme nejprve k pojmům a teprve **pojem** vymezuje věc.

Příklad: Registrační pokladna je lidský výmysl. Tím spíš musela napřed vzniknout jako pojem ve vědomí svého vynálezce Jamese Rittyho a teprve potom ji pan Ritty zkonstruoval – vymezil ji ve skutečnosti.

²⁶ Odbočky nebo také výlety z informatiky do souvisejících oborů, které zařazují do výkladu, se v RVP nazývají „přesahy“ nebo mezioborové „souvvislosti“.

Co tedy plyne z toho, že systém je věc? Především to, že systémy **vymezujeme pojmově** a že je vymezujeme **účelově** – každý systém má svůj účel, k něčemu slouží. To platí jak pro systémy, kterými popisujeme stávající skutečnost (abychom ji poznali a pochopili), tak to platí i pro systémy, které definujeme proto, abychom je zkonstruovali (a tím vyřešili nějaký problém).

Příklad: Účelem registrační pokladny bylo zaznamenat a spočítat tržbu za celý den. Pokladna tedy musí přičítat postupně položku po položce, spočítat dílčí součet za každý nákup (a vydat účtenku), cinknout při každém otevření šuplíku s penězi (aby majitel obchodu měl pokladního pod kontrolou) a nakonec sečíst všechny položky za celý den (součet má souhlasit s tržbou v šuplíku). A to vše pan Ritty sestrojil jako mechanický přístroj v nablýskané mosazné skříni s ozubenými koly uvnitř, s pákami nebo klávesami na zadávání čísel, s mechanickou tiskárnou a s plechovými číslicemi vyskakujícími na displeji. Celý přístroj poháněl pokladník klikou na boku skříně.

Věc je **celek**, který se liší od jiných věcí. Jediná věc, od které se žádná věc *podstatně* neliší, je dotyčná věc sama. Od filosofů se dozvíme, že vše se neustále proměňuje a že nic nezůstává stejné. Ale dozvíme se také, že každá věc má svoji podstatu a že dokud se věc mění jen nepodstatně, zůstává sama sebou – zachovává si svoji **totožnost** (neboli *identitu*). To všechno ovšem zase platí i pro systémy.

Příklad: Registrační pokladna musí zůstat sama sebou, aspoň dokud obsahuje peníze. Tržba jedné pokladny se nesmí smíchat ani s penězi, které má pokladní v kapse, ani s penězi umístěnými v jiné pokladně, ani s ničím jiným.

Jako každá věc i každý systém má svůj *smysl*, svoji *ideu* – je součástí kosmu, smysluplného světa. Můžeme si tedy klást otázku, zda systém nějak přispívá ke smyslu světa (např. tím, že řeší nějaký problém) nebo naopak zda smysl světa narušuje (tím, že nějaký problém způsobuje). Ke smysluplnosti věcí patří také jejich účel (vždyť každá věc má svůj účel, protože věci se vymezují účelově). Zejména každý technický systém by měl mít svůj účel, měl by k něčemu užitečnému sloužit (nebo při troše smůly může naopak něčemu nebo někomu škodit). Všimněte si, že **takto položená otázka smyslu je otázka dobra a zla, otázka mravní**.

Příklad: Registrační pokladna jednak zajišťuje korektní jednání vůči zákazníkovi, který kontroluje účtování každé položky (cenu vidí na displeji) a nakonec dostane vytištěnou účtenku, jednak brání pokladníkovi, aby okrádal majitele obchodu tím, že by si tajně bral peníze z tržby. Tak si pan Ritty pravděpodobně představoval morálně správné jednání se zákazníkem i se zaměstnancem. Krást se nemá.

Z toho, že systém je celek, vyplývá, že musí mít jednoznačně vymezenou **hranici**. Hranice systému nám umožní rozlišit, co patří do systému, od věcí mimo systém (tj. v okolí systému, ve vnějším **prostředí**).

Poznámka: Hranice systému nám nabízí poměrně zábavnou možnost obrátit systém naruby: vnější prostředí zkoumat jako systém, kterému původně vnitřní systém nyní poslouží jako prostředí. Trochu to připomíná anekdotu z doby, kdy hranice Československa byly obehnaný ostnatým drátem.

Syn: Tatínku, kdo je to za tím ostnatým drátem?

Otec: My...

Na hranici systému pak můžeme pozorovat **chování** systému vůči prostředí.

Diskuse: Otázka je, jestli se systém *musí* nějak **chovat** nebo jestli může *nic nedělat*. Dokonce můžeme namítnout, že systém, který má hranici, možná ani nemusí mít žádné prostředí – např. fyzikální svět můžeme chápat jako univerzum, tj. systém, mimo nějž zřejmě nic fyzikálního není, protože všechno fyzikální je součástí fyzikálního světa. Pokud pak jde o hmotu nebo energii, samozřejmě že nemůžeme na hranici fyzikálního světa pozorovat žádné toky dovnitř ani ven (protože není kam ani odkud). Proto také musí platit zákon zachování hmoty a zákon zachování energie (a naopak tyto zákony svědčí o tom, že fyzikální svět se navenek nemůže projevovat žádným chováním). No, není to tak docela pravda: fyzikální svět má také svůj řád, zákonitou strukturu a zákonitou vnitřní proměnlivost (platí v něm fyzikální zákony) – a jak uvidíme v kapitole o termodynamice, tato uspořádanost se z fyzikálního světa postupně vytrácí. Z hlediska svého uspořádání se tedy fyzikální svět navenek možná nějak projevuje (např. tím, že z něj proudí informace), ale možná že ne (možná se v něm informace prostě ztrácí). Každopádně jako hmotný nebo energetický systém se fyzikální svět navenek nijak nechová²⁷ – a přesto má smysl, abychom jej zkoumali jako systém, tj. abychom pěstovali fyziku jako vědu. Díky tomu, že se fyzikální svět nijak nechová, můžeme totiž vymezit, co do něj patří (veškerá hmota a veškerá energie). A díky tomu, že i my sami jsme součástí tohoto systému, má smysl, abychom jej zkoumali, protože jej zkoumáme zevnitř.

Pokud však vymezujeme systém, abychom řešili nějaký zadaný problém, vymezujeme jej vždy jako jednu z věcí tvořících svět (to ještě neznamena, že nemůžeme být jeho součástí). V tom případě je pak zajímavá otázka, zda vůbec můžeme stanovit hranici systému, který se navenek neprojevuje žádným chováním? Empiricky určitě ne – vždyť co se nijak nechová, a tedy *nejeví se* nám, to nemůžeme zakoušet. Empirik by tuto diskusi asi rázně uzavřel tím, že když se něco nejeví, nedá se to poznat, tedy ani pojmově vymezit, tedy to není věc a když to není věc, tak to prostě vůbec není. Pořád ovšem zůstává možnost, že nám bude *zjeven* takový systém, který se nijak nechová, příp. že si takový systém prostě vyspekulujeme. Otázka je, zda takové systémy mají nějaký *účel*, zda by nám mohly být nějak *užitečné* (a tuto otázku už raději nebudu dále rozvíjet a ponechám ji otevřenou).

²⁷ Podle zákonů zachování hmoty a energie

Jak jsem již vysvětlil, v informatice nás zajímají především takové systémy, které působí nějaký problém (a ten máme za úkol vyřešit), nebo systémy, které nějaký problém řeší. Systémy, které se nijak nechovají, nemohou žádné problémy ani působit, ani řešit. Proto budeme vyžadovat, aby systémy, kterými se v informatice zabýváme, něco škodlivého nebo užitečného dělaly – **aby se navenek projevovaly chováním**.

Příklad: Registrační pokladna přijímá různé podněty, reaguje na ně, vykonává několik činností a ukazuje výsledky. Navíc poměrně bezpečně uchovává peníze. To je její chování. Cenu každé položky zadá pokladník na klávesnici, pokladna ji zobrazí na displeji a přičte jednak k dílčímu a jednak k celkovému součtu. Jednotlivé položky i součty tiskne (na jeden pás papíru účtenky, na druhý tržbu). Při otevření šuplíku cinkne. Atd.

Potud vlastnosti, které vyplývají z toho, že systém je věc. Má systém navíc ještě nějaké specifické vlastnosti, které jiné věci mít nemusí?

Především si uvědomme, že slovo systém (συστημα) znamená soustava, takže systém musí být *sestaven* z nějakých součástí nebo prvků. Některé součásti můžeme považovat zase za systémy, ale zacházíme s nimi jako s celky, abychom zvládli složitost zkoumaného nebo řešeného problému. Takovým dílčím systémům říkáme **subsystémy** (podsystémy). Součásti, které dále vnitřně nečleníme, nazýváme **prvky** (elementy). Ovšemže součásti systému jsou zase věci, které jsou účelově vymezeny a nějak se chovají – interagují buď navzájem uvnitř systému nebo přes hranici systému s vnějším prostředím. Aby součásti mohly interagovat, musí být spojeny vazbou. Vazby a součásti uvnitř systému pak tvoří vnitřní **strukturu** systému.

Příklad: Registrační pokladna se skládá z mnoha dílů (klika, skříň, zvonek, odvíjecí cívky s papírovými páskami atd.) Některé díly jsou sdruženy do subsystémů, např.: šuplík se zvonkem, klávesnice, displej, tiskárna... Sama pokladna zase může být součástí rozsáhlejšího systému (obchod). Zejména dnešní pokladny bývají propojené jednak se skladovou evidencí prodejny, jednak s účetnictvím.

Poznámka: Konkrétně v *informačních systémech*

- interakce spočívá v posílání **zpráv** mezi součástmi systému
- vazby jsou **komunikační kanály**, kterými zprávy tečou.

Interakce součástí uvnitř systému také znamená, že součásti mohou během života systému vznikat a zanikat a vazby že se mohou navazovat a zase rozvazovat – **systém se během svého života může měnit**. V důsledku vnitřní proměnlivosti se pak mohou měnit i vlastnosti systému a tím i chování systému navenek. Dokud se nezmění totožnost systému, tj. jeho *podstata*, zůstává systém sám sebou, ale nepodstatné, mimotné vlastnosti se během života systému mění.²⁸ Soubor mimotných vlastností (*případků*) tvoří **stav** systému – systém během svého života může

²⁸ Jedná se o principy Aristotelovy metafyziky. Podrobněji se k této myšlence vrátíme v kapitole o pojmovém myšlení.

přecházet ze stavu do stavu. V závislosti na své totožnosti (podstatě) pak systém **vzniká a zaniká**, případně se přeměňuje na jiný systém.

Příklad: Registrační pokladna během své činnosti mění svůj vnitřní stav několika způsoby. Součty, které si pokladna pamatuje, narůstají s každou položkou. Součet za jednotlivý nákup se nuluje po každém vydání účtenky. Součet denní tržby se nuluje po sečtení a vytištění tržby. Pokladna také spotřebovává papírové pásky, její součástky (tlačítka, páky, kola, hřídele, ložiska, zvonek) se opotřebovávají atd.

Shrňme:

- systém je účelově vymezený smysluplný celek, tj.
 - obecně vzato má **smysl** a konkrétněji pak **účel**
 - má svou **totožnost** a liší se od jiných věcí
 - se svou totožností vzniká a zaniká
 - díky vymezení pak rozlišíme jeho
 - vnitřek
 - **hranici**
 - **prostředí**
- navenek se projevuje **chováním** (tj. **interakcí** s prostředím)
- má vnitřní **strukturu**, tj.
 - součásti (tj. **subsystémy** a **prvky**)
 - **vazby**, které umožňují interakci součástí
- **je vnitřně proměnlivý**, může přecházet ze stavu do stavu

Stručně řečeno,

systém je komplex interagujících součástí

(podle Ludwiga Bertalanffyho)

Závěrečné poznámky

Ludwig von Bertalanffy²⁹ a William Ross Ashby³⁰ vypracovali kolem poloviny dvacátého století teorii systémů,³¹ která definuje pojem systém³² a studuje systémy obecně. Systémy se samozřejmě objevují v mnoha oborech, ale jen teorie systémů zkoumá systém jako systém a nikoli z hledisek specifických pro ten který obor ani ve specifickém kontextu. Je to věda interdisciplinární – vznikla na základě studia systémů v biologii

²⁹ viz Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Ludwig von Bertalanffy [online]. c2011 [citováno 16. 08. 2011]. Dostupný z: http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Ludwig_von_Bertalanffy&oldid=6967068 [!!! odkaz !!!]

³⁰ viz Wikipedia contributors. William Ross Ashby [Internet]. Wikipedia, The Free Encyclopedia; 2011 May 16, 07:58 UTC [cited 2011 Aug 16]. Available from: http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=William_Ross_Ashby&oldid=429358010 [!!! odkaz !!!]

³¹ viz Wikipedie http://en.wikibooks.org/wiki/Systems_Theory (cit. 2011-08-16) [!!! odkaz !!!]

³² viz System [online]. Wikipedia, The Free Encyclopedia; 2011 Aug 7, 23:27 UTC [cit. 2011 Aug 16]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=System&oldid=443586684> [!!! odkaz !!!]

(Bertalanffy, Wiener), fyzice a technice (Wiener), později pak také v psychologii a psychoterapii (Ashby), ekonomice a managementu, sociologii, filosofii (Bertalanffy) atd.

Podle toho, jaké jevy sledujeme, jaký druh chování nás zajímá, rozlišujeme systémy např. výrobní, vzdělávací, dopravní atd. V informatice nás pak zajímají systémy, které získávají informace z prostředí, zpracovávají je (a případně je i uchovávají) a poskytují informace do prostředí. Takové systémy se nazývají **informační systémy**.

Za zvláštní druh informačních systémů můžeme považovat **systémy řídicí**, které sledují stav řízeného prostředí a na základě toho pak v případě potřeby působí na prostředí pomocí řídicích signálů. Takovými systémy se zabývá **kybernetika**.

Problém, systémový přístup

U zrodu každé technologie je **problém**.³³ Ne každá potíž je však hned problém. Když dojde v autě benzín, auto nejede. Je to problém? Ne. Je to jen *potíž* – člověk musí někde sehnat benzín a nějak jej dostat do nádrže. Způsob, jak *odstranit potíž*, je známý. **Řešení problému zpočátku známé není**, jinak by to nebyl problém. Co je tedy *problém*?

Představte si, že jsem vlk. Přijde sníh a mráz, je mi zima a mám hlad jako vlk. Mám problém? Určitě ne – je přece normální, že vlk má v zimě hlad a je mu chladno. Nedovede si představit, že by mohl žít jinak. Dejme tomu, že už nejsem vlk, ale zatoulaný pes: mám hlad a je mi zima. Na rozdíl od vlka však nejsem divoké zvíře – dobře vím, že u lidí mi bylo teplo a dostával jsem pravidelně najíst. V té chvíli mám problém.

Problém neznamena jen to, že se objektivně nacházím v mizerné životní situaci, ale že si dovedu představit lepší situaci a přitom nevím, jak bych té lepší situace mohl dosáhnout.³⁴

Problém tedy má tři důležité složky:

- **problémovou situaci**, ve které se nacházím
- známou **žádoucí situaci**, ve které by problém byl vyřešen
- klíčovou zásadní **neznalost**, která mi brání změnit problémovou situaci v situaci žádoucí

Zdálo by se, že když problém, tak řešit – co jiného s problémem? Zkušenost nám však ukazuje, že takový myšlenkový zkrat spíš přivede

³³ Původ slova je – jak jinak – starořecký: slovo πρόβλημα je složeno z předpony προ- (před, dopředu) a ze základu βάλλειν (vrhat, házet – odtud pak také např. balistika), problém je tedy překážka vržená před člověka, člověku do cesty. Viz problem, Wiktionary, <http://en.wiktionary.org/wiki/problem>, 27. 8. 2011 [!!! odkaz !!!]. (díky za tip, Vojto)

³⁴ viz Jaroslav Habr, Jaromír Vepřek: Systémová analýza a syntéza, druhé přepracované vydání, SNTL, Praha 1986, str. 101 [!!! odkaz !!!]

dotčené osoby do ještě horšího neštěstí, než ve kterém se se svým problémem nacházejí. Proč?

1. Většina problémů totiž pomine sama od sebe, aniž bychom o jejich řešení museli jakkoli usilovat (např. rýma za příslovečných sedm dní).
2. Pro postiženou osobu bývá přijatelnější zvyknout si na problémovou situaci, smířit se s ní – a tím konec konců pomine problém (např. smířit se s rodiči nebo s manželem/manželkou bývá lepší volba než stát se bezdomovcem; podobně si člověk ušetří hodně zbytečného trápení, když se smíří se svým velkým nosem, malým penisem nebo odstávajícíma ušima).
3. Řešením se sice jeden problém odstraní, ale mnoho nových (a možná i horších) problémů tím může vzniknout (např. když si koupíte novou, opravenou verzi softwaru plnou nových chyb).

Proto: narazíme-li na problém, měli bychom především uvážit alternativu k jeho řešení – *neřešit*.

Co ale máme dělat, rozhodneme-li se naopak: *řešit*? Ukazuje se, že některé způsoby *řešení problémů* umožňují zvládnout složitost problému, zatímco jiné zahltí řešitele tak, že problém vyřešit nedokáže. Lidé si všimli, že když chtějí vyřešit problém, musí především zvládnout jeho *složitost*, a že jsou způsoby, kudy na to. A to jsou právě ty způsoby, které nás navádějí, jak máme účinně zacházet s *informacemi* – protože informace mají něco společného s problémem, s jeho složitostí a se schopností člověka problém zvládnout. Proto se účinným způsobům zacházení s informacemi říká *informační technologie*³⁵ a jak vidět, nemusí mít nic moc společného s elektronikou, s počítači ani s internetem.

Které postupy jsou tedy ty účinné? Dejme si příklad: v jihoamerickém pralese ztroskotalo letadlo a přežil jediný člověk – dívka, která nevěděla nic o orientaci v neznámém terénu, o navigaci, o způsobech přežití v přírodě. Ale chtěla přežít. Potřebovala se dostat do civilizace. Problém spočíval v tom, že nevěděla jak. Nějaký čas bloudila pralesem a přitom nevědomky zkoumala svůj problém. Všude byla voda – bažiny, prameny a potůčky. A pak ji to napadlo: ta voda přece někam teče. Z potoka do řeky, řeka se vlévá do větší řeky a největší řeky tečou do moře. A podél velkých řek žijí lidé. Zkusila tedy jít neustále po proudu. Samozřejmě že musela překonat různé útrapy a nebezpečí, ale nakonec přece jen došla k lidem a zachránila se. Poučení: dokud se chovala chaoticky, neměla šanci přežít, ale jakmile začala řešit svůj problém systematicky, našla řešení.

Podobný příběh vypráví také stará báje o Théseovi. Král Mínós měl ve svém království na Krétě bludiště (neboli λαβύρινθος), ve kterém byla

³⁵ technologie je odvětví techniky, které se zabývá výrobními postupy (viz Wikipedie, <http://cs.wikipedia.org/wiki/Technologie> [!!! odkaz !!!]); technické prostředky, které se při tom používají, se také někdy nazývají technologie – ovšem pod vlivem angličtiny ne zcela přesně, McLuhanovo označení „média“ je výstižnější

ukryta krvelačná obluda Mínótauros. Celá historka o tom, kterak Mínós k Mínótaurovi přišel a kterak se Mínótauros dostal do labyrintu, je poměrně zajímavá a poučná, ale jednak nevhodná pro mládež, milé děti, jednak odbíhá od našeho tématu. Důležité je, že Mínós si dával každoročně posílat z Athén sedm panen a sedm mladíků jako krutou daň, kterou uvalil na podmaněné Athény. A těmi pannami a mladíky pak krmil Mínótaura: zavřel pannu do labyrintu a ta ve snaze najít východ zabloudila. A jak tak chaoticky chodila sem a tam labyrintem, dříve nebo později narazila na Mínótaura. Nejprve se strašně lekla a začala prchat – to bylo samozřejmě to nejhorší, co mohla udělat, protože Mínótauros si ji nadběhl, chytil a sežral. S mladíky to probíhalo stejně. Až athénský princ Théseus se rozhodl, že se dobrovolně vydá na Krétu a Mínótaura zabije. Pomohla mu v tom Mínóova dcera Ariadna, které se Théseus líbil a ona ho proto vybavila kouzelným mečem a klubkem červené nitě. Théseus, místo aby chaoticky prchal bludištěm, systematicky odvíjel nit. Za prvé tak poznal, když znovu přišel na místo, kde byl už dřív, že znovu přišel na místo, kde byl už dřív, takže nebloudil v kruhu. A za druhé, když zabil Mínótaura a chtěl se pak vrátit k východu z bludiště, tak prostě jenom navíjel nit zpátky na klubko a vrátil se ve vlastní stopě.³⁶ I pro Thésea platí: zachránilo ho to, že se postavil k řešení dosud neřešitelného problému jako k systému a pak postupoval systematicky.

Všimněte si rozdílu:

- jedna věc je řešit problém **systematicky**, tj. soustavně, *postup řešení* musí být soustavný
- druhá věc je řešit problém **systémově**, tj. jako systém, *v problémové situaci* hledáme soustavnost, přistupujeme k ní jako k systému

Je chaotická snaha o řešení problému vždycky horší než systémový přístup a systematický postup? Každé pravidlo má samozřejmě své výjimky. Říká se, že vosy jsou inteligentnější než mouchy, protože vosy hledá cestu z uzavřeného prostoru tak, že letí ze světlem, kdežto moucha chaoticky poletuje, naráží do stěn a dostane se ven s daleko větším úsilím. Jestliže však chytíme vosu do průhledné skleněné lahve, nenajde cestu ven, kdežto moucha ano. I člověk se někdy chová podobně jako moucha v lahvi: selžou-li známé postupy, člověk začne zkoušet nazdařbůh, jestli by třeba nezafungovalo něco jiného, a někdy má štěstí. Ale i když štěstí zrovna nemá, často se mu tak podaří lépe prozkoumat problémovou situaci, správněji pochopit problém a najít správné řešení – a to zase jednak systémově, jednak systematicky.

Systémový přístup je způsob zkoumání problému v souvislostech. Problém je považován za součást větší soustavy – *problémové situace*.

³⁶ Mimochodem, řešení problému není z Théseovy ani Ariadniny hlavy. Vymyslel je konstruktér labyrintu, známý vynálezce a kutil Daidalos, který v té době sice působil na Krétě, nicméně původně pocházel právě z Athén.

Proč je systémový přístup mocnějším způsobem řešení problémů než způsob chaotický? Jak to, že nám umožňuje zvládnout složitější problémy? Především vezměme v úvahu, že k vyřešení problému musíme učinit jedno, několik nebo celou řadu rozhodnutí – jako ta slečna, která se zachránila z havarovaného letadla v džungli: nejdřív vynaložila dost úsilí na to, aby správně poznala a pochopila problémovou situaci, do které se dostala. Průběžně zřejmě dostávala všelijaké nápady, co by ve své situaci mohla dělat: některé nápady by dokázala uskutečnit, jiné nikoli (např. zdatný radioamatér by možná zkusil zprovoznit vysílačku v kokpitu a přivolat si pomoc, ale ona holt nebyla zdatným radioamatérem). Ze všech nápadů pak musela vybrat jeden klíčový, který uskutečnila – a tím učinila klíčové rozhodnutí. No a potom ji čekala ještě celá řada dalších rozhodnutí – pomocí nich překonala dílčí potíže, které ji cestou potkaly: jak obejít neschůdný úsek potoka nebo říčky? jak určit směr, kam teče zdánlivě stojatá voda? jak zahnat dravou zvěř? atd.

Ke každému rozhodnutí člověk potřebuje *informace*, ale když je informací moc, tak se v nich člověk nevyzná a rozhodne se nesprávně. Proto je důležité nejen získat potřebné znalosti, ale také umět je systematicky uspořádat, abychom se rozhodovali jen podle výběru takových znalostí, které mají s naším rozhodnutím přiměřenou souvislost. A to je právě *systémový přístup* k řešení problému.

Informace

Informaci potřebujeme, abychom se dokázali správně rozhodovat a tedy i řešit problémy. Co to tedy je *informace*? A kde se vůbec vzalo to slovo?

Cvičení: Jmenujte a sepište synonyma a pak, jak budeme postupně zpřesňovat pojem *informace*, škrtejte nesprávná nebo nepřesná synonyma a doplňujte synonyma vhodnější.

Historicky se latinské slovo *informare* (informovat) začíná používat od 15. století v dnešním významu *poskytovat zprávy*. Asi o sto let později se začalo používat i slovo *informátor*, zpravodaj. Do té doby se latinské slovo *informatio* používalo ve významu „utváření mysli pro učení a vzdělávání“. ³⁷ A skutečně: pátráním po původním významu bychom zjistili, ³⁸ že slovo *informatio* přeložíme nejspíš jako *utváření*, protože je složeno

- z předpony *in* (ve významu „dovnitř“)
- ze základu *forma* (tvar)

tedy dohromady: vnášení tvaru do našeho myšlení, vědomí.

A jak takové *utváření mysli* funguje prakticky? Kdo např. upozoruje a pak sní svůj první knedlík, utvoří si a pochopí pojem knedlíku ze zkušenosti; někdo jiný (např. Australan) může pochopit typicky středoevropský pojem

³⁷ Z tohoto významu odvodil např. Jan Komenský slovo *informatorium* pro název své známé práce *Informatorium školy mateřské* [!!! odkaz !!!].

³⁸ Viz např. Online Etymology Dictionary, heslo „inform“.

<http://www.etymonline.com/index.php?term=inform> (cit. 31.12.2010 [!!! odkaz !!!])

knedlíku např. teoreticky z literatury, zatímco vynálezky knedlíku musela dostat nápad, prvotní pojem knedlíku jí byl zjeven – doslova „vdechnut“ inspirací z tajemných zdrojů světa věčných idejí.

Další příklady: Dejme tomu, že dostanete pohlednici od kamaráda, kde vám píše: celou noc tu svítí slunce. Jestliže vám píše v červnu z Narviku nebo z Murmansk, jenom potvrzuje to, co jste se učili v zeměpise, takže vám nesdělují žádnou informaci (leďa snad že učitel zeměpisu nelhal). Jestliže vám však píše třeba z Jakarty nebo z Pohoří královny Maud, je to podivuhodná, zajímavá informace. Podobně kdyby vám psal z Narviku v prosinci. Jestliže však váš kamarád právě překročil hranici osmnácti let a vy víte, že při té příležitosti začal experimentovat s lihovými nápoji, přináší vám jeho zpráva informaci o něčem úplně jiném, než o půlnočním slunci. A když dostanete takovou zprávu od brouka Pytlíka, žádnou informaci nejspíš neobsahuje.

Poučení: Vidíme, že co je a co není informace, záleží na místě, čase nebo odesílateli zprávy – a právě tak i na příjemci: zachytíte-li odpověď „ano“ a neznáte příslušnou otázku, žádnou informaci nezískáte, zatímco ten, kdo otázku zná, informaci obvykle získá.³⁹ Záleží tedy i na tom, kdo je příjemcem zprávy.

Předchozí příklady hovořily o **zprávách**, přenášejících informaci.⁴⁰ Znamená to tedy, že informace je nějak obsažena už v samotné zprávě? – nějak ano, nic jiného jí zřejmě nezbyvá. Je tedy informace nějaká věc (ať už hmotná nebo jen pomyslná), která je *objektivně*, nezávisle na odesílateli, příjemci a dalších okolnostech přenosu zprávy? Tady pozor, na tyhle otázky musíme odpovídat opatrně. Teorie informace říká, že informace souvisí s tím, jak se nám jeví svět. Ona totiž každá zpráva se svému příjemci jeví a každý jev naopak také můžeme považovat za zprávu. Než odpovíme na otázku, zda informace je něco objektivního nebo subjektivního, mělo by nás napřed zajímat, jak se komu jeví svět.

Cvičení: Představte si (a) plakát nadepsaný výzvou „pomozte nám najít zatoulaná štěňata“, (b) vývěsku nadepsanou svoláním „slušní občané opět v ohrožení“ a (c) novinový článek s titulkem „šelmy v ulicích“. Všechny tři tiskoviny se týkají téže události. Co to mohlo být za událost? Kdo a proč asi jednotlivé texty zveřejnil? Pokuste se pod uvedené nadpisy doplnit chybějící texty! (Pracujte ve dvojicích nebo v malých skupinách, každá skupina doplní text do jedné tiskoviny.) Nakonec prezentujte a porovnejte výsledky.

Příklady: Pesimista vidí tmu, optimista světlo na konci tunelu, realista reflektor lokomotivy a strojvůdce vidí tři pitomce na kolejích.

Nebo ještě jinak: Představte si tři muže, jak za letního podvečera stojí v Praze na Těšnově a hledí k vrchu Vítkovu (najděte na mapě!) Všichni tři

³⁹ protipříklad: když otázka zní „nemáte knedlíky?“ pak z odpovědi „ano“ není jasné, zda měla znamenat „ano, máme“ nebo „ano, nemáme“ – v tomto případě zůstává namydlen i znalec otázky

⁴⁰ podobně Claude Shannon v teorii informace hovoří o zprávách

vidí tentýž vrch Vítkov. Jeden z nich je zasilatel Martin Nedobyl, který potřebuje dopravit náklad brambor ze Severozápadního nádraží do malešického lihovaru. Vidí, že vrch Vítkov je pro jeho povoz nepřekonatelnou překážkou a přemýšlí, kudy vede nejschůdnější cesta pro jeho koně. Samozřejmě se rozhoduje pro dnešní Hybernskou a Husitskou ulici, která táhle stoupá až na Ohradu, odkud se povoz už snadno dostane na Malešickou silnici vedle dnes už bývalého nákladového nádraží. Druhý muž je Antonín Chittussi – právě přijel z Ronova nad Doubravou a poprvé vidí Vítkov osvětlený zapadajícím sluncem. Co asi vidí on? Určitě něco podstatně jiného než povozník Nedobyl: teplé barvy, měkké stíny, dramatický přechod mezi světlem na jihozápadním úbočí a tmou na východním karlínském srázu.⁴¹ A třetí muž právě vyšel z poříčské brány, má pásku přes oko a jeho oděv svědčí o tom, že sem zabloudil z patnáctého století. Pro něj se píše rok 1420, je začátek července, Staré a Nové Město ze všech stran obléhají křižáci a dnešní Husitská ulice je poslední zásobovací trasou, kudy obležená Praha dostává dodávky potravin z venkova. Třetí muž si uvědomuje, že Vítkov je poslední strategicky vyvýšené místo nad Prahou, které nepřítel dosud neobsadil. Co tam asi vidí on? Nepřekonatelnou překážku? Hru barev a stínů?

Zjišťujeme, že táž skutečnost znamená pro různé účastníky nebo pozorovatele různou informaci. Ale na druhou stranu svět se svou zákonitostí, uspořádaností a pravidelností má tvar (formu) objektivně a obsahuje *něco jako* znalost.⁴² Je-li svět předmětem našeho poznávání, je zdrojem informace, kterou o něm získáváme. Věříme-li, že všichni sdílíme týž svět, že všichni jsme součástí jednoho světa a že ten svět není chaotický, nýbrž objektivně uspořádaný, můžeme rozdíl mezi naprostým chaosem a řádem světa považovat za informaci. Kdo věří, že Bůh stvořil svět, nebo dokonce že nicotě dal tvar, ten musí také připustit, že Bůh do světa vložil informaci, kterou teď my získáváme, když poznáváme svět. A kdo si představuje (jako třeba Jan Purkyně⁴³), že svět je bytost obdařená nejen vědomím, ale také vzájemným působením svých částí, musí také připustit, že ve světě objektivně vzato teče informace. Všimněte si ovšem, že zabředáme do otázek víry a tajemna.

Příklad: když se tu snažím vysvětlit, co je to *informace*, uvědomuji si, že každý čtenář si z mého výkladu odnese něco jiného. A mrzí mě, že se určitě najde i takový čtenář, který si neodnese nic. Ale přece věřím, že můj výklad přispěje k tomu, aby si lidé navzájem lépe rozuměli, aby se v pojmu *informace* dobrali významového jádra – jádra, které je jedno a je pro všechny společné.

Pátřejme dál: co je to informace? Napsal jsem, že *informace* je taková věc, která nám dává „jakousi svobodu volby“ – to, co sice nemáme, ale potřebujeme, abychom se mohli rozhodovat. *Informace* je napřed něco

⁴¹ kontrolní otázka: jaké bylo povolání Antonína Chittussiho? (nevíte-li, zjistěte!)

⁴² **Pozor!** Rozdíl mezi *formou* a *informací* je analogický rozdílu mezi *znalostí* a *poznatkem*. Poznatek přináší znalost, ale není to totéž jako znalost.

⁴³ kontrolní otázka: kdy to bylo? čím se Jan Purkyně proslavil? jak se jmenuje krátký spis, kde Purkyně vysvětluje svoje představy o světě a jeho řádu?

neznámého, co potřebujeme získat, a získáme to tak, že to *poznáme*. Když naopak dostaneme zprávu o něčem, co již víme, nezískáme žádnou informaci. Informace je tedy přírůstek znalosti, **poznatek**. *Poznatek* utváří naše vědomí, umožňuje nám myslet, rozlišovat různé věci a rozhodovat se.

Příklad: V předchozím odstavci jsem vám sdělil, že informace je přírůstek znalosti. Jakou informaci vám přináší odstavec, který právě čtete? Pravděpodobně žádnou – že informace je přírůstek znalosti, jste už věděli. A jestliže jsem tutéž větu zopakoval již potřetí a zase vám nepřinesla žádnou informaci, je to názorný příklad, že táž zpráva přináší informaci jen poprvé, kdežto opakovaná zpráva už žádnou informaci nepřináší.⁴⁴

Posunuli jsme se o krůček, ale ne moc. Informace je poznatek... – co je to poznatek? Poznatek je samozřejmě cokoli, co poznáváme, a to průběžně, v průběhu poznávání. Nemám zde na mysli výsledek poznávání. Jakmile je poznání dokončeno, z poznatků se stává znalost, vědomost. Ale může být poznání někdy dokončeno? – to leda snad **u**-končeno, když člověk nechce vědět víc (ono je totiž mnohdy příjemnější a někdy i lepší nevědět než vědět). A přece: „**všichni lidé od přirozenosti touží po vědění.**“⁴⁵ Poznávání je totiž cesta ke svobodě,⁴⁶ přinejmenším *k jakési svobodě volby*. Smutné je, že většina lidí stejně dospěje k mentalitě líného otroka – mluvící věci, neboť svobodně volí ignoranci.⁴⁷

Přehled o tom, jak se historicky vyvíjely představy o poznávání, stojí za zvláštní odbočku do filosofie (Jak člověk poznává). Zde se prozatím spokojíme jen s výsledkem onoho dlouhého vývoje – s jednoduchým modelem, který zhruba vyhoví potřebám informatiky.

Vyjděme ze zřejmě správného tvrzení, totiž že poznáváme něco neznámého. Kdybychom předmět svého poznávání již znali, nemohli

⁴⁴ za předpokladu, že příjemce správně přijal zprávu hned napoprvé

⁴⁵ takto optimisticky začíná Aristotelova *Metafyzika* (jakkoli se jedná o teorii bytí a nikoli poznání, i Aristotelés vychází z přirozené touhy po vědění – a stará zkušená učitelka či starý zkušený *kantor* se, tralala, nestačí divit, neboť naprostá většina žáků je po dlouhá léta dnes a denně přesvědčuje o pravém opaku)

⁴⁶ Takže nikoli *Arbeit macht frei* (podobnost germánského *Arbeit* se slovanským slovem *robota* = otrocká činnost není náhodná). Naopak slovo *práce* souvisí s řeckým *πρᾶξις*. A životní praxe, jak uvidíme, je zdrojem poznání, tedy i cestou ke svobodě. Pro úplnost doplním ještě třetí výraz pro práci: germánský *Werk, work* (dílo) souvisí se slovanským *vrah, vrag* (nepřítel), řeckým *εργον* (čin, práce), *όργια* (orgie), *οργανον* (nástroj) a původní indoevropský význam najdeme v latinském *urgere* (utlačovat, tísnit, hnát, štvát, pronásledovat). Páté slovo, latinské *labor* je původu nejasného, asi indoevropského, v latině zřejmě došlo k posunu původního významu (podobně jako u germánského *Werk, work*) – v tom případě by bylo možné najít příbuzná slova v sanskrtu, ale opatrně! – abychom nešli ve šlépějích velkého Jána Kollára, který ex abrupto překládal etruské texty. Další latinské výrazy používané pro *práci* mají význam posunutý (sudor, factum, officium, opus – operace). Oblíbený český *melouch* pak pochází z hebrejského „מְלָאָכָה“ (*me_elacha*, práce).

⁴⁷ Všimněte si: čtyř- až pětiletí mudrcové se neúnavně vyptávají: proč? proč? proč? S věkem a povinnou školní docházkou se pak tato přirozená zvědavost většinou vytrácí – dej mi s tím pokoj! mě to nezajímá! neotravuj!

bychom jej teprve poznávat. Vraťme se k příkladu s knedlíkem:⁴⁸ chceme poznat, co je to knedlík. O knedlíku se něco dovíme, když jej budeme pozorovat: kuchařka vyndá z hrnce podivný světlý, lesklý, mokrý útvar těžko popsateľného ne zcela pravidelného tvaru a položí jej na mísu nebo na prkénko. Čerstvě uvařený knedlík je horký, stoupá z něj pára atd. I pouhé pozorování zpovzdálí stačí k tomu, abychom poznali knedlíky jako věci, které lidé vyrábějí a pak pojídají. Je však jasné, že pouhým pozorováním se toho o knedlicích moc nedovíme – požitkem z pojídání vůbec nepoznáme a o potížích začínajícího pojídače spojených s krájením (zejména švestkových knedlíků stříkajících šťávu), omočováním v omáčce a polykáním nedostatečně omočených knedlíků se nedovíme vůbec nic. Abychom poznali knedlík důkladněji, museli bychom na něj působit (napřed vidličkou a nožem, potom žvýkacím a trávicím ústrojím) a sledovat, jak on působí na nás. Museli bychom se osobně angažovat a v tom bývá i kus rizika (suchým, nedostatečně omočeným knedlíkem se člověk může i zalknout!) Na jednu stranu neangažované, nezaujaté pozorování vylučuje subjektivní vlivy a výsledné poznání pak bývá *objektivnější*. Naproti tomu, jaký smysl by mělo poznávání, kdyby člověk nebyl zvědavý a tedy i zaujatý⁴⁹ a kdyby nebyl ochoten riskovat, případně i něco obětovat?⁵⁰ Na některou věc dokonce musíme působit, aby se nám vůbec nějak jevila (např. „do ženský a do křemíku nevidíš“⁵¹ – praví lidová moudrost – nebo také jmenovky na zvoncích v domovním vchodu nejsou ve tmě vidět – musíme si na ně posvítit). Jestliže se jedná o věc neznámou, a to se v případě poznávání jedná, nemůžeme si být předem jisti, co naše působení způsobí – jak ovlivníme pozorovanou věc a jak ovlivníme její projevy, které chceme pozorovat. I kdybychom se snažili na věc nepůsobit, už samotné pozorování vytváří situaci, ve které se věc může jevit jinak, než kdybychom ji nepozorovali (to by se nám totiž nejevila – ale nejen v tom je rozdíl). Na druhou stranu si musíme uvědomit i to, že pozorování ovlivňuje i pozorovatele. Tím, že pozoruje, pozná, co neznal. Původně neznal, ale potom zná – to je změna. Problém je v tom, že působení neznáma nelze předvídat. Marie Curie nemohla předvídat, co s ní udělá dosud neprozkoumané radioaktivní záření. Při poznávání neznáma se tak člověk vždycky něco dozvídá i sám o sobě – i on je součástí zkoumaného neznáma.

⁴⁸ Všimněte si, jak kriticky tvůrčím způsobem vytrvale rozvíjím ono pověstné Marxovo ontologické lemma, že totiž *jsoucnost knedlíku nejlépe dokážeme tím, že knedlík sníme*.

⁴⁹ zaujatý např. *pro pravdu* o knedlicích

⁵⁰ obětovat např. *pro pravdu* o knedlicích

⁵¹ Nehledě na to, že „Opravdoví Programátoři považují vlastnost *co vidíš, to dostaneš* za stejně špatnou u textových editorů jako u žen“ – viz Ed Post: Opravdoví Programátoři neužívají Pascal [!!! odkaz !!!].



Obr.: Poznávání jako interakce s neznámem

Na obrázku vidíme schematicky znázorněné vzájemné působení (neboli *interakci*) mezi poznávajícím subjektem a neznámem. Především si musíme uvědomit, že *poznávající subjekt* není člověk v celé své složitosti, řekněme kompletní komplexní Franta Vopršálek, nýbrž že se jedná o jednu z *rolí*, kterou Franta Vopršálek hraje v procesu poznávání (druhá z jeho mnoha rolí spočívá v tom, že je součástí poznávaného neznáma). Důležité je, že reakce neznáma na podněty poznávajícího subjektu není zcela předvídatelná.

Poznávání je riskantní a může být i nebezpečné, ale je taky dobrodružné. Je to výzva, která člověka láká. Co je na poznávání tak lákavého? Snad právě to, že člověku umožňuje, aby rozhodoval sám o sobě, tedy že **poznávání je cesta ke svobodě**. Tady je ovšem jeden zakopaný pes – ba přímo maxipes. Informace totiž může být i chybná, mylná, klamná nebo lživá. Zajímavé na tom je, že i lež dává člověku „jakousi svobodu volby“.

Cvičení: Vzpomeňte si na nějaký příklad zavádějící nebo klamavé reklamy, na zavádějící nebo lživá hesla politických stran ve volební kampani nebo na nějakou válečnou lest založenou na klamu nebo dezinformaci. Zamyslete se

1. v čem konkrétně spočíval klam nebo dezinformace
2. zda oklamaná osoba jednala na základě svobodného rozhodnutí

Budeme-li se tedy zabývat otázkou, jak poznávat, měli bychom si vždycky ještě položit druhou otázku: jak zajistíme, aby naše poznání bylo pravdivé, nebo jak dodatečně poznáme, zda je naše poznání pravdivé?

Potud jsme rozebrali, co znamená, že informace je poznatek, který utváří naše subjektivní vědomí:

Informace je poznatek, tj. přírůstek znalostí.

Právě tak dobře bychom mohli říct, že **informace je zvětšení rozlišovací schopnosti**. V učebnicích se obvykle dočtete, že **informace je zmenšení neurčitosti nebo nejistoty**. Znamená to konec konců totéž, k čemu jsme dospěli my. Rozdíl je jen v tom, že zatímco my jsme poměrně důkladně prozkoumali význam pojmu *informace*, autoři ostatních učebnic obvykle vycházejí ze vzorečků pro měření množství informace a z nich se snaží zpětně odvodit, co se to vlastně měří.⁵² Myslím, že je normální, abychom napřed pochopili, co je to informace, a teprve potom – až budeme vědět, co to vlastně chceme měřit – abychom se zabývali jejím měřením.

Vysvětleme si ještě pár běžně používaných pojmů, které bychom měli odlišovat od informace.⁵³ Informaci nesou zpravidla znaky, **symboly** (bez ohledu na to, zda jsou vytesané do kamene, načmárané tužkou na papír nebo vypálené do flešky). Často také mluvíme o údajích neboli **datech**, že obsahují informaci (data zaznamenáváme pomocí symbolů). Nicméně pořád platí: máme-li z dat získat informaci, musíme datům *rozumět*, neboli musíme data *interpretovat*; data musí něco *znamenat* (musí mít význam), a to, co se z dat dozvíme, nám musí dát možnost rozlišovat, abychom se mohli rozhodovat.

Data zaznamenávají *informaci* pomocí symbolů a naopak informace je *významem* dat.

Ukažme si na jednoduchém příkladu, že data a informace není totéž:

Příklad: Jestliže zkomprimuji (zazipuji) textový soubor o velikosti 10 kB, získám soubor menší, dejme tomu 4 kB. **Množství dat se očividně zmenšilo, ale informace se přitom žádná neztratila.** To je zřejmé z toho, že zazipovaný soubor můžu zase rozzipovat do původní podoby.

⁵² poznámka pro recenzenty a zájemce o diskusi: teorie informace má samozřejmě svoje předpojatosti, je omezena svým paradigmatickým a vykladači Claudi Shannona se dostávají do ošklivého problému, když na jedné straně měří množství informace jako pravděpodobnost jevu (jakoby se informace nedala získat jinak než jevením) a při tom jsou ochotni počítat množství informace obsažené ve zprávě, jakoby to bylo něco objektivně určeného samotnou zprávou bez ohledu na to, komu a k čemu má zpráva sloužit (jakoby např. abeceda zprávy byla něco samozřejmého a jednoznačně předem daného – na příkladu tří pozorovatelů vrchu Vítkova jsem ukázal, že tomu tak není); kdo nechápe, o čem je řeč, ať se sem znovu vrátí, až si přečte kapitolu o měření informace

⁵³ ...jako informatici bychom **měli** odlišovat, na rozdíl např. od odborníků na informační a komunikační technologie, od knihovníků nebo od novinářů, kteří termín *informace* používají pro *data* a to, co my nazýváme informací, vůbec neznají. Podle nich pak pouhým rozzipováním souboru vzniká – kde se vzala, tu se vzala – nová informace, *ecce miraculum!*

Data (a potažmo také informaci) přenášíme signálem, ať už třeba signálem zvukovým, elektrickým nebo světelným. **Signál** je fyzikální vyjádření dat.

Shrňme:

Informace nám slouží k účelnému a účinnému rozhodování. Abychom se mohli rozhodovat, potřebujeme, aby naše vědomí bylo informací vhodně členěno a tvarováno. V tom smyslu můžeme říct, že informace dává našemu vědomí tvar. Informaci získáváme tím způsobem, že poznáváme. Proto můžeme říci, že informace je **poznatek**, tedy přírůstek znalosti. Informace vždycky někomu k něčemu slouží, jinak to není informace. Při poznávání se totiž řídíme svými cíli nebo zájmy (poznávání má účel).

Takto vymezený pojem informace však v sobě skrývá závažný problém: neumožňuje nám odlišit informaci správnou, pravdivou od chybné, mylné, nepravdivé. I dezinformace je zvláštním druhem informace – umožňuje nám, abychom se rozhodovali s pocitem svobodné vůle.

Jak člověk poznává? (výprava do filosofie)

...bude doplněno...

Informatika

Zkraje jsem uvedl, že informatiku potřebujeme k efektivnímu (účinnému) řešení problémů. Účinnosti dosahujeme systémovým přístupem: uvažujeme na přiměřené úrovni abstrakce a v souvislostech. Tak zvládáme složitost, abychom se v problémové situaci neztratili. Kde ale vezmeme znalosti o problému? Jak posoudíme různé možnosti řešení? – K tomu potřebujeme informace. Potřebujeme **dostat správné informace ve správnou chvíli na správné místo** (ať už na tom místě čeká člověk, který se rozhodne, nebo regulační mechanismus člověkem sestrojený a nebo přirozený regulační mechanismus, který pomocí informace ovládáme). A přirozený regulační mechanismus, který neovládáme, můžeme aspoň *popsat a pochopit* pomocí prostředků, které nám dává informatika – i taková pošetilost dokáže uspokojit mnohého člověka (na rozdíl od psa, žížaly, stromu, knedlíku nebo balvanu).

Pohyb nebeských těles se řídí přírodními zákony. Budeme-li tyto zákony zkoumat, objevíme složité systémy, informační toky a regulační mechanismy. Nicméně tyto poznatky jsou naše, lidské poznatky. Nebeským tělesům k ničemu nejsou, ta se prostě nemohou neřídit zákony astronomie. Chování zvířat je složitější, dokážou komunikovat s lidmi a je zřejmé, že třeba pes nebo vepř přemýšlí v abstraktních pojmech – buduje si pojmový model světa. Ale ani **zvířata nepotřebují pěstovat informatiku**, aby se mohla pudově rozhodovat.

Pozn.: Zajímavá otázka ovšem je, jestli třeba takové mraveniště (na rozdíl od jednotlivých mravenců) nemá vědomí podobné vědomí lidskému – vědomí schopné reflexe a sebereflexe. Nebo jestli třeba vesmír jako celek není schopen klást otázky (včetně otázek, na které není odpověď), jestli

nemá smysl pro humor a občas nežertuje, jestli nebeská tělesa neposlouchají zákony nebeské mechaniky třeba jen tak z legrace, protože je to prostě baví víc, než kdyby se takovými zákony neřídila – asi jako když lidi baví tancovat.⁵⁴ Co my víme?

Co my víme je, že sami se rozhodujeme nejraději na základě zralého úsudku – asi se nám to vyplácí. Ke zralému úsudku potřebujeme správné, relevantní informace. *Uvědomujeme si*, že nejraději se rozhodujeme na základě zralého úsudku a že ke zralému úsudku potřebujeme relevantní informace – že potřebujeme dostat správné informace ve správnou chvíli na správné místo. A proto pěstujeme informatiku. Abychom si mohli co nejvíce a co nejlépe užívat toho, že se rozhodujeme zralým úsudkem ve správnou chvíli na správném místě na základě správných informací.

Právě toho se týká jeden z mých oblíbených studentských žertíků: jsou to vlastně poznámky z přednášek, které navštěvoval žák jménem Arrianos v západořecké Nikopoli a kterými pak bavil kteréhosi svého přítele ve starověkém Římě. Co bylo na Arrianových poznámkách tak vtipného, že bavily nejen Řím, ale později i vzdělanou část celé středověké Evropy a novověkého světa? Byla to na první pohled trochu směšná a přece konec konců úctyhodná postava pana učitele Epiktéta. A právě ten (Επίκτετος), po sérii řečnických otázek a několika stránkách vykrucování – jako že on odpověď stejně nezná, že odpovědět si musí každý sám, jak umí – uzavře svůj výklad poněkud otráveně, a to těmito slovy:⁵⁵

A přece, ptáš-li se mě, co jest *dobrem* pro člověka, nemohu ti nic jiného říci, než že *jakási svoboda volby*.

Všimněte si, že *svoboda volby* není něco určitého, evidentního, nýbrž že je pouze *jakási*. A za povšimnutí rovněž stojí, že to, o co tu celou dobu jde, je *dobro pro člověka* – tj. **dobro**, kterého je člověk schopen **ke zlepšení světa** (jak dobro chápali stoičtí filosofové), nikoli snad dobro pro člověka **na účet zbytku světa** (jak je v našich zemích dobro chápáno posledních několik set let). Tolik k otázce, k čemu obecně slouží informatika a co je smyslem informatiky.

Konečně se vracíme k otázce, co je informatika? Základní pojmy sice už známe, ale odpověď přece nebude snadná. K informatice se totiž hlásí kdekdo: knihovníci, mediologové a sociologové, konstruktéři počítačů, analytici informačních systémů, cyberpunkeri, provozovatelé telefonních

⁵⁴ úvahy na toto téma rozvíjí např. Douglas Hofstadter v GEB [!!! odkaz !!!] nebo Jan Purkyně v Útržcích ze zápisníku uhynulého přírodovědce [!!! odkaz !!!]

⁵⁵ viz Epiktétovy Rozpravy [!!! odkaz !!!] v (kon)geniálním překladu Rudolfa Kuthana; řecky bohužel neumím, ale překvapilo mě, že zatímco anglický překlad Rozprav není takřka ke čtení, Kuthanův český překlad se čte dobře a při porovnání s anglickým vypadá jako překlad úplně jiné knihy – možná to bude tím, že prof. Kuthan překládal Epiktéta po roce 1948, kdy on sám nesměl vyučovat svoje milované klasické jazyky a kdy jeho syn byl uvězněn z politických důvodů (což mu pan profesor měl dokonce za zlé); co se týče Epiktéta, je to jeden z těch slavných, kteří nikdy nic nenapsali (podobně jako Sokratés nebo Ježíš) – opravdu velký duch nepotřebuje publikovat, to za něj obstarají „lidé od údržby“ (parafrázuji legendární článek Eda Posta *Real Programmers Don't Use Pascal*)

sítí, teoretici kyberkultury, pedagogové zabývající se prevencí kyberšikany, matematici... Nedivme se, že se na vymezení pojmu „informatika“ neshodnou. Pro nás je zde závazný *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia* (RVP-G) Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy ČR.⁵⁶ Informatika jako součást všeobecného vzdělání je tam pojata široce, v souvislostech s ostatními obory.

Pozor: je rozdíl mezi *informatikou* a informačními a komunikačními technologiemi (ICT), které informatice poskytují technické prostředky.

Slovo informatika vzniklo v 60. letech 20. století ve francouzštině spojením slov *information* a *automatique* – cítíme v tom přání, aby informatika automatizovala zacházení s informací. V současné době se slovo informatika používá buď v zúženém významu jako matematická informatika (computer science)⁵⁷ nebo v širším významu, který zahrnuje teoretickou, technickou i praktickou informatiku plus mezioborové obory – německá Wikipedie⁵⁸ ovšem hovoří zásadně *o vědách*, kdežto my se potřebujeme zabývat i technickými dovednostmi (jako je návrh algoritmu nebo informačního systému) a také praktickými činnostmi (jako je vyhledávání informací a kritické hodnocení jejich relevance⁵⁹). Tomu v podstatě vyhovuje i článek o informatice na české Wikipedii.⁶⁰

Jak tedy zformulujeme definici informatiky? Jednu celkem pěknou jsem našel v České terminologické databázi knihovnictví a informační vědy:⁶¹

Informatika je „obor zabývající se zákonitostmi vzniku, sběru, přenosu, třídění, strukturou, vlastnostmi, zpracováním, ukládáním a vyhledáváním dat a informací, a to převážně se zaměřením na využití informačních technologií.“

Pěkné na ní je, že nemluví o vědě, nýbrž o oboru. Ten výčet různých činností, které se s daty dělají, je dobrý k tomu, abychom si představili něco konkrétního pod mým oblíbeným pojmem „zacházení s informací“. Ale těžko si to všechno bude někdo pamatovat a ani nárok na úplnost bych tomu výčtu nepřiznal (např. když třídění, tak proč ne taky řazení? –

⁵⁶ *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický, 2007. 100 s. [cit. 2011-05-15]. Dostupné z WWW: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPG-2007-07_final.pdf ISBN 978-80-87000-11-3. [!!! odkaz !!!]

⁵⁷ viz vazbu mezi články *Informatika* a *Computer Science* na české a anglické Wikipedii: *Computer science* [Internet]. Wikipedia, The Free Encyclopedia; 2013 Jan 25, 20:06 UTC [cited 2013 Jan 27]. Available from: http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Computer_science&oldid=534880267 [!!! odkaz !!!]

⁵⁸ viz Seite „Informatik“. In: Wikipedia, Die freie Enzyklopädie. Bearbeitungsstand: 14. Januar 2013, 23:49 UTC. URL: <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Informatik&oldid=112971612> (cit. 27. Januar 2013) [!!! odkaz !!!]

⁵⁹ správnost, platnost

⁶⁰ viz Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Informatika [online]. c2012 [citováno 27. 01. 2013]. Dostupný z WWW: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Informatika&oldid=9485128> [!!! odkaz !!!]

⁶¹ viz *Informatika* [online]. Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy. [citováno 21. 07. 2011]. Dostupný z: http://aleph.nkp.cz/F/?func=direct&doc_number=000000027&local_base=KTD [!!! odkaz !!!]

když sběr, tak proč ne pořizování?) Vysloveně mi ovšem vadí, že směřuje data s informací. Není to totéž a informatika by neměla být jen módním, prestižnějším označením pro *hromadné zpracování dat*. S informací obsaženou v datech totiž nepracujeme, dokud data jenom kopírujeme, přenášíme, uchováváme nebo zobrazujeme, ale teprve až když informaci využijeme k rozlišování mezi různými věcmi nebo k rozhodování, co máme dělat – až když využijeme to, co zpracovávaná data *znamení*, když interpretujeme jejich význam.

Anglická Wikipedie je stručnější a srozumitelnější:

„Informatika studuje strukturu, algoritmy,⁶² chování a interakce v přirozených a umělých systémech, které uchovávají, zpracovávají a sdělují informace.“⁶³

Obsah této učebnice se ovšem musí řídit výše zmíněným dokumentem RVP-G, kde je popsán vzdělávací obor *Informatika a informační a komunikační technologie*. Omezil jsem se jen na teoretickou část oboru. Snažím se vysvětlit, čemu by měl rozumět všeobecně vzdělaný člověk, aby rozuměl informatice v souvislostech, aby se orientoval.⁶⁴ Píšu učebnici, nikoli cvičebnici. Ani nepíšu příručku k žádnému hardwarovému nebo softwarovému nástroji. Příručka přestává platit s novou verzí softwaru. Učebnice se používá léta.

Informatika je jednak sama oborem, který má svůj smysl, účel, předmět a metody, jednak v sobě sdružuje několik speciálních dílčích oborů. Které to jsou?

- **teoretická informatika** (*computer science*, někdy také *počítačová věda*, dříve také *matematická informatika*), která se zabývá teorií formálních jazyků, matematickou teorií automatů, algoritmy a jejich výpočetní složitostí (tj. náročností na procesor a paměť), programovacími jazyky nebo třeba vzájemným působením člověka a počítače; poznatků teoretické informatiky pak využívají technické obory jako je např. softwarové inženýrství
- **informační věda** (v užším významu), která se zabývá zacházením s informací *ve společnosti* (zabývá se tedy i tím, komu a k čemu informace slouží – smyslem a účelem informatiky); k informační

„Computer science is no more about computers than astronomy is about telescopes.“ (*Teoretická informatika se nezabývá počítači o nic více než astronomie dalekohledy.*)
Edsger Dijkstra

⁶² stručně řečeno: výpočetní postupy, postupy zpracování dat

⁶³ viz Wikipedia contributors. Informatics (academic field) [Internet]. Wikipedia, The Free Encyclopedia; 2011 Aug 8, 23:18 UTC [cited 2011 Aug 17]. Available from: [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Informatics_\(academic_field\)&oldid=443768876](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Informatics_(academic_field)&oldid=443768876) [!!! odkaz !!!]

⁶⁴ Poznámka pro učitele: píšu učebnici tak, aby se dala číst, ne aby se podle ní dalo vyučovat. Metody a formy výuky ani tématické plány tady nehledejte – na to jste vystudovali vysokou školu.

vědě si dovolím přidružit i **mediologii** (jak nám ji předvádí McLuhan) a **didaktiku**

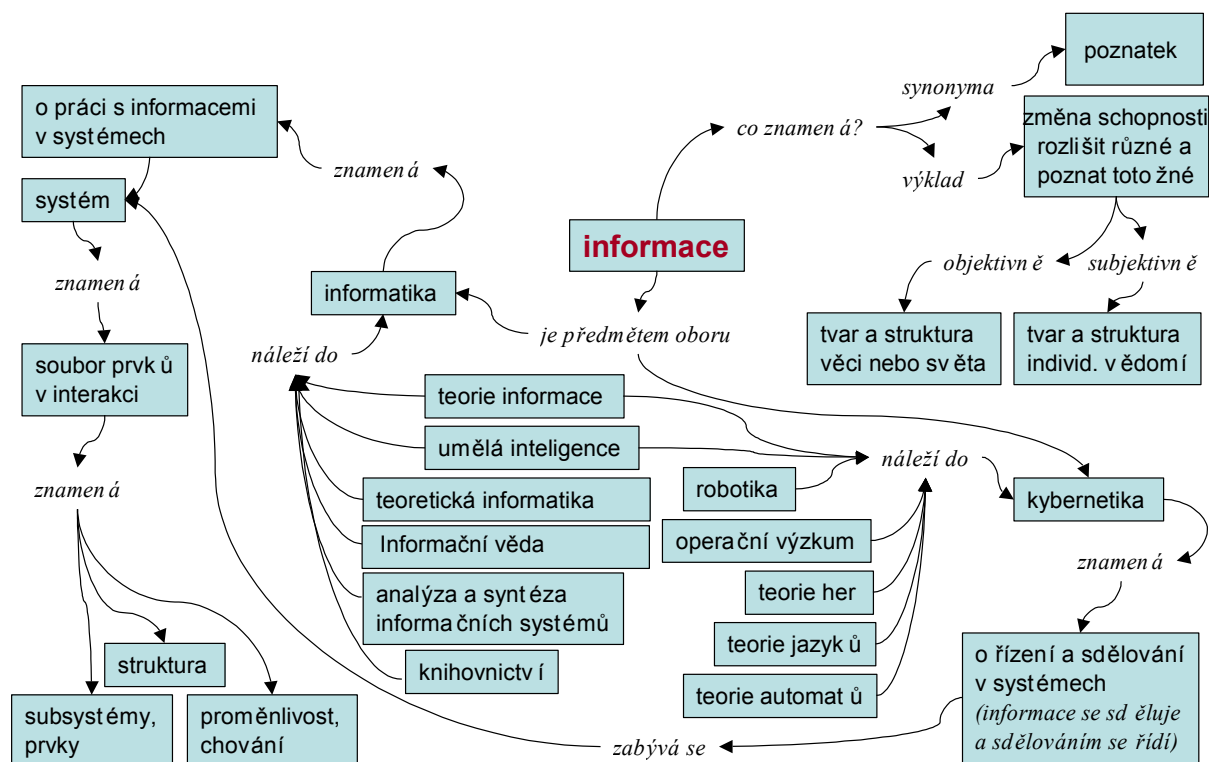
- **teorie informace**, která se zabývá zejména měřením množství informace a kouzly s nadbytečností dat, jako je např. komprese dat („zipování“) nebo zajištění bezchybné komunikace na nespolehlivých linkách
- soubor *pomocných věd informatických*, jako je zejména **filosofie informatiky** (zavádí základní pojmy a paradigma), **informatická etika** (zkoumá hodnoty a mravní postoje v informatice a vytváří etický kodex), **matematická logika** (zabývá se např. výroky nebo obecněji tzv. predikátovým počtem, ale může formalizovat i jiné méně tradiční logické soustavy, např. časovou logiku) a **diskrétní algebra** (množiny, relace, grafy, jazyky, gramatiky, automaty – to vše se pak použije v teoretické informatice)
- **umělá inteligence** (nejen AI, kterou známe z Neuromancera a Matrixu, ale např. řízení aut bez řidiče, rekonstrukce trojrozměrných předmětů z fotografií, rozpoznávání písma nebo řeči atd.)
- **technické obory**, zejména analýza a konstrukce informačních systémů, případně celé softwarové inženýrství
- **praktické činnosti**, např. vyhledávání informací a posuzování jejich relevance, provoz knihoven a informačních systémů, žurnalistika, vyučování (aplikace didaktiky) atd.

Potud výčet oborů, které jsou součástí informatiky. Než shrneme a tím i uzavřeme vymezení pojmu *informatika*, seznámte se ještě s příbuzným oborem *kybernetika*.

Kybernetika je nauka o sdělování a řízení v přirozených a umělých systémech (v živočiších, strojích, společnostech...) Zahrnuje mj. tyto disciplíny:

- teorie řízení (důležitý pojem: *zpětná vazba*)
- teorie informace (mj. zavádí jednotku *bit*)
- teorie jazyků a automatů
- teorie her
- umělá inteligence (včetně robotiky)
- operační výzkum (zejména řízení vojenských a ekonomických systémů)

Cvičení: Porovnejte informatiku s kybernetikou: v čem se překrývají a v čem se liší? Použijte myšlenkovou mapu na obrázku.



Obr.: Informatika a kybernetika znázorněné v myšlenkové mapě

Pozn.: Všimněte si, že myšlenková mapa má ústřední pojem (v obrázku to je pojem „informace“) a hvězdicovou strukturu obohacenou tak nanejvýš příčkami nebo jen příčnými odkazy. To znamená, že myšlenková mapa se dá zapsat jako hierarchický odrážkový seznam příp. doplněný příčnými odkazy. Obecnější diagram, tzv. *sémantická síť*⁶⁵ taková omezení nemá.

Historická poznámka: V padesátých a šedesátých letech dvacátého století byla *informatika* neznámým pojmem, zato *kybernetika* byla v módě. Informatika jako obor se postupně objevuje až od sedmdesátých let a jak jsem ukázal, dodnes se lidé ještě úplně neshodli, co to vlastně má být. Je to především módní slovo se starým obsahem, snaha dělat dojem na lidi, slušně řečeno.

Shrnutí

Účelem informatiky je porozumět problému, příp. navrhnout informační systém, který vyřeší problém. Informatika nezkoumá ani neřeší problémy libovolně, ale ze zásady systémově. Informatika se přitom zabývá jenom takovými systémy, které zpracovávají informace. Je to obor teoretický, technický i praktický. A díky tomu, že už víte, co je to *informace* a co je to *systém*, stačí napsat jen stručně:

Informatika je obor, který se zabývá informačními systémy.

⁶⁵ sémantika je nauka o významu různě složitých jazykových výrazů, viz Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Sémantika [online]. c2013 [citováno 18. 03. 2013]. Dostupný z: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=S%C3%A9mantika&oldid=9835294> [!!! **odkaz** !!!]

Pozor! Informatiku nebudeme redukovat ani na informační a komunikační *technologie*, ani na zpracování *hromadných dat*. Informační a komunikační technologie nezacházejí s informací, nýbrž pouze s daty. Nezabývají se totiž informací, **významem dat**, tj. tím, co data znamenají.

Poděkování

Děkuji

- panu Mgr. Ivu Pelichovskému za kontrolu kapitoly o poznání ve filosofii
- paní doc. RNDr. Aleně Šolcové, Ph.D. za konzultaci o otázkách na hranici matematiky, logiky a filosofie
- panu doc. Ing. Vojtěchu Merunkovi, Ph.D. za průběžné konzultace
- čtenářům portálů RVP a Česká škola za komentáře, náměty a připomínky v diskuzích k článkům věnovaným této učebnici
- panu PhDr. Ondřeji Neumajerovi, Ph.D. a ostatním pracovníkům portálu RVP za možnost průběžně publikovat a konzultovat na portálu

Literatura

ARISTOTELÉS. *Organon*. Praha: . **(!!! doplň !!!)**

ARISTOTELÉS. *Metafyzika*. Přeložil Antonín Kříž. Praha: Rezek, 2003. ISBN 80-86027-19-8.

ASHBY, William Ross: *An Introduction to Cybernetics*. **(!!! doplň !!!)**

DESCARTES, René. *Rozprava o metodě*. **(!!! doplň !!!)**

GIBSON, William. *Neuromancer*. New York City: Ace Books, 1984. ISBN 0-441-56956-0.

HOFSTADTER, Douglas. *Gödel, Escher, Bach*. New York: Basic Books, 1979. ISBN 0-465-02656-7 (český překlad vydala nakladatelství Argo a Dokořán v roce 2012)

[PURKYNĚ, Jan Evangelista.] *Papierstreifen aus dem Portefeuille eines verstorbenen Naturforschers*. In: Ernst, Benjamin Gottlob: Planetognosis. Breslau: Kern, 1850. (česky: Útržky ze zápisníku zemřelého přírodovědce, v různých překladech zejména E. Rádla a J. Loužila).

WACHOWSKI, Lana; Andy WACHOWSKI. *Matrix* [film]. Warner Bros. (USA) a Village Roadshow Pictures (Austrálie), 1999.