

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta podnikatelská

Ing. Čestmír Halbich, CSc.

INFORMAČNÍ SYSTÉMY PRO PODPORU ROZHODOVÁNÍ

DECISION MAKING SUPPORT SYSTEMS

TEZE HABILITAČNÍ PRÁCE

OBOR: ODVĚTOVÁ EKONOMIKA A MANAGEMENT



BRNO 2002

KLÍČOVÁ SLOVA

informační systémy pro podporu rozhodování - teorie deterministického chaosu – veřejné informační systémy – bezpečnost informačních systémů

KEY WORDS

decision making support systems – deterministic chaos theory – public information systems – computer systems security

MÍSTO ULOŽENÍ ORIGINÁLU PRÁCE

Fakulta podnikatelská – Oddělení pro vědu a výzkum

© 2001 Čestmír Halbich

ISBN 80-214 –2093-6

ISSN 1213-418X

OBSAH

PŘEDSTAVENÍ AUTORA	4
1 ÚVOD, CÍLE PRÁCE A FILOSOFICKO-METODOLOGICKÉ PŘÍSTUPY K ŘEŠENÍ.....	5
1.1 Úvod.....	5
1.2 Cíle práce a filosoficko - metodologické přístupy k řešení	6
2 CHARAKTERISTIKA SOUČASNÉ EPOCHY A JEJÍ VLIV NA INFORMAČNÍ SYSTÉMY	8
2.1 Základní termíny použité v práci.....	8
2.2 Filosofické základy teorie informace a informatiky.....	9
2.3 Úvod do teorie chaosu.....	10
2.4 Teorie deterministického chaosu.....	11
2.5 Zjišťování chaosu v reálných systémech.....	16
2.6 Příklady aplikací teorie deterministického chaosu v informatice a průmyslových podnicích	18
3 PŘEMISŤOVACÍ SYSTÉMY	21
3.1 Analogie mezi provozem v počítačových sítích a v dopravním proudu	21
3.2 Internet, protokoly, algoritmy, typy pro jeho užití.....	22
4 INFORMATIKA JAKO PŘÍSPĚVEK K EKOLOGIZACI LIDSKÝCH ČINNOSTÍ	24
4.1 Koncepce podniku jako systému v rámci okolí.....	24
4.2 Virtuální organizace, videokonference, virtuální sítě, realita... ..	24
4.3 Informatika jako nástroj k ekologizaci lidských činností.....	27
5 VEŘEJNÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY A ROZHODOVÁNÍ.....	29
5.1 Rozdělení metod rozhodování.....	30
5.2 Business process reengineering	31
5.3 Použití celulárních automatů při podpoře rozhodování	32
5.4 Příklady aplikací IS poskytujících doplňkové informace pro rozhodování	34
5.5 Některá využití technologie Internetu podnikatelskými subjekty agrokomplexu.....	37
5.6 Bezpečnost na Internetu	40
6 ZÁVĚR	42
6.1 Zhodnocení přínosů práce	42
7 PŘÍLOHA 1	44
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:.....	45
ABSTRACT	47

PŘEDSTAVENÍ AUTORA

Čestmír Halbich se narodil 29. 5. 1952 v Ivančicích. Vysokoškolská studia absolvoval v roce 1975 na Fakultě elektrotechnické VUT Brno. Průběh praxe : 1975 - 1977 asistent vývoje, Tesla Piešťany, výzkum a vývoj, 1977 - 1985 technik ASŘ městského silničního provozu, Městská správa SNB Brno, 1985 - 1989 odborný asistent katedra teorie řízení, VŠ SNB Praha, 1989 - 1995 odborný asistent, katedra policejního managementu a informatiky, Policejní akademie ČR, Praha, 1995 - dosud odborný asistent, katedra informačních technologií, PEF ČZU v Praze.

Ing. Halbich přednášel externě na Fakultě stavební VUT Brno specializované předměty v letech 1982 - 1989. Od roku 1985 pracoval jako odborný asistent na VŠ SNB, později na katedře policejního managementu a informatiky Policejní akademie ČR, kde se opět podílel na výuce, psaní skript a vedení závěrečných prací studentů. Zavedl zde a přednášel nový volitelný předmět Počítačová kriminalita.

Od roku 1995 pracuje jako odborný asistent katedry informačních technologií PEF ČZU v Praze. Kromě pravidelné výuky předmětů katedry, přednášky a cvičení, zde zavedl ve spolupráci s RNDr. Brechlerovou nový nepovinný volitelný předmět Počítačová kriminalita ze kterého později vznikly předměty dva - Základy ochrany dat a Bezpečnost informačních systémů, které zde přednáší. Podílí se na psaní skript katedry a vede diplomové práce Externě vyučuje na vysoké škole. Ing. Halbich je inovativní typ. V letech 1975 - 1977 pracoval jako první a tehdy jediný výzkumný a vývojový pracovník výzkumně vývojové základny v ČR v podnikové sféře na výzkumu a ověřování technologie integrovaných obvodů typu CMOS. Během práce na ASŘ-MSP podal cca 10 zlepšovacích návrhů a byla mu přiznána čtyři světová prvenství řešení technických problémů ve formě autorských osvědčení na vynález. Do roku 1990 nemohl významnějším způsobem publikovat, protože převážná část jeho práce byla neveřejného, případně tajného charakteru. Výsledky své práce publikoval v několika příspěvcích ve vědeckých časopisech, z toho má čtrnáct příspěvků na zahraničních či mezinárodních konferencích. Na počátku své vědecké kariéry se věnoval moderním technickým prostředkům a metodám v teorii dopravního proudu a informačního zabezpečení řízení tvrdých systémů (křížovatek). Po nástupu do oblasti vysokého školství se začal zabývat bezpečností informačních systémů (kryptografie). Aplikací moderních metod jako teorie chaosu nebo celulárních automatů do informačních systémů se snaží udržet kontinuitu celého svého vědeckého vývoje. Řada publikovaných prací se věnuje této oblasti. V poslední době se intenzivně věnuje bezpečnosti informačních systémů, což je oblast velmi perspektivní i vzhledem k aplikacím v praxi. Od roku 1995 publikuje také v oblasti systémové teorie a jejím vztahu k inženýrské praxi. Byl nositelem jednoho vnitřního grantu fakulty, dále byl nositelem grantu Fondu rozvoje vysokých škol ministerstva školství F5/0108/98, který byl pod jeho vedením splněn s hodnocením výborně. Spolupracuje institucionálně i neformálně s několika zahraničními univerzitami a odbornými pracovišti v rámci grantů IMG Socrates (University of Tampere, Universidad de Málaga) a v letech 2000 – 2002 absolvoval celou řadu vyzvaných přednášek na zahraničních univerzitách. Je členem International Sociological Assotiation a pracovní skupiny RC51 Sociocybernetics.

1 ÚVOD, CÍLE PRÁCE A FILOSOFICKO-METODOLOGICKÉ PŘÍSTUPY K ŘEŠENÍ

1.1 ÚVOD

Předkládaná práce se nemůže zabývat ekonomikou a řízením průmyslového podniku v celé šíři, proto byla vybrána problémová oblast informačních systémů (IS) pro podporu rozhodování průmyslového podniku se zřetelem na využití veřejných informačních systémů – VIS v podniku. Habilitační práce je předkládána jako syntéza dosažené znalostní báze autora. Vychází z dosavadních vědeckých a pedagogických aktivit autora v dané oblasti převážně v posledních několika letech.

Charakteristickým jevem, na který práce reaguje je trend budování specializovaných i veřejných datových a počítačových sítí (VIS).

Tento jev má z hlediska zvolené rozlišovací úrovně tři aspekty:

- technický (v užším slova smyslu hardwarový a softwarový),
- uživatelsko - implementační,
- metodologický (interpretací).

Podíváme-li se na výše uvedený trend blíže, můžeme se zaměřit na následující skutečnosti:

- jde o celosvětový trend,
- jeho informační efekty se promítají do celé řady disciplín,
- má vliv na znalost užití disponibilní počítačové techniky a zpětnou vazbu na její rozvoj,
- za posledních 50 let od vzniku kybernetiky jako teoretického základu a její aplikace v oblasti automatizovaného zpracování dat po dnešek, šel vývoj jednotlivými generacemi počítačů od jednotlivých experimentálních počítačů nulté či první generace k hromadnému nasazení počítačů při distribuovaném zpracování dat v současných počítačových sítích.

Výše uvedené skutečnosti vedly ke změně paradigmatu a celkové koncepci užití výpočetní techniky v informačních systémech.

Teoretická východiska práce mají množství praktických konsekvencí, z nichž některé budou uvedeny později.

To vše motivovalo autora k naplnění obsahu předkládaného habilitačního spisu, který má obsahovat v souvislosti se zvoleným předmětem zkoumání:

- dokumentaci odborné a pedagogické způsobilosti autora,
- interdisciplinární a systémové pojetí vztahů věd technických, biologických, ekonomických a informačních,
- na vybraných příkladech dokumentovat stupeň zvládnutí problémů,
- demonstrovat pokus o celistvé a současně obecné zvládnutí souvztažných problémů.

Forma předkládané práce vymezuje obsah se zřetelem na specifika zpracovávané vědecké disciplíny. Zvolený předmět zkoumání se vyznačuje mimo jiné tím, že

- uvedená oblast zájmu autora se dynamicky vyvíjí,
- co platilo ještě včera je často dnes již zastaralé,
- je obtížné zpracovat konkrétní systémový řez danou objektivní realitou.

Autor si byl vědom těchto charakteristik zkoumaného systému. Přesto zvolil předkládaný přístup k řešení problematiky, protože se domnívá, že v řadě praktických aplikací informačních systémů praktikům, analytikům, implementátorům apod. chybí epistemologické zázemí a výsledkem jsou často neúspěšná řešení při tvorbě informačních systémů.

Výše uvedené teze jsou podrobněji specifikovány v následující části 1. 2 a rozvinuty a řešeny v dalších kapitolách práce.

1.2 CÍLE PRÁCE A FILOSOFICKO - METODOLOGICKÉ PŘÍSTUPY K ŘEŠENÍ

Předkládaná habilitační práce má naznačit, jak přinést pomocí informatiky „více informací“ do obecné teorie a do některých konkrétních oblastí lidské činnosti, průmyslové podniky nevyjímaje. Vychází přitom z obecně známého schématu, podle kterého se z obecně filozofického základu vydělily jednotlivé speciální vědy se svými metodami poznání. Konečným produktem jsou pak konkrétní metodiky, které mohou být použity při řešení problémů praxe. V předkládané práci je předložen pokus o různé přístupy stejně jako o interdisciplinární a systémový přístup. Proč se práce zabývá informatikou? Žijeme v období informační exploze, v kapitole 2.2 se zabýváme *teorií přežití*, ať již živočišného druhu, nebo podnikatelského subjektu a v této souvislosti je tedy podvědomě cítit význam informace.

Na získání nových poznatků byly v této práci použity různé metody vědecké práce. Byla prováděna rešeršní činnost, mimo jiné v databázích na CD ROM přístupných ve vědecké knihovně České zemědělské univerzity např. Agris, a dalších. Bylo využito vyhledávacích služeb, strojů a robotů ve WWW prostoru jako například Alta Vista, Lycos atd., bylo použito Archie klienta a dalších metod hledání informací. Důležitým zdrojem byly databáze patentové literatury (uspto.gov či patents.ibm.com a další) volně přístupné na Internetu apod.

Byly získávány informace z nejrůznějších akademických i komerčních zdrojů. Autor se účastnil odborných seminářů a konferencí. Účast na některých konferencích a seminářích dále umožnila kontakt s pracovníky českých i zahraničních universit, ke kterému jinak byly samozřejmě využity veškeré možnosti (Internet atd.).

Informace byly vyhledávány v nejrůznějších pramenech. Informace byly analyzovány, zobecňovány, aplikovány, byla provedena praktická měření a sledování různých fyzikálních veličin, bylo prováděno vyhodnocování naměřených hodnot a další výpočty. Celá řada získaných poznatků, spolu s popisem metod jejich získávání je uvedena dále.

Úvod charakterizuje cíle a metody práce. Druhá kapitola vychází z paradigmatu které vidí současnou epochu jako *turbulentní*, což anticipuje mimo jiné termín *chaos*. Většina druhé kapitoly je věnována dynamice chaosu, neboť teorie chaosu je pokládána všeobecně za podnětnou, s přínosy pro praxi. Manažeři v této turbulentní době musí rozhodovat a informatika má podporovat jejich rozhodování. Hlavním obsahem kapitoly 2.2 je konstatování významu informatiky pro přežití člověka jako biologického druhu. Třetí kapitola srovnává různé druhy tzv. premisťovacích systémů a toto srovnání využívá v podrobném popisu počítačových sítí. Ve čtvrté kapitole je rozvíjena tendence využití informatiky k ekologizaci veškerých lidských činností, přitom ekologie není chápána jako ideologie, ale jako jedna z cest vedoucích k přežití člověka. Pátá kapitola se zabývá přenosem zjištěných poznatků do průmyslových podniků, jako jedné z oblastí lidské aktivity. Kapitola 5.3 se věnuje celulární automatům (dále jen CA), neboť společenská objednávka v mnoha oborech lidské činnosti si vynutila značný pokrok právě v aplikacích CA. Tyto aplikace, zejména z oblasti dopravy jsou předmětem kapitoly 5.4.. Další podkapitoly páté kapitoly jsou věnovány problémům, které byly nastíněny a řešeny v předchozích kapitolách z hlediska využití například v *business process reengineeringu* (dále jen BPR), v kap. 5.4.6 ve veřejných informačních systémech a nebo v kapitole 5.5, 4.1, 5.1 a dalších využitím v průmyslových podnicích.

V šesté kapitole, závěru, jsou shrnuty nejdůležitější výsledky předkládané práce.

Cílem předkládané práce bylo přispět k řešení vybraných problémů informatiky a výsledkem řešení je pak obvykle hypotéza podpořená případovými studii či příklady aplikace. Cílem práce, která se v rámci problematiky vyjádřen v názvu práce zabývá premisťovacími systémy je mimo jiné přispět k rozvoji systémové vědy a tak přispět k řešení některých problémů, které provázejí *informační systémy*. Každý výrok práce se dotýká všech informačních systémů, tj. tedy i informačních systémů v průmyslových podnicích.

Téma práce zpracovává hraniční oblasti několika oborů, kde hledá nová dosud nezmapovaná místa. Jak je známo z ekonomické teorie, právě zde je nejvíce šancí na úspěšné získávání nových poznatků. Problematika je, vyjádříme-li se pojmy z teorie množin průnikem toho, co autora zajímá z odborného hlediska, toho, co je společenskou objednávkou (jaké jsou problémy, které chce společnost řešit), vyjádřenou například pomocí grantů, publikovaných odborných článků nebo výzkumnými projekty, a toho, co se dalo přiměřeně zpracovat ve formě předkládané habilitační práce.

Předkládaná práce je rozdělena do několika kapitol, které spojuje obecná metodika systémové vědy, aplikovaná zde v oblasti informatiky.

Vyjádřena je základním schématem:

- diagnostika současného stavu, (kap. 2.2, 4.1 a další)
- simulace, (kap. 3.1, 5.3 a další)
- přenesení výsledků do praxe. (kap. 5.5, 5.6 a další)

Snad každá rozsáhlejší práce zabývající se problematikou informatiky dokumentuje nutnost nějakého (konkrétním autorem zvoleného) řešení obecně známým popisem situace v informačních technologiích (dále jen IT) z doby zcela nedávné.

Díky novým technologiím, jako je například objektově orientované programování jsme již dále v řešení problémů, přesto situace v informatice vyžaduje stálou pozornost, a to také vzhledem k charakteru doby, ve které žijeme. Dnešní doba může být charakterizována slovy „jedinou konstantou dnešní doby je nestálost“ - vše se mění. Dnešní *turbulentní doba* (Drucker 1980) je tedy spojena s pojmy jako je *chaos* (Prigogine 1984), proto se druhá kapitola zabývá převážně teorií chaosu a podnětům, které tato teorie přináší praxi.

V práci, která se věnuje *veřejným informačním systémům* (dále jen VIS) a souvisí se získáváním informací pro podporu rozhodování, je věnována pozornost jak tzv. *tvrdým systémům*, které jsou zde představovány integrální částí většiny informačních systémů, počítačovými sítěmi, v nichž existují zcela jasné konkrétní algoritmy pro přenos informací viz kap. 3.2, přes méně tvrdé systémy jako je Centrální řízení dopravy, kde proudy vozidel řízených řidiči mají poměrně jasná pravidla řízení a směřování, dále k systému rozhodování řidičů při výběru trasy v síti komunikací kap. 5.3, 5.4, což připomíná chování podnikatelských subjektů na trhu, až k rozhodování v průmyslových podnicích kap. 5.5, kde jde již zcela jistě o tzv. *měkký systém* (Halbich 1996b).

Práce se snaží reagovat alespoň v rozsahu daném rozsahem práce na některé problémy současné informatiky, a zejména má

- přispět ke zvýšení schopností občanů České republiky aktivně pracovat s informacemi cestou využívání VIS.

- poskytnout řídicím pracovníkům obecně a tedy i při řízení průmyslových podniků nové poznatky, které mohou být inspirující pro jejich práci.

- navázat na výzkum provozně ekonomické fakulty ČZU: „Virtuální organizace a řídicí struktury podnikatelských subjektů v zemědělství“.

- svými výstupy v maximální možné míře podpořit řešení výzkumných záměrů fakulty, které byly předloženy na MŠMT ať již v oblasti *udržitelného rozvoje* či problematiky *zpracování dat a m atematického modelování v zemědělství*.

- upozornit na představy některých manažerů že přímé využití *učebnicových znalostí* povede k prosperitě a přežití firmy, (poté řešit situaci). (Pozn. autora: je obecně známo, že tzv. *učebnicové znalosti* často nemají pro praxi větší cenu, než cenu papíru na kterém byly publikovány).

Cílem práce je poukázat na měnící se požadavky trhu na informační technologie a na nové možnosti, které může veřejný informační systém poskytnout řídicím pracovníkům obecně a tedy i při řízení průmyslových podniků, poskytnout vývojové a filosoficko - metodologické návody možného řešení s poukazem na úspěšné případy implementace.

2 CHARAKTERISTIKA SOUČASNÉ EPOCHY A JEJÍ VLIV NA INFORMAČNÍ SYSTÉMY

Dnešní dobu můžeme v prvním přiblížení charakterizovat jako *turbulentní*, což zároveň u přívrženců paradigmatu teorie deterministického chaosu anticipuje pojem *chaos*. Turbulentní doba dává připraveným lidem více příležitostí, než doba, která tento přívlastek nemá. Ve shodě s celou řadou autorů v předkládané práci turbulentní prostředí pojímá autor ne jako ohrožení stávajících systémů, ale jako výzvu pro tyto systémy a jako *emergenci* nových příležitostí k jejich prosperitě. Přitom metod posilujících schopnost přežití podnikatelského subjektu v podmínkách chaosu je celá řada, jak je pojednáno v páté kapitole práce. Podniky jsou obvykle vysoce komplexní systémy, které jsou charakterizovány inženýrskou a neinženýrskou částí. S postupujícím vědeckým poznáním se rozšiřuje oblast podniku řešitelná inženýrskými postupy na úkor původně neinženýrských oblastí.

V úvodu zmíněné potíže IS se jistě odvíjejí již od definice a chápání informace a definice systému, proto budou v následujícím některé definice a pojmy uvedeny, protože je nutné snížit varietu používaných termínů a zpřesnit vymezení hlavních pojmů, když přesnost je jistě jedním z atributů používání inženýrských postupů.

Inženýrství můžeme pro účely práce definovat následujícím způsobem: „*Inženýrství* je aplikace vědy pro optimální využívání disponibilních zdrojů k blahu lidstva“. Inženýrství je tedy spojeno s vědou, zároveň vysoce preferuje možnosti měření různých veličin. Pokud bychom neměřili, těžko bychom mohli říci, že něco využíváme lépe dříve. Co není „měřitelné“ obvykle nebývá předmětem zájmu inženýrů. Proto kromě definic musíme zavést jednotky pro měření jimi sledovaných veličin. Technici se kromě toho snaží vždy o dosažení co nejvyšší účinnosti svých řešení, což je jak bude uvedeno dále jak ekonomické, tak povýtce i ekologické.

V našem uvažovaném případě jde kromě *informatického inženýrství* o *systémové inženýrství* a o *systémovou vědu* (teorii systémů).

Podíváme-li se na programování jako na inženýrskou činnost, je nápadný jeho velmi dynamický rozvoj, který lze označit jako stálý boj se složitostí. Tento vývoj probíhal v určitých vlnách, které mají výhradně metodický charakter. (Technický pokrok programátorské problémy neřešil, spíše je prohluboval, protože výkonnější počítače znamenaly možnost větších, tj. rozsáhlejších i složitějších programů).

2.1 ZÁKLADNÍ TERMÍNY POUŽITÉ V PRÁCI

Specifikem teorie systémů je ta skutečnost, že základní objekt jejího zkoumání, systém, nachází své uplatnění téměř ve všech vědních oborech. Většinou však, kromě vlastností obecně systémových, mají tyto systémy vlastnosti specifické, plynoucí z podstaty toho kterého vědního oboru. Tyto mohou být tak významné a jejich studium tak náročné, že dávají vzniknout poměrně samostatným podoborům systémové vědy, jako třeba teorie systémů informačních, sociálních nebo přemíst'ovacích.

Všechny podobory však samozřejmě mají něco společného. Tím je systémový přístup, neboli zjednodušeně řečeno, vidění v dynamických souvislostech všech složek zkoumaného objektu. Na druhé straně nemusí být pro všechny tyto podobory společný stupeň determinovanosti systému - můžeme uvažovat o systémech deterministických, náhodných, fuzzy, nebo dokonce neurčitých. Společným nemusí být ani jazyk, jímž systém charakterizujeme - někdy můžeme mít systém popsán matematickými rovnicemi, někdy různými diagramy a někdy běžným hovorovým jazykem. Co však asi vyžadovat musíme, je to, abychom o každém praktickém objektu měli možnost jednoznačně rozhodnout, zda splňuje, nebo nesplňuje definici systému toho kterého typu.

Pro účely předkládané práce je jedním ze základních pojmů pojem *systém*, kolem kterého je budována systémová věda.

Vzhledem k tomu, že předkládaná práce se zabývá zejména informačními systémy, je nutno zavést i definici informace. Tak jako definic systému, i definic informace existuje u různých autorů celá řada, my si uvedeme pouze některé z nich. Z americké literatury lze převzít velmi obecnou definici informace - „*informace je výpověď o struktuře entity, která umožňuje člověku rozhodnout*“. V tomto případě je tedy informace svázána se subjektem. Naopak z klasické Shannonovy teorie informace, která si připomíná v současné době padesát let svého trvání, vychází další definice „*informace je neenergetická veličina úměrná snížení entropie systému*“. Již od dob Shannonových je tedy informace spojená s entropií, proto se v dalším budeme věnovat i entropii.

V systémech, kterými se budeme dále zabývat, mají informační vazby a informace vůbec významnou, ne-li rozhodující úlohu. I když výklad teorie informace není hlavním tématem předkládané práce, uvedeme zde několik základních pojmů z této oblasti.

Inženýry a zejména techniky vždycky nejvíce zajímá účinnost. Aby však bylo možno ji stanovit, musí být nejdříve dostupná číselná míra vstupních i výstupních veličin. Prvním krokem k využití jakékoli teorie zejména v technické, ale i zemědělské praxi bude určení míry v dané oblasti poznání.

Matematický popis je běžným jmenovatelem entropie ve všech těchto kontextech: entropie ve fyzice je míra užítkovosti energie (zahrnuje Clausiovo makroskopické pojetí stejně jako Boltzmannovo zkombinování mikroskopického a makroskopického přístupu); v komunikaci je entropie míra stupně překvapení nebo novosti zprávy; v biologii a sociologii je entropie úzce spojená s pojmem (pojetím) řádu a stavby. Pomocí své definice entropie Boltzmann prokázal spojitost mezi tepelnými (energetickými) vztahy představy entropie a mírou struktury abstraktních mikroskopických stavů.

Shannon a Weaver (Shannon, Weaver 1949) prozkoumali další význam entropie použitím stejných matematických formulací k charakterizování průměrného množství informace zprávy přenesené ze zdroje do místa určení komunikačním kanálem. Entropie v tomto kontextu dosahuje svého maxima pokud každý jednotlivý kousek zprávy se stane se stejnou pravděpodobností. „Mikroskopické stavy“ představují impulzy nebo energetické úrovně v nosiči informace.

Zdá se, že lze popsat všechny naše aktuální ekonomické činnosti (produkce a spotřeba spotřebního zboží a služeb a/nebo produkce a použití prostředků produkce jako stroje, stavby a zprostředkující zboží) dostatečným změřením těchto aktivit s použitím pojetí možné nebo volné energie a uvolněného tepla. Většina ekonomických dějů používá veškerou přijatou energii na produkci vytoužené komodity (nebo materiální struktury) nebo služby (materiální děj) a nakonec přemění energii na odpadové teplo.

Teorii informace, jejíž hranice jak je známo, jsou dosti vágní, což se projevuje i v předkládané práci, považují někteří autoři za část semiotiky.

Informace jsou nutným předpokladem komunikace, tj. procesu výměny informace. Přenos zpráv se realizuje informačními kanály a rozložený v čase představuje informační tok.

Za informační systém budeme považovat systém, jehož vazby jsou definovány jako informace a prvky jako místa transformace informace.

2.2 FILOSOFICKÉ ZÁKLADY TEORIE INFORMACE A INFORMATIKY

Epistemologie¹, filosofie (teorie) vědy.

Nejobecnější otázka, která se v předkládané práci může objevit je „jak vůbec světu rozumíme a jací jsme, že jej můžeme (nějak) poznávat“. Dále

1. Jak vědy tvoří své pojmy, pomocí nichž poznávají svět a své poznání sdělují
2. Z jakých předpokladů musí věda vycházet (co stojí v základu jejich poznávacích schopností)
3. Jakých metod věda užívá (jakým způsobem a podle jakých pravidel se dobírá poznání).

¹ v řečtině επιστημη značí vědu

V průběhu dějin ve vědě nastávají krize v důsledku zhroucení starých vzorů a způsobů poznávání. Učebnicovým příkladem je krize fyziky na počátku 20. století.

Každý vědec se musí filosofickými otázkami zabývat. A. Einstein ve své vzpomínce na zemřelého Ernesta Macha: „Když se nevěnuje vědě z vnějších důvodů, pro výdělek, z ctižádostivosti, a také ne... ze sportu, pro potěšení cvičit svůj mozek, pak mě musí jako apoštola vědy palčivě zajímat otázka, jaký cíl chce a může dosáhnout věda, které se oddávám. Jak dalece jsou její obecné výsledky pravdivé? Co je podstatné, co spočívá jen na nahodilostech vývoje?“. Každý tvůrčí vědec se podobně filosoficky zamýšlí.

Vývoj ve vědě se děje postupnou či náhlou změnou vědeckého *paradigmatu*² - všeobecně uznávaných výsledků a metod vědeckého výzkumu, které po jistý čas slouží jako model vědeckosti. Je to vždy věc generační, např. A. Einstein, který provedl revoluci ve fyzice, se nikdy vnitřně neztotožnil s kvantovou teorií, protože byla vytvořena nastupující generací vědců.

Koncem 18. století nastala informační exploze, kterou dnes zvládáme s největšími obtížemi jen díky výpočetní technice, databázím, hypertextu, expertním systémům apod. Vůbec si přitom netroufáme odhadnout další vývoj informačních technologií a vlastní informatiky. Z důvodu, že je pod silným tlakem společenské objednávky a společenské potřeby, je jisté že její další vývoj bude nadále bouřlivý.

Příkladem může být kniha N. Wienera „Cybernetics, or control and communications in the animal and the machine“³, která byla vydána začátkem roku 1948 v nakladatelství Hermann et Cie v Paříži, a o něco později, také v roce 1948 ve spolupráci Technology Press of MIT Cambridge a J. Wiley, New York, a stala se základním kamenem kybernetiky jako *transdisciplinární* (Havel 1996) vědy.

Obvykle v aplikované informatice používáme dosti účelovou definici informace, tj. sdělení o struktuře entity, které umožňuje příjemci rozhodnout (Kol. 1997), str. 13, jak bylo uvedeno výše. Z filosofického hlediska je však informace jev daleko obecnější, je vlastně reakcí na určitý proces. Každá hmotná skutečnost potom obsahuje informace o procesech ve kterých byla ať pasivní nebo aktivní složkou, neboť nutně reagovala nějak (reakcí) na tento proces (akci). Kámen hozený na písek, snad také informace (dosud neprokázaná) o existenci léčivé složky v homeopatických lécích, to všechno jsou reakce na určitý předchozí proces a jsou to tedy informace o minulých jevech a procesech. Jak je uvedeno v kap. 2.5 vlna může nést informaci.

V posledních letech je v inženýrské oblasti velice podnětná teorie deterministického přechodu k chaosu viz (Halbich 1995). Tato teorie dosud nenašla aplikaci se společenských vědách, její doba však může přijít a přinést celou řadu cenných výsledků. Tato hypotéza dnes teprve hledá cestu v oblasti informatiky⁴.

Z filosofických základů nastíněných v této kapitole se odvíjí snaha autora o aplikaci informatiky v práci odborníků, manažerů i informatiků v průmyslu. Takto aplikovaná informatika je z výše uvedených důvodů nezbytná pro efektivní každodenní práci uživatelů. *V současné době, době neustálých změn a turbulentního prostředí totiž nestačí podvědomá preference významu informatiky v práci každého uživatele, ale je potřeba mít pracovníky vědoucí, připravené teoreticky i prakticky.*

2.3 ÚVOD DO TEORIE CHAOSU

Před několika staletími se věřilo, že příroda je zcela nepředvídatelná a předpovídání nebo změna přírodních událostí je nemožná. Věřící vysvětlovali tuto nepředvídatelnost zavedením pojmu „velkého počátku“, který řídí jako soudce všechny jevy ve světě svými zásahy.

² toto dnes moderní slovo znamená příklad, vzor, model

³ Předkládaná habilitační práce byla dokončena právě v souvislosti s padesátým výročím vydání této knihy

⁴ konkrétní aplikace jsou uvedeny v kap. 2.6.

Během osmnáctého století vědci přišli k názoru, že pouze málo věcem na Zemi nemohou rozumět. P. S. Laplace prohlásil (Striik, D., J. 1963, str. 213): „Inteligentní bytost, která by v určitý okamžik znala všechny síly, které v přírodě působí, a mimoto vzájemnou polohu všech částic, z nichž je příroda složena, a která by přitom měla schopnost, aby tyto údaje mohla podrobit matematické analýze, by mohla zahrnout do jednoho vzorce pohyb velkých těles i nejjednodušších atomů a *nic by pro ni nebylo neurčitě*; jak budoucnost, tak i minulost by ležely jasně před jejíma očima.“

V tomto století však kvantová mechanika stavějící mimo jiné i na Heisenbergově principu neurčitosti znamenala konec starého mechanického determinismu.

Nepředvídatelné systémy a procesy nemusejí být složité. Například proud vody v trubici, cesta částic kouře v trubici a dokonce *pohyb jednoduchého kyvadla* lze při určitých okolnostech těžko předvídat.

2.4 TEORIE DETERMINISTICKÉHO CHAOSU

Teorie deterministického chaosu může být podnětná pro naši oblast zkoumání, proto se jí budeme v této kapitole podrobněji zabývat. Když dokážeme chaotické chování systému diagnostikovat, víme s čím máme co do činění a nepřekvapí nás potom chování vyšetřovaného systému. Můžeme se na takové chování připravit a v ideálním případě je využít.

Matematická ekologie využívající matematické modely popisující dynamiku populací má největší úspěchy v oblasti popisu šíření nakažlivých nemocí. Ekologové v individuálních případech zobecňují a produkují jednoduché matematické rovnice, které mohou předvídat chování velkých skupin organismů v čase. Jedna taková rovnice užívaná k předvídaní jednoduchých změn v populacích, je tzv. logistická rovnice (Mayova) vyvinutá v roce 1845 Verhulstem, ale podrobně studovaná o sto let později matematickým biologem R. Mayem. Rovnice se snadno odvozuje z pozorování rozšíření viru ve skupině lidí. Virus se používá pro toto odvození proto, že viry patří mezi nejjednodušší živoucí organismy. V tomto případě je populace definována jako počet lidí infikovaných virem v nějakém čase a my zkoušíme najít metodu předpovědi nějakého stavu v budoucnu. Na základě znalostí počátečních podmínek můžeme samozřejmě předpovědět, jaký bude stav populace kdykoli v budoucnu, ale nedokážeme předpovědět, zda daný konkrétní jedinec bude nebo nebude infikován. Evoluční chování systému v čase lze popsat soustavou diferenciálních rovnic, ale náš případ můžeme popsat jednodušeji rovnicí, jež zní:

$$p_{t+1} = p_t + \alpha p_t (1 - p_t)$$

kde p_t je procento napadených jedinců v čase t ($t=1, 2, 3, \dots$).

Použití pravděpodobnosti (procent) ji činí nezávislou na počtu lidí ve skupině. Konstanta α nám dovolí použít rovnici univerzálně pro jakoukoli kombinaci virus/host. Tzn. že hostem nemusí být vůbec lidé, ale třeba živočichové nebo počítačové disky. Pro různé kombinace virus/host jsou charakteristické různé hodnoty α . Pro počáteční podmínku $t = 1$ a hodnotu $p_t=0,3$ dostáváme například pro $\alpha = 1,9$ až 3 periodické chování systému, pro $\alpha = 3,2$ chování, které popisuje funkce obsahující dvě periody, při $\alpha = 3,57$ se systém dostává do chaotického stavu.

Rozvoj mechaniky jako hlavního vědního proudu a s ní související rozvoj dalších věd vedl v 18. a 19. století až k představě světa jako dokonalého mechanismu, jehož vývoj v čase je přírodními zákony plně a jednoznačně determinován.

Pohybové zákony mechaniky, po Newtonovi matematicky formulované v tzv. analytické mechanice, mají tvar diferenciálních rovnic. Pro rovnice, které se zde mohou vyskytnout, není příliš obtížné dokázat, že za daných, tzv. *počátečních podmínek* řešení existuje a je právě jediné. Známe-li stav systému, tj. polohy a rychlosti všech částic, které systém vytvářejí, můžeme, alespoň v principu, s libovolnou přesností vypočítat stav systému i kdykoliv v budoucnosti či minulosti.

Dokázat, že řešení existuje a umět je efektivně nalézt jsou však dvě odlišné věci. Analytické řešení ve formě vzorce přichází v úvahu jen výjimečně, především pak u rovnic lineárních. Jinak jsme odkázáni na řešení jen přibližná, aproximativní. Jako samozřejmá pomoc se nabízejí počítače. Je snad i trochu ironií, že právě metody spojené s programováním a s tzv. algoritmickou teorií složitosti, umožňují ukázat, že představa, že všechno je možno „vypočítat“, je představou klamnou a principiálně omezenou.

Kvantová mechanika přinesla do teorie neodstranitelné a apriorní pravděpodobnosti možných výsledků měření. Jaký výsledek měření bude pozorován (za co nejuplněji vymezených podmínek) lze popsat jen pravděpodobnostně, nikoli jednoznačně deterministicky. Deterministickou povahu však zachovává časový vývoj stavové funkce, vyjádřený tzv. časovou Schrödingerovou rovnicí. V tomto ohledu je i kvantová teorie teorií deterministickou.

Vědecká disciplína, v níž se paradoxní vztah determinovanosti a zároveň nepředpověditelnosti zřetelně vyjevil, se nazývá *teorie deterministického chaosu*.

Dynamické modely, které popisují časový vývoj nejrozmanitějších systémů, které věda a technika studují, bývají zpravidla (nebo alespoň po vhodné úpravě mohou být) popsány soustavou obyčejných diferenciálních rovnic prvního řádu tvaru

$$\frac{dX_i}{dt} = F_i(X_1, X_2, \dots, X_n, \alpha_1, \dots, \alpha_s), i=1, 2, \dots, n.$$

Jedná se o soustavu n spřažených diferenciálních rovnic. Zadání n funkcí n proměnných F_i , $i=1, 2, \dots, n$, na pravých stranách, znamená vlastně formulování studovaného modelu. Veličiny, $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_s$ jsou parametry, na nichž může chování dynamického systému podstatně záviset (materiálové konstanty, hodnoty vnějších parametrů, vazebné konstanty ap.). Proměnná t označuje čas.

Veličinami X_i mohou být nejrozmanitější fyzikální i jiné veličiny, podle povahy úlohy. Mohou to být např. souřadnice, rychlosti, napětí, proudy, koncentrace chemických látek, teplota, intenzity elektrických a magnetických polí, počty jedinců různého druhu v populaci, počty krvinek v jednotce objemu, v ekonomických modelech třeba i ceny a úrokové míry ap. Soubor hodnot $X_i(t)$ představuje stav systému v daném čase. Ve studovaném modelu časové změny veličin X_i známým způsobem (podle funkcí $F_i(X_1, X_2, \dots, X_n, \alpha_1, \dots, \alpha_s)$) závisejí na okamžitých hodnotách všech veličin X_i , $i=1, 2, \dots, n$.

Nalezení časového vývoje stavu, tj. vyřešení soustavy rovnic, znamená nalezení n funkcí $X_i(t)$ jako funkcí času, splňující zadané počáteční podmínky $X_i(0) = X_{i0}$. Z počátečního stavu soustavy v čase $t=0$ můžeme tedy stanovit jednoznačně stav soustavy v kterémkoli čase pozdějším. Jsou-li funkce F_i lineární, lze soustavu řešit a řešení exaktně vyjádřit. To je však výjimečný, mezní případ. V dalším budeme předpokládat, že funkce F_i jsou obecně nelineární. V takovém případě nalézt řešení není vůbec jednoduché, obecně není analyticky vyjádřitelné.

Kde všude se může deterministický chaos vyskytovat? Zhruba řečeno: všude tam, kde lze aplikovat k popisu vhodný nelineární model. Nelinearita vztahů je tou základní nutnou, avšak ne postačující podmínkou, vedoucí k citlivé závislosti na počátečních podmínkách. Ta se projevuje tím, že alespoň jeden Ljapunovův exponent⁵ je kladný a vzdalování se trajektorií je tedy exponenciální.

Souhrnně lze konstatovat, že chaos je zcela běžným, universálním jevem. Neznamená to však, že jsme nuceni rezignovat a že nemůžeme o přírodě nic vypovídat. Ostatně, přiměřená míra chaosu je užitečná a je významnou součástí života živých organismů i nás samých.

⁵ Ljapunovovy exponenty vyjadřují asymptotickou orbitální stabilitu (nebo nestabilitu) dané fázové trajektorie.

Velmi efektivním a přehledným způsobem jak sledovat dynamiku studovaného systému je zavedení myšleného n -rozměrného tzv. fázového či stavového prostoru se souřadnicemi X_1, X_2, \dots, X_n . Bodu v tomto prostoru odpovídá stav tj. soubor okamžitých hodnot X_i . Časový vývoj systému je zobrazen časovou změnou polohy takového bodu, tj. trajektorií (orbitou) ve fázovém prostoru.

Zvláštní pozornost si zaslouží tzv. *disipativní systémy*, tzn. systémy, které mají tu vlastnost, že ať se počáteční stav nachází kdekoli (v určité oblasti, tzv. oblasti přitažlivosti) ve fázovém prostoru, s rostoucím časem se trajektorie stahují do určité části tohoto prostoru s nulovým objemem. Jsou těmito oblastmi, zvanými atraktory, přitahovány. Atraktory souvisí s limitním chováním se systémů po odeznění „přechodových jevů“ v čase $t \rightarrow \infty$. Charakter tohoto limitního chování může podstatně záviset na hodnotách řídicích parametrů α . Při jejich změně dochází při určitých kritických hodnotách těchto parametrů k náhlé, kvalitativní změně v typu atraktoru a druhu pohybu. Takovému jevu se říká bifurkace.

Nejjednodušším atraktorem je bod, který odpovídá stavu klidu. Hodnoty veličin $X_i(t)$ se přibližují k jistým hodnotám a v čase poté se již nemění. Příkladem může být pohyb kyvadla, které v důsledku tření a z inženýrského pohledu znehodnocování mechanické energie třením na teplo (tj. disipací) se posléze zastaví. Poloha ani rychlost se pak již nemění. Jiným příkladem možného atraktoru je uzavřená orbita (tzv. limitní cyklus), podél níž systém trvale obíhá. Ilustrací je kyvadlo hodin, kterému je trvale dodávána energie zvenčí poklesem závaží či z elektrické baterie. Takový systém je disipativní, z inženýrského hlediska znehodnocuje energii, ta je však trvale doplňována. Systém je ovšem otevřený, je v kontaktu s okolím.

Když r. 1963 Edward Lorenz náhodně první (a dodnes asi nejznámější) tzv. *podivný* atraktor objevil při svých počítačových simulacích, odvozených z jisté úlohy z fyziky atmosféry, nebral nikdo jeho článek na vědomí. Výsledek byl považován za vnitřní problém zvoleného způsobu výpočtu nebo snad i za omyl. Teprve po patnácti letech v souvislosti s dalšími studii chaotických systémů nastal boom v hledání takových systémů doslova všude: na zemi, ve vzduchu, pod vodou, ve vesmíru, v systémech hmotných i myšlenkově konstruovaných. Všude tam, kde lze aplikovat nelineární dynamické modely.

Zdánlivě jsou chaotické chování (spjaté se vzdalováním stavů původně sobě blízkých) a disipativní charakter systému (jehož trajektorie se stahují do omezené oblasti fázového prostoru s nulovým objemem) navzájem sobě odporující požadavky.

Před rozvojem teorie deterministického chaosu bývaly fyzikální a vůbec přírodní zákony zpravidla rozdělovány do dvou odlišných skupin.

1) Zákony deterministické popisovaly jednoznačně a absolutně přesně chování systémů, ke kterým se vztahovaly, pojem pravděpodobnosti nepotřebovaly, nahodilost jim byla pojmem zcela cizím.

2) Zákony statistické využívaly pojmu náhoda a své závěry vyjadřovaly pravděpodobnostně.

V klasickém, makroskopickém pojetí byly deterministické zákony považovány za prvotní a zákony statistické za druhotné, aplikované pro systémy a také situace s neúplnou znalostí jejich stavu a popisu. Ve fyzice to byly především systémy, skládající se z mnoha částic a situace, v nichž hrály roli tepelné jevy. Statistický popis byl chápán jako důsledek nezvládnutelně velkého počtu stupňů volnosti takového systému.

Teorie deterministického chaosu ukázala, že chaotické, nepředvídatelné a dříve jen pravděpodobnostně popsatelné chování mohou vykazovat i systémy překvapivě jednoduché, např. matematické kyvadlo s pohyblivým závěsem, nelineárně spřažené oscilátory ap. U systémů se spojitým časem stačí minimální počet tří stupňů volnosti a tím pouhé tři rovnice, popisující dynamiku systému aby se objevil chaos.

Dnes víme, že nejvlastnějším jádrem náhodného chování a statických zákonitostí není ani tak velký počet stupňů volnosti či nekontrolovatelnost vnějších vlivů, ale především nelineární vnitřní

dynamika, vedoucí k citlivé závislosti na počátečních podmínkách a tím k nestabilitě a chaotickému chování. Dynamický řád je sice jednoznačný při nekonečné přesnosti popisu, při dostupné konečné přesnosti jsou však pohyby dlouhodobě nepředvídatelné. Systém v důsledku nelineárnosti ztrácí paměť, ztrácí záznam o svých počátečních podmínkách (Ruelle 1978 citovaný Markem a Schreiberem 1991).

Vícekrát jsme se zmínili o tom, že nejmenší počet stupňů volnosti dynamického systému, který může vykazovat chaotické chování, jsou tři. To platí pro systémy, jejichž dynamika je popsána diferenciálními rovnicemi. Někdy však stačí i mnohem méně. Chaotické iterované systémy mohou být i jednorozměrné.

Řada jevů v přírodě může být popsána dynamickými systémy s tzv. diskrétním časem $n = 0, 1, 2, \dots$, vyjádřeným ve vhodných časových jednotkách. Takové modely lze získat z modelů se spojitým časem např. tak, že stav systému se zaznamenává jen stroboskopicky, v diskrétních časových okamžicích, nebo tak, že se registrují průsečíky spojitě fázové trajektorie s vhodnou příčně uloženou plochou (tzv. Poincarého řezy). Jednorozměrné zobrazení tohoto typu má tvar

$$X_{n+1} = f(X_n, \alpha), \quad n = 0, 1, 2, \dots$$

Hodnota veličiny X_{n+1} v „čase“ $n+1$ tak závisí známým způsobem zadaným funkcí f , na hodnotě X_n v předchozím „čase“ n . α představuje řídicí parametr.

Volba nelineární funkce $f(X_n)$ v našem případě je jednou z nejjednodušších možných, graficky znamená obrácenou a z počátku trochu vysunutou parabolu. Přesto úspěšně demonstruje jednu z universálních cest (tzv. proces zdvojování periody) vedoucí k chaosu, kterou můžeme experimentálně pozorovat za jistých okolností třeba v turbulenci nebo v počátku katastrofické srdeční příhody u nemocného člověka.

Je známo, že při srovnání dvou výstupů Lorenzova modelu následující dvě trajektorie již pro prvních pár iterací vykazují vzrůstající odchylky až po zcela odlišné chování modelu. Znamená to, že rovnice jsou citlivé na počáteční podmínky - malá změna v počátečních podmínkách rychle roste do velkých diferencí výstupu. Predikovat chování takového systému na „dlouhou“ dobu dopředu je prakticky nemožné.

Teorie bifurkací se zabývá situacemi, v nichž dochází ke kvalitativní změně v chování trajektorií diferenciálních nebo diferenčních rovnic, mění-li se jeden nebo více parametrů. Dojde-li k takové změně, říkáme, že nastala *bifurkace* (větvení). Počátky teorie lze nalézt v pracích (Poincaré 1899). Bifurkační teorie je tedy jakýmsi komplementem teorie strukturální stability. Existence komplikovaných trajektorií v systémech popsaných soustavou autonomních obyčejných diferenciálních rovnic (počet rovnic $n \geq 3$) byla známa již začátkem století (Poincaré 1899). Ve svých výpočtech se H. Poincaré v roce 1889 zabýval studiem sluneční soustavy a narazil přitom na zdánlivě jednoduchý problém. Aby dokázal přenést své úvahy o stabilitě sluneční soustavy do matematické formy, soustředil se na případ pohybu pouhých tří těles: malá planetka krouží v přitažlivém poli dvou velkých těles. Ačkoli provést analýzu pohybu dvou těles je elementární příklad a má velmi snadné řešení, pro tři tělesa je to již nesmírně složité, a teprve počítače dokázaly problém dovést do konce. Poincaré došel k závěru, že při jistých výchozích podmínkách (rychlosti, polohy planet) nelze ani u pouhých tří těles chaos vyloučit.

Problém vlivu šumu na asymptotické chování dynamických systémů nabývá na důležitosti zejména ve vztahu k reálným systémům, v nichž vedle hlavních a výrazných zákonitostí (které jsou vyjádřeny v deterministickém modelu) působí celá řada nevýrazných vlivů a *fluktuací*, souhrnně označovaných jako *šum*. Distribuce šumu obecně není známa (s výjimkou termálních fluktuací v termodynamické rovnováze), přesto znalost chování modelu v přítomnosti náhodných fluktuací je nezbytná pro posouzení stability deterministického modelu vůči fluktuacím a také pro realističtější porovnání s experimentálními údaji. V této souvislosti vystupuje do popředí problematika vyhodnocení a zpracování experimentálních dat. Obvykle lze měřit jen omezené množství fyzikálních veličin popisujících experimentální systém v závislosti na čase, často je to

jen jediná proměnná (některá složka rychlosti v hydrodynamice, cena hovězího na trhu apod.) Časovou závislost této proměnné (která je analogická fázové funkci g (Marek, Schreiber 1991), str. 37.) můžeme zkoumat pomocí korelační a spektrální analýzy viz kap. 2. 5, analogicky ke spektrální analýze abstraktních dynamických systémů. Identifikace deterministického chaosu pomocí spektrální analýzy je založena na tom, že korelační funkce chaotické trajektorie (s vlastnostmi ergodicity a směřovatelnosti) asymptoticky klesá (exponenciálně rychle u difeomorfismů) k nule a odpovídající výkonové spektrum nabývá nenulové hodnoty na všech frekvencích. V souladu s teoretickými výsledky pro atraktory se předpokládá, že šum inherentní v reálných systémech (pokud není příliš velký) podstatně neovlivní vlastnosti spekter a korelačních funkcí.

Fourierova spektra pak jsou často jediným dostupným pojátkem mezi modelem a experimentem.

Spektrální analýza byla původně vyvinuta pro studium náhodných funkcí času $x(t)$ (náhodná funkce x může být spojitá nebo diskrétní, stejně jako nezávisle proměnná t) a jako taková je založena na teorii pravděpodobnosti. To se dobře hodí při zpracování experimentálních měření, zdánlivě méně však při studiu chování deterministických modelů. Připustíme-li sebemenší nepřesnost při zadání počátečních podmínek deterministického systému s vnitřní chaotickou dynamikou, pak příslušné realizace (tj. trajektorie) jsou od sebe zcela odlišné, ale spektrální charakteristiky mají shodné⁶.

Zavedení digitálních měřících přístrojů a počítačů způsobilo, že nejčastěji studovaným náhodným procesem je případ spojitě funkce v diskrétních časových intervalech, tvořících časovou řadu $\{x(t_k)\}=\{x_k\}$, $k=0,\dots,N$, s časovým inkrementem Δt . Při měření jsme často omezeni na měření jedné veličiny, takže x je skalárem. Metodiky statistické analýzy řady $\{x_k\}$ jsou velmi rozsáhlé a dobře známé. Na tomto místě se omezíme jen na velmi stručný popis výpočtu výkonové spektrální hustoty. Po transformaci na řadu s nulovou střední hodnotou se spočítá Fourierova transformace

$$X(f_m) = \Delta t \sum_{k=0}^{N-1} p_k x_k e^{-i(2\pi f_m k \Delta t)}$$

$$f_m = \frac{m}{N\Delta t}, \quad m = 1, 2, \dots, \frac{N}{2}$$

Funkce p_k (časové okénko) je váhou, která vyrovnává zkreslení vzniklé konečnou délkou časové řady, f_m je frekvence. Nevhodně zvolené okénko (například $p_k = 1$) způsobuje nežádoucí vedlejší efekty ve spektru. Vhodně normalizovaná (a případně vyhlazená) funkce $|X(f_m)|^2$ dává odhad spektrální hustoty (výkonové, Fourierovo spektrum). Je žádoucí aby počet N vzorků x_k byl co nejvyšší (často se hovoří o $N \geq 2^{13}$) a současně vzorkovací perioda Δt co nejmenší. Existuje mnoho metod výpočtu odhadu spektrální hustoty. Tyto metody se liší použitím různých typů váhových funkcí nebo Fourierovy transformace autokorelační funkce.

Spektra dávají dobrou informaci o tom, je-li daný děj periodický, kvaziperiodický nebo stochastický. U periodického děje s periodou T_p spektrum obsahuje periodické složky (ideálně delta funkce pro $N \rightarrow \infty$, $\Delta t \rightarrow 0$) na frekvenci $f_p = 1/T_p$ a jejích násobcích (vyšší harmonické). Hladina šumu je nulová, nebo nízká.

Kvaziperiodický děj je charakterizován více periodickými složkami, jejichž poměr je (v ideálním případě) iracionální číslo.

⁶ Na jedné straně dává Fourierova transformace deterministického systému výsledky s jednoznačnou interpretací, na druhé straně řešení modelu generovaného sebepřesnějším počítačem je zatíženo určitým šumem (zaokrouhlovací chyby a chyby numerických metod), takže je lze považovat v jistém smyslu za náhodný (nebo alespoň za pseudonáhodný) proces.

Stochastický děj (v deterministickém⁷ i pravděpodobnostním smyslu) má vysokou hladinu šumu. Pokud spektrum obsahuje periodické složky, pak to je důkazem fázové koherence dvou blízkých realizací (trajektorií).

2.5 ZJIŠŤOVÁNÍ CHAOSU V REÁLNÝCH SYSTÉMECH

Jak již bylo uvedeno, zaměříme se na nejčastější případ zjišťování chaotického chování systémů, to je na analýzu veličiny naměřené ve formě časové řady, tj. skaláru.

Základní neodlučitelnou vlastností hmoty je *pohyb*, přičemž hmotu je zapotřebí chápat v nejširším filozofickém smyslu jako objektivní realitu a pohyb jako jakoukoli změnu. Jen v relativně krátkém časovém rozpětí mohou být jevy pokládány za neměnné. Obecně se však v čase mění⁸. Jev, který se v čase mění, bývá v technice, v přírodních vědách aj. označován názvem *děj*, popř. *proces*. Podle charakteru rozdělujeme procesy na dvě základní kategorie: deterministické a stochastické.

Deterministické procesy (nenáhodné) mohou být plně popsány matematickým modelem. Tím je jejich průběh zcela určen (determinován) a je znám předem. Při opakování experimentu za stejných podmínek probíhá deterministický proces vždy shodně.

Náhodné procesy se často nazývají stochastické podle řeckého $\sigma\chi\omicron\sigma$ - náhoda. Pro náhodné procesy je typické to, že jejich budoucí průběh se nedá přesně určit, i když je známa celá předcházející historie procesu, protože náhodný jev při daném souboru podmínek může, ale nemusí nastat. I při opakování experimentu za stejných podmínek poskytuje proto sledovaný náhodný proces vzájemně se lišící průběhy. U náhodných procesů se dají určit jen charakteristické rysy, přičemž k jejich popisu se používá aparátu teorie pravděpodobnosti a matematické statistiky.

V praxi se můžeme setkat i s procesy, které obsahují deterministickou i náhodnou složku, jak je tomu např. u směsi signálu a šumu. Mnohdy je však jedna z těchto složek natolik malá, že ji není zapotřebí brát v úvahu a příslušný proces lze pokládat za čistě deterministický nebo čistě náhodný - pokud ovšem není předmětem zájmu právě ona malá složka (právě v práci (Halbich 1987) byla snaha pomocí diskrétní Fourierovy transformace odlišit obě tyto složky v sledovaném dopravním proudu.).

V některých případech, kdy máme co činit se směsí deterministických a náhodných procesů, nahlížíme na náhodné procesy jako na nevyhnutelné zlo. Úspěch boje proti němu závisí ovšem na znalosti příslušných náhodných procesů. (K lepšímu poznání dopravního proudu nakonec slouží i metodika vypracovaná v práci (Halbich 1987)). Tak je tomu např. se šumem ve sdělovací technice, s poruchami v řídicí technice, turbulencemi v aerodynamice apod

Fyzikální náhodné procesy jsou většinou spojité, méně často se dají pokládat za diskrétní. I při měření spojitého náhodného procesu však může dojít k jeho transformaci. Např. při nepřetržitém číslicovém měření spojitého náhodného procesu dochází v důsledku kvantování k transformaci na diskrétní náhodný proces. Data získaná vzorkováním náhodného procesu v pravidelných časových intervalech reprezentují náhodnou časovou řadu, kterou pak můžeme s výhodou podrobit analýze pomocí samočinného počítače např. pomocí Fourierovy transformace. I za těchto omezení je však velkou výhodou současných experimentálních možností, že můžeme vyšetřovat i vyšší momenty statistických souborů, a získat tak další informace o zkoumaném procesu, jak je prováděno v navrhované metodice zkoumání dopravního proudu.

⁷ Z praxe je známo mnoho příkladů aplikace chaotických modelů ke generování „náhodných hodnot použité veličiny.

⁸ Také použití diskrétní Fourierovy transformace v práci (Halbich 1987) na sledovaný dopravní proud vycházela z předpokladu, že v krátkém časovém rozpětí je dopravní proud stacionární. Tento předpoklad je ve skutečnosti splněn tím lépe, čím je vyšetřovaná realizace dopravního proudu kratší.

V určitém ohledu je možno provádět aktivní experimenty i při sledování dopravního proudu (což bylo provedeno - vliv změny organizace dopravy, změny délky cyklu světelného signalizačního zařízení, dále jen SSZ), většinou jde však o experimenty pasivní, které jsou ve významové míře doplněny aktivním zkoumáním modelů dopravního proudu⁹.

Protože na pokusy má vliv řada okolností, je určení hodnoty znaku (vlastnosti, která je předmětem zkoumání experimentu) zatíženo náhodnými chybami. Aby se vliv náhodných chyb na výsledek experimentu snížil, je nutné několikeré opakování pokusů a statistické vyhodnocení.

Jestliže dříve byl problém matematických aplikací pokládán za uspokojivě vyřešený, když byl nalezen uzavřený vzorec, lze dnes považovat takový problém za uspokojivě řešený, je-li nalezen vhodný numerický proces, který vede k hledanému výsledku s dostatečnou rychlostí a dostatečně rychle.

Výrazný nástup matematického modelování, ke kterému došlo v posledních třiceti letech a který probíhá se stále se zvětšující rychlostí, je spojen jak s prudkým vývojem výpočetní techniky, tak s rozsáhlejším využíváním teoretických disciplín přírodních věd. Matematický model dynamického systému je obvykle představován soustavou diferenciálních rovnic, obyčejných i parciálních. Popis lineárních systémů přitom vychází z prakticky uzavřeného teoretického základu. Naproti tomu vývoj teorie nelineárních dynamických systémů je doposud ve stavu, kdy jsou formulovány a postupně ověřovány metodiky analýzy jednotlivých typů nelineárních modelů. Pro modely, používané jak v přírodních vědách, tak v inženýrské praxi bylo potřeba vytvořit soustavnou metodiku jak kvalitativní analýzy matematických modelů, tak jejich kvantitativního zpracování.

Mnoho typických fyzikálních, chemických a biologických problémů můžeme matematicky popsat pomocí autonomní soustavy obyčejných diferenciálních rovnic 1. řádu, (kde $\dot{} = d/dt$)

$$\begin{aligned} \dot{x}_1 &= v_1(x_1, x_2, \dots, x_n), \\ \dot{x}_2 &= v_2(x_1, x_2, \dots, x_n), \\ &\dots\dots\dots \\ \dot{x}_n &= v_n(x_1, x_2, \dots, x_n), \end{aligned}$$

kde

v_1, v_2, \dots, v_n jsou reálné funkce n reálných proměnných.

Soustavu lze zapsat stručněji jako jedinou vektorovou diferenciální rovnici

$$\dot{X} = V(X),$$

kde

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n) \in \mathbb{R}^n \text{ a } V : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^n$$

Často nelineární soustavu diferenciálních rovnic „neumíme řešit“, tj. nedovedeme najít explicitní řešení tvaru

$$\varphi(t, X) = (\varphi_1(t, X), \varphi_2(t, X), \dots, \varphi_n(t, X)).$$

Těžkosti spojené s vyšetřováním chaotického chování v daných časových řadách velmi podrobně popisuje a řeší práce (Barnett 1995). V citované práci je odhadována nelinearita či chaos pěti výkonnými testy, jejichž výčet je uveden níže. Data použitá ve srovnávacích testech nebyla reálná ekonomická, zemědělská či jiná data, ale data simulovaná tak, aby se reálným datům co nejvíce přibližovala. Tato data byla získána pomocí pěti různých generujících modelů ve dvou

⁹ Stejně tak lze kromě známého pasivního sledování chování trhu, aktivně zasahovat do trhu obvykle agrárních produktů (tak jak je to obvyklé v zemích Evropské unie)

velikostech vzorků odpovídajících každému modelu. Těchto celkem deset vzorků se potom podrobilo kompletním srovnáním.

Všechny testy byly schopny pracovat s daty smíšenými se šumem (což je jistě situace, kdy jsou data získávána v reálném ekonomickém procesu například v průmyslových podnicích) a s proměnnou velikostí vzorku. Některé testy byly časově a tedy i finančně velmi náročné. Citovaná práce hovoří o tom, že jeden z testů potřeboval na všech pěti velkých vzorcích dat měsíce práce výpočetního času obvyklé pracovní stanice.

2.6 PŘÍKLADY APLIKACÍ TEORIE DETERMINISTICKÉHO CHAOSU V INFORMATICE A PRŮMYSLVÝCH PODNICÍCH

Aplikací teorie deterministického chaosu je mnoho. Jako zcela banální příklad si můžeme uvést využití v automatické pračce (další aplikace teorie chaosu již tak banální nejsou). Pračky firmy Goldstar Co. využívající při svém provozu teorii chaosu se začaly vyrábět v roce 1993. Předpokládalo se, že budou produkovat čistější a méně zmačkané oblečení. Vše je založeno na malém pulzátoru, který míchá vodu a náhodně se řídí hlavním pulzátozem. Koná tak chaotický pohyb. Ale jeden z hlavních soupeřů firmy Goldstar Co. - Daewoo tvrdí, že použití teorie chaosu v pračkách není nic nového, že něco podobného použili už v roce 1990. Aby podniky přežily v tržním prostředí, používají různé strategie i taktiky. Každá metoda a skutečnost je jim dobrá, pokud zajistí alespoň naději na přežití. Například v literatuře (Halbich 1996a) se uvádí metoda *business process reengineeringu* (dále jen BPR viz kap. 5.2.), v tomto případě to může být teorie chaosu, jako v mnoha jiných domácích spotřebičích to může být například použití fuzzy logiky, jak je to známo z posledních let. Pokud v těchto spotřebičích (jako jsou pračky, fotoaparáty, videokamery apod.) fuzzy logika není, výrobek je za slušnou cenu neprodejný. Možná se dočkáme obdobné situace i s chaosem.

Jako příklad aplikace nejnovějších poznatků a teorií v práci s informačními systémy si můžeme uvést práci Howarda Gutowitze „Two Case Studies in the Diffusion of Scientific Information via the Internet“, která se zamýšlí nad mechanismy šíření vědeckých informací a možnostmi sledování tohoto jevu. V tomto případě byly použity nejnovější technologie a aplikace teorie chaosu, zvláště odhalování samoorganizujících se struktur. Podle názvu práce šlo o dvě případové studie sledování difúze informací ve vědecké komunitě. Tyto případové studie jsou vzpomenuty v předkládané práci i proto, že difúze je určujícím jevem v řadě případů i v teorii dopravního proudu, případně i chování subjektů v tržním prostředí. V uvedených případových studiích šlo o následující skutečnosti. Bylo sledováno chování systému v případě dvou vědeckých publikací.

Jedna publikace byla napsána jako klasický vědecký článek, ale dostupný na www. Článek v druhém případě je napsán ve vnitřně síťově orientovaném modelu a také dostupný na webu. Statistika přístupů k těmto dokumentům je dosti rozdílná. Zatímco první dokument zdá se směřuje k rovnováze, druhý dokument se zdá být v (samoorganizovaném) kritickém stavu.

Tok informací a vlivu ve vědeckých společnostech uchvacuje jejich účastníky. Jedna z metod měření byla vyvinuta již dávno před vznikem www (Small 1985) a vztahuje se na *metriku ko-citací*. Metrika ko-citací měří vzdálenost mezi vědeckými dokumenty. Dva dokumenty jsou uzavřeny v téže metrice, pokud jsou mnoho citovány ve stejných zdrojích. Použitím této metriky, mohou být tvořeny z povrchu vědecké literatury mapy.

Ve fyzice je kritickým bodem bod v němž systém mění radikálně své chování nebo strukturu například z pevné do kapalné fáze. Samoorganizující kritický jev naproti tomu může existovat pouze v řízeném systému, který dosahuje kritického stavu svojí vnitřní dynamikou nezávisle na hodnotě nějakého řídicího parametru. Archetypem samoorganizovaného kritického systému je hromada písku. Písek pomalu sypaný na plochu vytváří hromadu. Jak hromada roste, přichází laviny, které přenášejí písek z vrcholu na spodek hromady. Přinejmenším v modelovaném

systemu, sklon svahu je nezávislý na hodnotě, kterou je systém řízen při sypání písku. To je (samoorganizující se) kritický sklon.

V případě přístupu k dokumentu může být měřena zvědavost. Analogie s hromadou písku je jasná. Zrnko padající na hromadu odpovídá počátečnímu přístupu k dokumentu. Velikost laviny odpovídá hloubce čtení dokumentu HTTP. Při dosažení kritického sklonu hromady písku (v konečné geometrii) je písek přemístěn po hraně hromady. Můžeme si představit hromadu písku na stole. Písek padá dolů až dosáhne hrany stolu. Stejný proces můžeme předpokládat v případě hypertextového přístupu k dokumentu. V určitém stavu hloubky čtení dokumentu se čtenář rozhodne, že dokument je mu užitečný a získá hardcopy dokumentu. V tomto bodě vyšle http dotaz na získání celého dokumentu (případně FTP). H. A. Gutowitz (Gutowitz 1990), pp. 477-478 studuje dokonce hypertextový dokument jako fyzikální objekt.

Případová studie „Informatika na hraně chaosu“ byla podrobně publikována v práci (Halbich 1995). Problematika teorie chaosu, kterou se autor již několik roků zabývá viz (Halbich 1988), je nadále podnětná pro rozvoj celé řady vědních oborů, informatiku nevyjímaje. Samozřejmě sama informatika jako taková není na hraně chaosu, ale je využívána k popisu jevů, které na hraně chaosu jsou, například doprava. Nemusí však jít pouze o dopravu automobilovou na silnicích, může jít stejně tak dobře o dopravu informací (Internet), lépe řečeno dopravu zpráv po komunikační síti, dopravní problém aplikovaný v jakékoli vhodné oblasti zemědělství apod., dále např. o analýzu časových řad v hydrologii apod.

Jde o stejnou třídu úloh, stejné algoritmy řešení. Autor se přitom domnívá, že je potřebné k využití veškerého potenciálu informatiky ji chápat v širším pojetí (viz např. Vlček 1994). Jak je všeobecně známo v matematickém pojetí jsou jednotlivé základní pojmy informatiky dále zpracovávány a problémy řešeny matematickými metodami a prostředky typu *definice - věta - důkaz*, ekvivalence výroků apod. Inženýrská specifika se v informatice stejně jako v jiných oborech projeví měřitelností jevů, algoritmizovatelností postupů, reprodukovatelností metod, dokumentovatelností doplněnou analýzami, organizovatelností a v neposlední řadě ekonomičností.

Že je nutné se zamýšlet nad současným stavem zpracování informací, ilustrují poznatky uvedené v článku Toma Ruesse (Ruess 1995), z kterých můžeme vyvodit, že uživatel si sám zvolí, (analogicky tak jako řidič na silnici), kdy použije pro uspokojení svých potřeb služeb Internetu. Existují reálné dopravní šoky (příznivé a nepříznivé) - nové technologie světelných signalizačních zařízení, ceny pohonných hmot, daně, vozový park, změny komunikační sítě (opravy, uzavírky). V příznivých obdobích volí řidiči více cesty automobilem, v nepříznivých hromadnou dopravou. Volba rozsahu použití je optimální při daných nabídkových šocích, které nemohou řidiči ovlivnit. Tyto jsou pro ně exogenně dané. Vše se děje za podmínek neúplných informací. Navíc si připomeňme, že z obecného hlediska není zásadní rozdíl mezi informacemi a šumem. To, co je pro jednoho uživatele informací, je pro druhého šumem, tj. zbytečnými a neužitečnými údaji. W. R. Ashby (Ashby 1956) uvádí: „šum je v podstatě nerozlišitelný od kterékoli jiné formy mnohotvárnosti.“ Určit rozdíl mezi zprávou a šumem je možné pouze v případě, že existuje příjemce, který rozhodne, jaké informace a jaké jejich interpretace mají pro něho význam.

Jednou z nejvýznačnějších vlastností chaotických systémů je velká citlivost na vstupní podmínky (známý efekt citlivosti na počáteční podmínky), ale paradoxně i necitlivost na malý šum jak bylo uvedeno v kap. 2. 4.. Chování řidičů je závislé na hustotě dopravního proudu a tento mechanismus vede nakonec k stavu, který je možno nazvat chaosem. Podle Poincaré - Bendixsonova teorému omezující podmínkou, aby daný model proudu mohl vykazovat chaos však je, aby byl nejméně třírozměrný, $n > 3$. Jen ve třech dimenzích mohou být fázové trajektorie složitě zapleteny „jako špagety“ a mohou „vázat na sobě uzly“. V dvojrozměrné rovině to možné není. Ve vlastním dopravním proudu máme pouze dva rozměry - čas a vzdálenost, ale uvažujeme-li právě vlastnosti řidičů dostáváme nejméně jednu další proměnnou, která nám dovoluje vyslovit hypotézu o dnes již klasickém deterministickém chaotickém chování. Tato hypotéza je podporována autorovou interpretací výsledků dopravních průzkumů, kde jak již dnes můžeme říci se ve

výkonovém spektru hustoty dopravního proudu procházejícího světelně řízenými křižovatkami objevují pro chaos charakteristické periodické výkonové špičky. Jen je nutno vhodně interpretovat vliv chování řidičů na naměřené charakteristiky.

Potom, pokud mají řidiči úplné informace, pak se mlčky předpokládá, že čekací doba ve frontě přesně kompenzuje dodatečnou cestovní dobu na alternativní (delší) trase. V nynější době, kdy řidiči nemají úplné informace, se předpokládá, dle výsledků z dopravních průzkumů, že mají něco jako tendenci směřovat svá rozhodnutí směrem k „bezpečným“ trasám. Tzn. preferují kratší trasy před delšími, a to dokonce i tehdy, dávají-li obě tu samou cestovní dobu.

VIS v silniční dopravě jsou vyvíjeny ke zvýšení množství dostupné informace. Výsledkem je to, že dopravní systém je veden blíže k Nashově rovnováze a tudíž se homogenizuje zatížení nejen v kritických místech sítě.

V kapitole 5.5 je uveden příklad využití Internetu v průmyslových podnicích a v jejím úvodu je nastíněna možnost chaotického chování části ekonomiky, konkrétně chovu hovězího dobytka. Podrobná analýza tohoto problému sice teprve čeká na svého průkopníka, můžeme se však vrátit k logistické rovnici na často používaném příkladu chování systému tvořeného populací ryb v izolovaném rybníku. Uveďme si ještě jeden příklad odvození chaotického chování systému. Velmi důležité příklady systémů u nichž můžeme očekávat chaotické chování nacházíme v *biologii populací*. Představme si izolované jezero s jedním druhem ryb (stejně tak si můžeme představit jak bude uvedeno v kap. 5.5 chov hovězího dobytka v České republice). Pokud je jezero dosti velké, bude populace ryb růst, až dojde k přeplnění jezera. Nedostatek potravy potom způsobí pokles populace, až dosáhne určitého minima. Pokud je již v následujícím období potravy dostatek, počet ryb bude opět vzrůstat. Po jistých fluktuacích bude žít jezero nakonec určitý stav rybí populace. Můžeme napsat vzorec pro výpočet množství ryb v další generaci v určitém pevném časovém intervalu později. Klasickým příkladem nejjednoduššího dynamického systému s chaotickým chováním je logistická diferenční rovnice, (May 1976).

V dalším v tomto přehledu uvedeme pouze, že autor již v roce 1988 publikoval své postupy vedené snahou objevit a prokázat chaotické chování dopravního proudu v soustavě křižovatek řízených SSZ, kde (viz kap. 5.) lze určitým způsobem předpokládat a také diagnostikovat chaotické chování. Na dopravní proud tvořený vozidly, která řidiči řídí tak, aby maximalizovali svůj zisk (tj. minimalizovali zmarňenou energii ve formě zbytečných brzdění a akcelerací a minimalizovali své časové ztráty)¹⁰ působí významně příčná síla (působení SSZ) na záměry řidičů, a to vede v určitých režimech provozu k chaotickému chování. Podle (Halbich 1987) se ve výkonových spektrech dá zjistit zdvojnásobení periody, tj. jedna z cest vedoucích k deterministickému chaosu.

¹⁰ jde o disipativní systém, ve kterém se z inženýrského pohledu maří energie a musí být dodávána zvenčí, tj. přísunem paliva

3 PŘEMISŤOVACÍ SYSTÉMY

Přemisťovací systémy slouží k přemisťování určitých prvků (například osob, nákladů, zpráv apod.). Můžeme se setkat i s názvem „komunikační“, a vzhledem k tomu, že základem téměř všech z nich je určitá síť (silniční, telefonní, datová apod.) používá se pro ně i název „síťové systémy“. Setkáváme se s nimi v dopravě, spojích, energetice a v mnoha dalších odvětvích, dnes snad nejvíce v oblasti řešení teoretických a odborných problémů v oblasti počítačových sítí.

Definovat můžeme přemisťovací systém kterýmkoli ze tří základních postupů :

- kompozičním, tj. jako určitou množinu prvků a vazeb,
- behavioristickým, tj. pomocí chování systému,
- stavovým, pomocí stavů, vstupů, výstupů, přechodového a výstupního zobrazení.

Prvky přemisťovacích systémů můžeme rozdělit na

a) prvky sítě, a to

- uzly,
- úseky,

b) prvky parku,

c) řídicí prvky.

Prvky skupiny a) jsou typické pro každý přemisťovací systém. Také bez řídicích prvků se žádný přemisťovací systém neobejde, i když na globální rozlišovací úrovni mohou být považovány za součásti prvků sítě.

Prvky skupiny b) mohou v systému být nebo nemusí. Existují systémy, které je obsahují, například v systému MHD jsou to autobusy, trolejbusy, tramvaje a vozy metra, v systému potrubní pošty jsou to válcová pouzdra na zásilky, v počítačových sítích, které nás v informatice nejvíce zajímají to mohou být pakety, apod. V jiných systémech prvky skupiny b) nenajdeme, jako například v systému městského dopravního provozu (tam pohybující se prvky, například vozidla, nebo chodci, nejsou trvalou součástí systému, jsou v něm jen přemisťovány z vstupních uzlů do výstupních), nebo v systému telefonického styku (pokud nepoužijeme pro přenos telefonního signálu služeb Internetu, kde je telefonní signál samozřejmě zabalen do formy paketů), apod.

Nejvýznamnějšími speciálními případy přemisťovacích systémů jsou

- dopravní systémy,
- systémy přenosu informací.

Existuje nepřeberné množství monografií a odborných článků pojednávajících at' již o jedněch nebo o druhých systémech, jde přitom o desetitisíce a desetitisíce stránek. Zavádějí různé typy těchto systémů, studují jejich vlastnosti a popisují metody řešení různých problémů, které v nich vznikají. Zejména tyto metody se těší zájmu inženýrů z praxe, ale nedá se říci, že by je teorie plně uspokojovala, protože ne všechny problémy, objevující se v praxi, umí současná teorie uspokojivě řešit (mezi ty, kde tomu zatím tak není, se traduje například optimalizace plánu vlakotvorby v nákladní železniční dopravě).

3.1 ANALOGIE MEZI PROVOZEM V POČÍTAČOVÝCH SÍTÍCH A V DOPRAVNÍM PROUDU

Tato kapitola si všímá analogie mezi provozem v počítačových sítích, kde jsou používány velmi sofistikované algoritmy a systém je „tvrdý“ a mezi provozem v dopravním proudu automobilů na silničních komunikacích, kde se rozhodují individuální řidiči na základě většinou neúplných informací, tj. kde je systém podstatně „měkčí“ (viz kap. 5.1). Na rozdíl od nosičů informací v počítačových sítích jsou automobily a jejich chování na komunikacích zjevné, proto se budeme věnovat hlavně počítačovým sítím, filosofii jejich práce a algoritmům. Dopravnímu proudu se budeme věnovat spíše formou případových studií v dalších kapitolách, výše uvedenou analogii však budeme mít stále na paměti i v této kapitole, stejně jako v celé předkládané práci.

Jediná technologie, která přežila od zrodu prvních zárodků Internetu je přenos dat po paketech. V roce 1973 pak byla vymyšlena koncepce Internetu, síť, která by propojila všechny stávající izolované sítě. Základem se měl stát společný jazyk, kterému by rozuměly všechny počítače „brány“ a které by posílaly pakety od sítě k síti. Nejviditelnějšími prvky společného jazyka byly IP (Internet Protocol) a TCP (Transfer Control Protocol).

Důležité je uchovat síť co nejjednodušší a rozhodně do ní nikdy nepřidávat funkci, která by nakonec mohla být realizována přímo počítači-klienty. Např. se na Internetu ztratí data, protože třeba v nevhodný okamžik dopadla na příslušný elektrický obvod částice kosmického záření anebo třeba proto, že kvůli přechodnému přetížení sítě musí směrovač zrušit pár paketů. Je možné si představit komplikovaný systém kontrol, kde by se každý uzel sítě průběžně ujišťoval, zda-li dostal jeho soused paket dat, a popřípadě ho odeslal ještě jednou. Ale to není příliš praktické, protože počítače v síti mohou lehce realizovat tuto funkci samy tak, že si budou samy znovu posílat chybně přenesené pakety. Ve skutečnosti je to ale spíše na obtíž, protože síť bude opakovat všechna chybná data, přičemž počítače-klienti by to mohli řešit mnohem elegantněji. Například při přenosu videa nemá žádný smysl opakovat ztracené pakety. Je přece mnohem výhodnější raději rychle poslat další obrázek. Takzvaná inteligence sítě, namísto aby byla výhodou, se stává spíše brzdou dalšího vývoje. Jaká je spolehlivost sítě lze zjistit pomocí programu PING(Packet Internet Gropher)či Tracert, které zjišťují kudy pakety putují (přes které servery), a jak dlouho jim tato cesta trvá. Proud paketů můžeme považovat za *laminární*, pokud se dosahuje vysoké přenosové rychlosti, či *turbulentní* (velká režie přenosu paketů - malá rychlost přenosu a velké ztráty paketů, které výše uvedené programy také zjišťují).

Síť se soustřeďuje na to, co počítače-klienti nemohou dělat v žádném případě, to je na co nejrychlejší přenášení paketů. Nejdůležitější ze všeho je, aby byla data přenášena co nejrychleji a aby spojení byla co nejlépe využívána. To je princip IP, protokolu, který definuje Internet. Data se rozdělí na pakety, ke každému paketu se připojí hlavička s adresami odesílatele a adresáta, podobně jako na obálku dopisu. Počítač uživatele pakety připraví a pošle je do sítě. Ta je pak dopraví co nejvhodnějším způsobem, podle možností tou nejkratší cestou. Jestliže se některé spojení přeruší, naváže se jiné a směrovací protokoly okamžitě přepočtou nejkratší cestu. Může se tedy celkem klidně stát, že dva následující pakety půjdou úplně jinými cestami. Může se také stát, že více uživatelů pošle pakety na tutéž adresu. V takovém případě pak tyto pakety někdy musejí v síti počkat. Vznikají tím fronty paketů, přesně jako fronty automobilů před křižovatkami. Řízení těchto front společně s výpočty cest tvoří hlavní poslání směrovačů.

Jednoduchost protokolu Internetu přináší ještě jednu výhodu - možnost přenosu dat po prakticky jakémkoliv médiu a po jakékoliv síti. Stačí jenom umět posílat data a organizovat je do paketů. Paket se před posláním musí „zabalit“, tj. přidat obálku s lokální adresou, aby se mohl dostat k dalšímu uzlu, který ho rozbalí před posláním dál. V případě systémů propojujících více stanic je třeba také definovat proceduru pro převod internetovské adresy na lokální.

3.2 INTERNET, PROTOKOLY, ALGORITMY, TIPY PRO JEHO UŽITÍ

Jak bude uvedeno v kap. 5.6, očekávají Internet obchody v řádu mnoha desítek miliard dolarů ročně, proto je tomuto fenoménu věnován v předkládané práci náležitý zájem. Můžeme si tedy ve zkratce zopakovat tři základní principy Internetu uvedené v kap. 3.1.:

1. propojit všechny počítače světa,
2. udržet síť co možná nejjednodušší a nejrobustnější,
3. umět posílat datagramy Internetu po všech médiích.

Každý paket prochází tou optimální (zpravidla nejméně zatíženou cestou), která je v daném okamžiku k dispozici. To si nezabezpečí paket sám, ale zajistí ji speciální zařízení zvaná směrovače (routery). Jejich úkolem je směrovat paket v síti správným směrem a z důvodu zjišťování optimální trasy si mezi sebou vyměňovat servisní, režijní informace s ostatními

směrovači. Tato „režie“ sice poněkud snižuje teoretickou kapacitu sítě, ale je tak možno na základě několika algoritmů vycházejících z teorie sítí zajistit podstatnou část funkce sítě. Funkce směrovačů zahrnuje mj. diagnostiku jednotlivých přenosových spojů a ošetření jejich havárií. Pokud některý ze spojů vypadne a v dané lokalitě existuje náhradní trasa, postará se směrovač o to, aby procházející pakety byly směrovány náhradní trasou. Aby tento mechanismus mohl být implementován, obsahuje paket kromě vlastní datové části ještě další informace. K těmto režijním informacím patří adresa příjemce, adresa odesílatele, pořadové číslo paketu (pro zpětné sestavení původní informace skládající se z více paketů) počet průchodů přes směrovač a další informace používané pro servisní a statistické účely.

Kromě budoucích obchodů za desítky miliard dolarů, je Internet ovšem také místem činnosti hackerů a podvodníků. Jako příklad útoku na organizaci provádějící služby na Internetu lze uvést například případ firmy PANIX, jak je popsán na Webovské stránce <http://www.panix.com/panix/statement.html>. Jeden z nejstarších providerů Internetu na světě a největší a nejstarší v oblasti New York - City měl v pátek 6.9.1996 od asi 5.30 doslova zaplaveny své servery z neznámého zdroje obrovským množstvím paketů s náhodně zvolenými IP adresami odesílatele. President společnosti Public Access Networks Corp., která Panix provozuje, řekl, že útoky byly provedeny proti různým serverům providerské sítě, včetně e-mailu, news a web servery, uživatelské „login“ servery a name servery, všechny klíčové počítače, které poskytují zákazníkům přístup k jedné nebo více hlavním internetovským službám. Útoky se skládaly ze záplavy strojů takovým množstvím dat, že tyto servery nemohly odpovídat na legitimní dotazy. Dotazy na PANIX servery měly padělané IP adresy zdroje. Toto způsobilo nemožnost odhalení původce útoku.

4 INFORMATIKA JAKO PŘÍSPĚVEK K EKOLOGIZACI LIDSKÝCH ČINNOSTÍ

Ekologie byla definována Haeckelem (Haeckel 1869) jako *úplný vztah mezi živočichy (nebo organismy) a jejich okolním prostředím, včetně dalších organismů*. Ekologie se svým zájmem o přesný popis vztahů v ekosystému a následným řešením problémů snaží o šetrný vztah ke všem zdrojům, které člověk využívá. Tím se příliš neliší od dlouhodobých inženýrských snah o tvorbu maximálně efektivních systémů, ani od snah ekonomů o maximalizaci efektů z ekonomických činností. Jediné, co je třeba ekonomům často vytknout, je to, že ne zcela správně oceňují (ohodnocují) ve svých kalkulacích zdroje, které potom čerpají, a jejichž nesprávně stanovená cena potom vede k nesprávnému ekonomickému a tedy i ekologickému chování. Jak je již uvedeno výše K. Lorenz prohlásil, že úkolem lidstva v 21. století budou takové (rozuměj ekologické) činnosti, aby vůbec bylo 22. století. Tedy ono 22. století jistě bude, ale mohlo by být bez člověka jako biologického druhu. Již ve své práci (Halbich 1987) autor hovořil o tom, že *nejlepší přeprava je žádná přeprava* (z hlediska ekologie i přežití lidstva), jde tedy o snižování přepravní náročnosti produkce výrobků a služeb. Informační systémy jako takové jsou ekologické, protože svou prací s informacemi přispívají k efektivnější (a ekologičtější viz kap. 4.3.) související jakékoli lidské činnosti. Stejně tak jsou velmi ekologické virtuální obchodní domy, které odbourávají nutnost návštěvy skutečného obchodního domu a tedy snižují provoz automobilů na silnicích, virtuální cestovní kanceláře, apod..

James Moore (1996) ve své knize *The Death of Competition* definuje byznys v širším pojetí - je to činění, konání, podnikání, hovoří o zrodu *byznysového ekosystému* v celosvětovém informačním prostoru. *Jako paradox se zde může jevit skutečnost, že odumírá konkurence, soutěživost a v novém ekosystému začíná převládat spolupráce dosud soutěžících subjektů*. Tento zdánlivý paradox je dále diskutován v kapitole 4. 2 o virtuálních organizacích.

4.1 KONCEPCE PODNIKU JAKO SYSTÉMU V RÁMCI OKOLÍ

Má-li mít podnik v nedaleké budoucnosti *naději na přežití v globálním prostředí* a stále širší a *ostřejší konkurenci*, stojí před nutností „promyšleného přetvoření podniku“ (business process reengineering). To se týká jak jeho vlastních funkcí, jimiž poskytuje specializované služby svému okolí, tak jeho interní organizace a procesů zpracování informací. Nástrojem zpracování informací v současné době je nezbytně *software*, programy ovládající výpočetní a komunikační technická zařízení. Příprava software jako složitého artefaktu je velice složitý, časově i personálně náročný proces. *Vyrábět software metodou pokusu a omylu nelze*. Posledním trendem systémové analýzy a prokazatelnou nutností je přejít na *objektově-orientovaný business engineering*, tj. „promyšlené budování podniku“.

4.2 VIRTUÁLNÍ ORGANIZACE, VIDEOKONFERENCE, VIRTUÁLNÍ SÍTĚ, REALITA...

Virtuální organizace mohou významným způsobem příznivě ovlivnit ekologii, zejména šetří zdroje a životní prostředí a řeší zaměstnanost.

Dojde k dalšímu zvýšení podílu duševní práce a práce doma bez určené pracovní doby. Řada lidí bude pracovat na dočasné kontrakty pro více zaměstnavatelů najednou. Pro zadaný úkol budou vytvářeny z těchto pracovníků virtuální pracovní týmy. Postupně budou vznikat virtuální podniky, které budou značně flexibilní, jejich náklady oproti klasickým podnikům budou podstatně nižší (podstatně se sníží náklady na podnikové budovy, energii, cestovné atd.) a produktivita jejich práce bude vyšší.

Zavedením moderních IS/IT zaměřených jak na interní, tak na externí procesy, se posílení konkurenceschopnosti a zvýšení efektivity činnosti podniku očekává obvykle v těchto směrech:

a) zrychlení obchodního cyklu, tj. doby, která uplyne od přijetí objednávky k dodání objednaného výrobku nebo služby. Ke zkrácení doby dochází zejména při těchto operacích:

- příjem objednávky,
- kalkulace zakázky,
- příprava zakázky do výroby,
- koordinace činností při výrobě, resp. při poskytování objednané služby,
- doprovodné operace odbytu (celní odbavení, pojištění, spedice),

b) vytvoření pevných vazeb k obchodním partnerům a obrana proti nové konkurenci (nastupujícím firmám, které takové vazby ještě nemají vybudovány),

c) předpoklady pro uplatnění moderních metod řízení výroby, např. just-in-time,

d) urychlení platebního styku a lepší možnosti sledování cash flow,

e) snížení zásob materiálu a hotových výrobků, snížení objemu rozpracované výroby.

Trendem, který ovlivňuje jak podnikovou organizaci a styl řízení, tak pružnost reakce podniku na podněty zákazníka jsou mobilní služby IS/IT, resp. *informační podpora obchodníka na cestách*. Tato podpora je realizována na bázi přenosných počítačů (notebooků, laptopů) vybavených komunikačními kartami s možností připojení do počítačové sítě podniku z libovolného místa, do veřejných databází apod. Obchodník, který je na jednání u zákazníka se tak může propojit s informačním systémem vlastního podniku a např. zjistit, kdy a v jakém množství lze zákazníkovi požadované zboží dodat a přímo zboží ve skladu rezervovat

V 90. letech došlo k dalšímu posunu orientace aplikací IS/IT směrem k podpoře co nejrychlejší reakce podniku na externí události, *zejména na co nejrychlejší vyřízení požadavků zákazníka a na just-in-time dodávky*. Tento posun nastal zejména u výrobců toho zboží, jehož kvalita přestala být na trhu výrazným rozlišovacím znakem. Typickými nástroji při zrychlování reakce na externí události jsou:

- přímé (on-line) komunikační propojení výrobního podniku na celou distribuční síť, případně až na zákazníka,
- umožnění zákazníkovi on-line navrhování některých parametrů výrobku,
- on-line napojení na hlavní dodavatele,
- služby poskytované zákazníkům přes tzv. horkou linku (hot line).

Pochopitelně, že uvedené posuny neznamenaly, že IS/IT podniku nadále již nepodporují dosahování nízkých nákladů a vysoké kvality.

Moderní podnikové informační systémy kladou postupně *větší důraz na informace o okolí podniku* (externích partnerech, segmentech trhu, ...) *a pro okolí podniku* (informace pro zákazníky, pro dodavatele, pro veřejnost) oproti informacím o vlastním podniku. Tento trend souvisí s řadou již zmíněných trendů (informační superdálnice, pružné přizpůsobování se změnám hospodářského prostředí, zkracování doby reakce na externí události atd.).

Pro čerpání informací o okolí je kromě již zmíněných propojení podniku na zákazníky, dodavatele a banky velmi rozšířeno využívání specializovaných databázových center zaměřených na vědecké a ekonomické informace (v ČR se na tyto služby specializuje např. Národní informační středisko v Praze). *Například podnik, který plánuje vývoj nového výrobku, může zjistit v těchto databázích počet a zaměření patentů přímo nebo zprostředkovaně souvisejících s vyvíjeným výrobkem nebo podíl nejdůležitějších firem v dané komoditě na odbytu v různých zemích. Tím pak může usuzovat na sílu konkurenčních firem na jednotlivých trzích a na směr a stav jejich vývojových projektů.*

Naopak jako informace pro okolí jsou nejčastěji pomocí podnikového IS/IT poskytovány informace zákazníkům o nabízených výrobcích a službách a konzultační informace formou horké linky. Informace o výrobcích a službách podniky poskytují buď pravidelným zasíláním odbytových katalogů v elektronické podobě nebo on-line pomocí aplikace WWW (World Wide Web - viz dále). Horká linka může být realizována pomocí expertního systému, který poradí

zákazníkovi, jak vyřešit daný problém, resp. tak, že specialista podniku se pomocí počítačové sítě přímo napojí na informační systém zákazníka a analyzuje a řeší na dálku vzniklý problém.

Vytváří se organizace virtuální, nezávislé na čase i prostoru jako limitujících činitelích pro koordinované akce, organizační svazky a fyzické zdroje. Korporace získávají kapacity daleko nad vlastním jádrem kompetencí a zdrojů.

Virtuální organizace může být definována jako společnost okamžitě produkující a provádějící marketing vysoce užitečnými produkty nebo službami ve velkém množství¹¹. Virtuální produkt nebo služba je úmyslná (záměrná), přichází vždy když je vyžádána ve formě události, a je vždy adaptována na požadavky zákazníků. Virtuální korporace je plovoucí, flexibilní a adaptabilní, tj. není závislá na definitivní strukturní formě moderní organizace. Virtuální korporace může být pojata jako začátek organizační formy postmoderní éry, do které právě vstupujeme, a která je charakterizována globálním světovým trhem, změnou zákaznických požadavků a zrychlováním dynamiky prostředí a technologického rozvoje. Schopnost rychlé reakce organizace na dynamiku prostředí přináší nejkritičtější faktor úspěchu v tomto světě konstantních změn.

Dokonce se zdá, že tradiční způsoby návrhu a rozvoje korporace mohou být patologické v dnešním světě globálních trhů, požadavků zákazníků a zvyšující se konkurence. Mnoho času, peněz a úsilí je investováno do *redesignu* nebo *business process reengineeringu* organizací viz např. Halbach (1996). Jsou vyvíjeny strategické aliance, společnosti podstupují „downsizing“ (Dohnal 1996) a části z nich jsou „outsourced“. Vzdor těmto přístupům má mnoho společností málo efektivity a efektivnosti adaptaci na vzrůstající dynamiku prostředí. Dá se říci, že se mají hledat nové a možná dokonce nevyzkoušené koncepty k zabezpečení přežití a úspěchu v postmoderním světě.

V závislosti na podstatě organizace, virtualita může být vyjádřena různými způsoby. Nicméně můžeme identifikovat čtyři základní charakteristiky z kterých virtuální organizace může vykazovat jednu nebo více těchto charakteristik.

Jsou to :

- nezávislost na čase a prostoru,
- založena na znalostech,
- externí kooperace,
- dočasné aliance...

Čas a prostor vždy omezovaly návrh a vývoj organizace¹². Ve virtuální organizaci ztrácejí svoji omezující podstatu, jedinci mohou pracovat doma, ve vlaku, letadle atd. při použití nejnovějších IT jako jsou mobilní telefony připojené k přenosným počítačům, virtuálním sítím atd. Přinesly již tedy dnes novou flexibilní formu práce.

Tradičně bylo dosti jednoduché definovat hranice mezi organizací a jejím okolím. Naproti tomu virtuální organizace jsou charakterizovány rozmazanými, nejasnými hranicemi vůči například dodavatelů a zákazníkům. Masová spotřeba produktů a služeb, jakož i významnější vliv zákazníků na vývoj a návrh produktů a koncentrace korporace na podstatné požadované kompetence více zdůrazňují spolupráci s dodavateli a zákazníky. Do budoucna se očekává další stírání hranic mezi korporací a dodavateli a zákazníky. Podnikové tajemství, strategické plány a zdroje mohou být sdíleny s dodavateli a zákazníky ve společném snažení a usilování o redukci času v přístupu na trh a rychlé adaptabilitě na změnu zákaznických požadavků. Virtuální organizace může významně zvýšit své kapacity, všechny služby, které nemusejí být dodávány z jádra organizace jsou „kupovány“ od externích vlastníků na bázi záměrně dosahovaných společných cílů.

Současným progresivním technickým prvkem v sítích LAN jsou *switche*, které se snaží poskytnout co možná nejvíce přenosové kapacity tomu, kdo ji potřebuje. Absolutizace tohoto

¹¹ paradoxně často v individuálním provedení na základě požadavku konkrétního zákazníka

¹² Z ekonomické teorie jsou známy jako jedny z produkčních faktorů a zdrojů a jsou svou podstatou vzácné.

„rychlostního“ cíle by vedlo k budování lokálních počítačových sítí co možná největších s interním propojením na úrovni linkové vrstvy prostřednictvím switchů. To však přináší i některé nevýhody, kvůli kterým není únosné, aby takové sítě byly příliš velké.

Faktorem, který významně působí proti přílišnému zvětšování sítí propojených interně jen na úrovni linkové vrstvy, je homogenita uzlů takových sítí z hlediska bezpečnosti, přístupových práv a případných omezení. Jak jsme si již několikrát naznačili, informace typu přístupových práv, priorit, bezpečnostních oprávnění apod., jsou logickými záležitostmi a jsou vztaženy až k síťové vrstvě a k sítím jako takovým. Jinými slovy: postavení určitého uzlu (z hlediska přístupových práv, zabezpečení, omezení atd.) není ani tak dáno linkovou adresou určitého uzlu jako spíše jeho příslušností k určité síti (na úrovni síťové vrstvy). Rozdělení do dílčích sítí tak představuje logické rozčlenění do celků, které mají něco společného. Naproti tomu v rámci konkrétní dílčí sítě nebývají jednotlivé uzly nějak významněji logicky diferencovány.

Řešením, které umožňuje zcela zapomenout na fyzické umístění uzlů a zařazovat je do konkrétních sítí výhradně podle „logických“ kritérií, nabízejí virtuální sítě LAN. Organizace, která je velmi pružná, velmi často mění svou organizační strukturu, může získat zavedením prostředků virtualizace sítě značnou výhodu proti stejné organizaci, která tuto technologii nepoužije.

4.3 INFORMATIKA JAKO NÁSTROJ K EKOLOGIZACI LIDSKÝCH ČINNOSTÍ

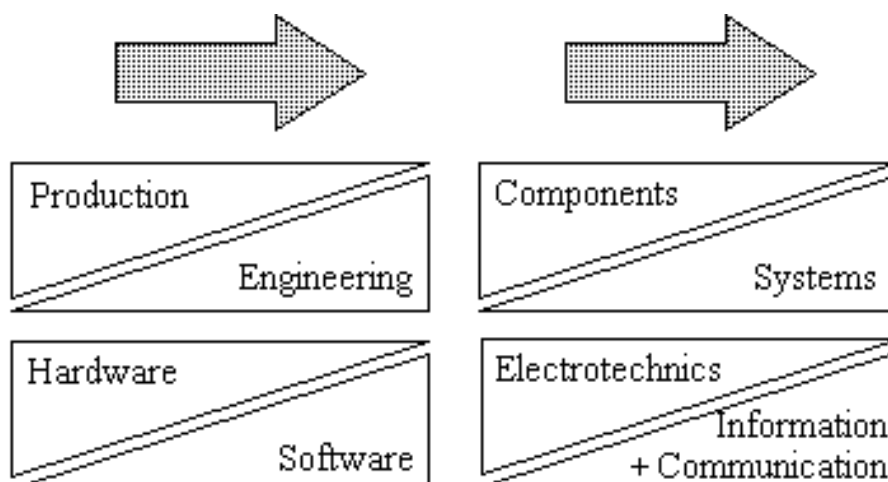
Ve světě celá řada malých firem postavila své informační systémy (dále jen IS) např. na Linuxu a jeho aplikačních programech (Steinmann 1998). Můžeme říci, že Linux je „more sophisticated technology“ dále jen MST a charakteristickým rysem naší doby je právě použití MST, které přináší vyšší přidanou hodnotu (added value dále jen AV). Podle názoru mnoha autorů např. (Schwaertzel 1998) je naprosto zřejmé, že MST, které přináší vyšší AV, se rozvíjejí podstatně rychleji než stávající technologie a zaujmají stále větší místo v celosvětovém obchodním obratu. tento trend je zároveň i ekologický, jak bude uvedeno dále.

Padesáté výročí vydání knihy *Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine* Norberta Wienera se stalo příležitostí na několika konferencích bilancovat a dále rozvíjet myšlenkový odkaz Norberta Wienera a dalších vědců přes současnost do budoucnosti. Zdá se že dnešní slabiny informatiky, které existují hlavně v oblasti prezentace a interpretace informace člověkem, mají základ v podcenění a často i naprosté absenci kybernetického přístupu k řešení problémů v oblasti řízení. Další problémy, jako např. v oblasti projektování a implementaci IS mají stejné kořeny.

Můžeme definovat, že ekologické jsou takové aktivity, které jsou šetrné k životnímu prostředí, tj. pokud možno jsou bezodpadové a maximálně efektivně využívají omezené a neobnovitelné přírodní zdroje, pokud možno nezatěžují ekosystémy a naše životní prostředí (lidstvo nemůže čekat 140 milionů let, než se někde v přírodě zase vytvoří ropa), jsou a tedy zároveň i ekonomické.

V této souvislosti lze také použít pojem sustainable development (dále jen SD), který byl poprvé použit v roce 1972 na konferenci OSN ve Stockholmu.

Změny struktury přidané hodnoty



Obr. 1 Trendy v současných technologiích a ekonomice (příklady)

Kybernetika jako transdisciplinární věda je základem ze kterého se vyvinuly všechny MST. V oblasti materiálů základem MST je využití kvantové fyziky ve výrobě polovodičů a myšlenkovým základem právě kybernetika. I když pojem MST není příliš frekventovaný v odborné literatuře (spíše je v některých případech jeho použití projevem reklamy určité firmy, která sama o sobě prohlašuje, že používá „most sophisticated technology” apod.) ukazuje cestu žádoucím směrem, kdy stále více procent celkové produkce lidstva zabírají právě MST (také růst jejich objemu je vyšší než u ostatních technologií) viz Obr. 1. MST snižují množství odpadu na jednotku produkce, snižují čerpání omezených přírodních zdrojů (v ideálním případě jsou bezodpadové), zvyšují bohatství lidstva, zvyšují produktivitu lidské práce, zvyšují množství přidané hodnoty na jednotku lidské práce a zvyšují míru uspokojování lidských potřeb. Tento pozitivní potenciál MST nebyl dosud plně využit jak dokládá celkem neutěšená celosvětová ekonomická a ekologická situace, která se podle řady autorů nedá považovat za „úspěch”.

Autor se domnívá, že inženýrství pomocí MST najde cestu z dnešních problémů, v opačném případě se zdá, že je lidstvo (hlavně západní civilizace) ve slepé uličce vývoje se všemi důsledky z toho vyplývajícími.

Výše zmíněné MST jsou jedním z prostředků k dosažení SD. Kromě toho je žádoucí radikálním způsobem snížit čerpání neobnovitelných přírodních zdrojů.

5 VEŘEJNÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY A ROZHODOVÁNÍ

Autor od počátku zpracování předkládané práce reaguje na situaci ve využívání informací občany ČR. Podle předběžných výsledků studie SIALS (Second International Adult Literacy Survey) se potvrzuje, že téma práce bylo zvoleno správně. Občané ČR jsou v mezinárodním srovnání na jednom z posledních míst podle svých schopností aktivně využívat informace (tedy i informace z VIS).

Informační systémy, více či méně sofistikované, jsou vždy primárně určeny na podporu rozhodování (i když sekundárně třeba pro potřeby berního úřadu)¹³. V naší práci se budeme zabývat převážně veřejnými informačními systémy a jejich využitím v manažerské praxi. Každý informační systém je určený na podporu rozhodování uživatelských subjektů, které mají rozhodování ve své kompetenci. Pravděpodobně není určen na podporu rozhodování uživatelů, kteří pouze připravují vstupní data pro tento systém.

Existují zácpy na silnicích i v Internetu, vznikají nové podněty z oblasti organizace a racionalizace. V informačních systémech by měla být provozována jen nutná data, prozatím se často projevuje trend opačný, například na Internetu vzrůstá podíl reklamy, zatímco na silnicích je provoz dosti zásadně omezen fyzikálními a prostorovými omezeními. Silnice nelze stále a stále rozšiřovat, kapacitu počítačových sítí lze dosti podstatně stále rozšiřovat, otázkou je v současnosti pouze cena.

Tradičně v inženýrské praxi používané prvky (např. ve strojírenství) analogových a hybridních systémů mohou být popsány spojitými matematickými funkcemi. Není proto žádným překvapením, že u systémových prvků malé změny systémových parametrů vedou k malým změnám ve stavu systému. *Matematická analýza* zde garantuje vysokou spolehlivost systému. V dalším obsahují hybridní systémy malý počet diskretních stavů, které mohou být pomocí *systematického testování* plně bezpečně prověřeny. Z toho vyplývá vysoká spolehlivost tradičních inženýrských produktů založených na analogových a případně hybridních systémech s malým množstvím diskretních stavů.

Naproti tomu u počítačových systémů s diskretními a digitálními systémy jde o systémy s vysokým počtem stavů. Zatímco systémy v oblasti hardwaru jsou vytvořeny z komponent s opakovanými strukturami, tyto komponenty mohou být dostatečně testovány a to vede k vysoké spolehlivosti hardwaru. Naproti tomu počet opakovaných struktur (např. programových smyček) v oblasti software je mnohem menší. Vysoký počet stavů a chybějící pravidelnost struktur vede k těžkostem při systematickém testování a stejně tak je těžký matematický popis a analýza s pomocí diskretní matematiky a logiky oproti spojitému popisu. Matematické vyjádření je stejně komplexní jako sám zkoumaný program a proto těžko testovatelné a správnost a bezchybnost není snadno dokazatelná. V posledních letech byla vyvinuta kritéria na hodnocení programů, jako např. strukturované programování, modulová výstavba softwarových systémů nebo objektově orientované programování. Tyto technologie přinesly zlepšení, ale také nové problémy (například kontrolu interakcí mezi velkým počtem malých programových modulů v jednom softwarovém produktu či systému.)

Je tedy vidět, že určitá nespolehlivost softwarových systémů¹⁴ ve srovnání s tradičními inženýrskými produkty má určitou principiální příčinu a nedá se úplně odstranit žádnými technologickými zlepšeními. Je to tedy dosti pesimistický závěr, který nám však nedává žádný důvod k rezignaci na zlepšování situace v oblasti poznání v oboru informatiky. Naopak je to

¹³ je jedno jaká je jejich realizace, zda používají či nepoužívají ke své implementaci počítač, ať je to již pouze na papíře vedené jednoduché účetnictví, či v nejjednodušším případě dokonce uznávání nákladů pro daňové účely procenty z příjmů, jak to umožňuje zákon

¹⁴ jak o tom hovoří např. Mike Hennel, technický ředitel liverpoolské firmy Data Research Associates, která se zabývá testováním software

intelektuální výzva pro všechny kdo mohou přispět k řešení všech problémů, které v oblasti informatiky dosud přetrvávají.

5.1 ROZDĚLENÍ METOD ROZHODOVÁNÍ

Rozhodování v tvrdých systémech je velice „jednoduché“, neboť existuje propracovaná teorie a metody, jak správně rozhodovat. Používané algoritmy jsou jasné, jsou implementovány v softwarových produktech a rozhoduje se na základě maxima či minima základní funkce popisující daný systém.

V méně tvrdých systémech se často (za určitých podmínek) objevují samoorganizující jevy (viz kap. 2.6) jako například tvorba kongescí v dopravním proudu, některé způsoby chování trhu s dosti velkou ingerencí státu apod. Méně tvrdým systémem bude například dopravní proud ovlivněný SSZ, kdy působí tzv. příčná síla. Řidič má své záměry, ale projevuje se (z hlediska kybernetiky) pouze coby regulátor pohybu svého vozidla v hranicích možností daných ostatními vozidly v DP a pravidly silničního provozu, fyzikálními zákony - akcelerace, decelerace apod. .

Ještě měkčí systém je představován sítí komunikací, kde řidič sám rozhoduje kdy, kam a jak pojedete či půjde (tedy v tržním prostředí). Subjektů jsou denně často miliony (např. v oblasti Los Angeles), proto se tento model snadněji vyšetřuje než například agrární trh, pro který sice platí stejné zákony chování, ale jde o složité jevy, které si v předkládané práci přiblížíme pouze formou případových studií. Je však nutno nadále ve výzkumu a v aplikacích na dané problematice pracovat.

Kromě dělení metod vhodných pro tvrdé či méně tvrdé systémy, můžeme dělit metody podle toho, zda jsou vhodné pro rozhodování za úplné či neúplné informace. Budou uvedeny případové studie např. SYTADIN, které používají informační systémy zvyšující množství informací dostupných pro rozhodování subjektů. Nositelé Nobelovy ceny za ekonomii v roce 1994 Harsanyi, Nash a Selten se zabývali právě rozhodováním subjektů za neúplné informace, tedy daná problematika je velmi aktuální.

Teorie her dává zcela jasné výsledky ve speciálních případech jako je například optimální směrování (routing) v sítích s frontami, apod. Řešení dynamického optimálního směrování, kdy řídicí člen rozhoduje, do které ze dvou front by měl poslat příjezdějící zákazníky (například pakety, zprávy, telefonní hovory atd.) Doba obsluhy v každé frontě může záviset na stavu systému, může se měnit v čase a je pro řídicí člen neznámá (tj. případ rozhodování za neúplné informace). Cílem řadiče je navrhnout strategii, která zaručí nejlepší výkon v nejhorsích provozních podmínkách. Platba je složena z vlastnické platby, „vstupného“ a platby závislé na kvalitě služby. Diskutuje se předpokládaný průměrný náklad a maximální náklad. Problém je studován jako Markovova hra s nulovým součtem, kde server je hráč č.1 nebo „příroda“ a hraje proti routeru (hráči č.2). Každý hráč předpokládá, že má informace o všech předcházejících akcích obou hráčů, tak jako o současném a posledním stavu systému. V příspěvku (Hajek 1984) je ukázáno, že existuje čistá optimální strategie pro oba hráče. Je popsána monotónně se protínajícími křivkami pro oba hráče. Existují i novější prameny poznání této problematiky v oblasti teorie her, např. (Altman, Koole 1993).

Nebudeme se zde zabývat klasickými systémy pro podporu rozhodování, protože jsou notoricky známé, jenom je srovnáme s novým konceptem v informačních technologiích s tzv. *datovými sklady* (*datawarehouse, warehouse*), *datovými tržišti* (*data mart*), případně s technologií *data mining*. V tomto případě jde o získání lepšího přístupu koncových uživatelů k důležitým informacím.

Datové sklady (DS) a jejich koncept

V prvním přiblížení se dá považovat datový sklad za moderní termín pro *robustní databázové prostředí sloužící k podpoře rozhodování* tak, aby se maximálně využily a zúročily existující, z provozovaných systémů vyextrahovaná data. Zdá se, že datové sklady představují koncept

informačních technologií které provozují konzistentní informační pohled na data napříč mezi podnikem a zmocněnými koncovými uživateli k odpovědím na obchodní otázky bez asistence lidí z oblasti informačních technologií.

Moderní podniky pracují pro trh, v ideálním případě by měly být „řízené trhem“. Ten, kdo se na trhu lépe orientuje a lépe odhadne jeho potřeby, získává strategickou výhodu. Přitom nestačí jen znalost nějakých globálních trendů, to jsou jen *učebnicové znalosti*, které nemají bezprostřední užitek. Každá firma musí znát svůj konkrétní trh na kterém působí. Obraz tohoto trhu, který vznikne, musí vznikat „zdola nahoru“, z reálných dat z prostředí a okolí firmy.

Lepší porozumění takovým objeveným obchodním pravidlům spolu s včasnou šancí identifikovat problémy přináší nové komparativní výhody pro dnešní podnik.

Jestliže se všeobecně uznává pět tržních sil (zákazník, dodavatel, konkurent, dodavatel náhražky či nového řešení), pak IS přímo zasahují tři a nepřímě i zbývající. Inženýry odjakživa zajímá maximální účinnost jejich produktů, tj. inženýrské inženýry maximální účinnost práce s informacemi, a tu dnes představují, jak se zdá právě *datové sklady*. Užití datových skladů u podnikatelských subjektů v oblasti agrokompexu je omezeno nejen poměrně malým množstvím dat, které mají k dispozici, ale i technikou na které by softwarové produkty provozovaly.

5.2 BUSINESS PROCESS REENGINEERING

Tato kapitola se bude zabývat některými problémy týkajícími se *Business process reengineeringu* (dále jen BPR) a simulacemi. Jak rozšířit úspěch BPR, stejně jako jak najít způsob jakým ho dosáhnout jsou důležité otázky příštích dnů. Cíl BPR je znám - zvýšit zisk společnosti. Můžeme také říct, že cílem je i přežití společnosti na trhu. Termín přežití je analogický se stejným termínem používaným v přírodních systémech.

Ke konci sedmdesátých let charakterizoval Drucker (1980) naši epochu jako turbulentní. Inspiroval se srovnáním stavu společnosti s fyzikální představou. Analogie byla zřejmá. V mnoha případech je zcela běžné chaotické chování, ale poněkud těžké je popsat chaos v časových sériích. V kapitole 2.5 předkládané práce byly použity některé testy k odhalení chaosu v experimentálních časových sériích. Základní charakteristikou nelineárních systémů je, že když pracují v komplexní oblasti, mají malé změny na začátku stavu po čase nepřiměřený efekt na výsledek. Malá nebo, jak se zdá, bezvýznamná změna - nárůst nebo pokles na personální úrovni velké organizace způsobená pouze jedním zaměstnancem, například - může být případem rozdílu mezi obchodním úspěchem nebo totálním nezdarem. Scénář „motýlího křídla“ v teorii chaosu ukazuje, že zatímco onen zaměstnanec může mít post výkonného ředitele, konečný úspěch či obchodní nezdár mohou být výsledky skutečně jakékoli události i toho nejnižšího obchodního oddělení. Právě toto dělá předpovědi obtížnými, ale existují metody, které vedou k potvrzení schopnosti firem přežít.

V oblasti BPR je podobná situace jako v IS, 50 - 70 % projektů BPR je neefektivních, nicméně investice do nich jsou vysoké (30 miliard \$ v USA za rok 1994). Situaci možná můžeme charakterizovat známým příslovím „tonoucí se stébla chytá“ (Halbich 1996). Znamená to, že skutečně výkonný IS jako např. projekty BPR nemůže stavět pouze na víře obchodníků, manažerů, vlastníků a dalších lidí, kteří mají se společnostmi co dělat.

Zde leží příležitost pro organizace k institucionalizování simulace jako standardního nástroje pro BPR. Simulace je pouze nástroj, který může poskytnout jak přesnou analýzu, tak představení možností. Simulace procesu je technika, která dovoluje reprezentaci procesů, lidí a technologie v dynamickém počítačovém modelu.

Zde jsou nezbytné čtyři kroky v této práci:

- 1) utvoření modelu,
- 2) spuštění modelu,
- 3) analýza prováděných rozměrů a
- 4) hodnocení alternativních scénářů.

Model napodobuje operace v obchodu. Je dokonalý díky analýze případů ve zhuštěném čase, zatímco se zobrazuje animovaný obraz toku. Protože simulační software sleduje statistiky o modelových prvcích, provedení procesu může být hodnoceno analýzou výkonu modelových dat.

Obvykle jsou časy servisních činností vysoce proměnlivé a příchody zákazníků náhodné. Proto je pro přesnou reprezentaci požadováno použití možných distribucí. Protože jsou příchody cyklické a náhodné, zákaznický systém služeb zřídka dosahuje ustáleného stavu. Je tedy vhodné podívat se na operace systému služeb v termínech časových oken (period) a definovat podle toho prvky modelu.

Lidé vždy hrají důležitou roli v jakémkoli procesu. To je zvláště pravdou, když je očekávána jejich kreativita, nebo když jsou očekávány vysoce komplexní interakce a zákonitosti. Tyto procesy jsou extrémně nelineární a je velmi obtížné zde použít výpočetní metody a manažerské systémy, které jsou v podstatě lineární. Lidé pracují nelineárním způsobem a jsou náchylní k chybám. Tímto způsobem jejich vliv zanáší do systému nebo procesu vysoký stupeň nejistoty. To může být výhodné nebo škodlivé v závislosti na schopnosti systému použít přirozený výběr.

Úspěšná integrace lidí do systémů bude vždy konečnou výzvou při návrhu systému. Jako jednu z metod pomáhajících v oblasti BPR by mohla být i metoda používající celulární automatů viz (Halbich 1996a,b), jak bude popsána v následující kapitole 5. 3, kde se ukazuje, že ani nejmodernější prostředky simulace nemusí vždy přinést větší užitek než systémy poskytující doplňkové informace.

5.3 POUŽITÍ CELULÁRNÍCH AUTOMATŮ PŘI PODPOŘE ROZHODOVÁNÍ

Ve fyzikální teorii lze popsat chování elementů DP, toto chování se však vyděluje z oboru popisů jiných analogických systémů tím, že do zkoumaného systému vstupuje individuální řidič (jeho chování může být popsáno např. metodou využívající CA). Projevuje se zde subjektivní touha každého člověka po vyšší kvalitě života (mezi tím i kvalitě přepravy). Tato kvalita je však pouze penězi nedosažitelná. Peníze jsou prostředkem kvality života, aniž představují jeho podstatu. Ta je spojena s naplňováním vize o dosažení bezentropického životního stavu. Entropické minimum znamená pro člověka stav vysoké vnitřní a vnější harmonie a nízké míry zmaření jeho životní energie. Na základě neúplných informací se snaží řidič vybírat své trasy tak, aby degradace lidské energie byla co nejmenší. Z jiných charakteristik psychiky člověka plyne to, že ve skutečnosti mají řidiči snahu volit tzv. *bezpečnější trasy*, tj. jsou - li dvě trasy téměř rovnocenné z hlediska doby průjezdu, volí si raději trasu objektivně tj. kilometricky kratší. Subjektivně tj. podle předpokládané doby průjezdu může být řidičem zvolená trasa naopak v konkrétním případě delší, i když je kilometricky o něco kratší.

Metody využívající teorie celulárních automatů

Jedny z nejčastěji používaných nových metod v teorii DP využívají teorie tzv. *celulárních automatů*. Z názvu plyne, že jde o buňkové, nikoli buněčné automaty. Nejsoučasnější je masivní použití CA v teorii DP, i když první kdo použil CA v oblasti teorie DP byl již Gerlough (1956). Poté jej následoval Cremer se spolupracovníky (1986). I když pro nasazení v rychlých dopravních aplikacích v reálném čase (simulace pro užití v reálném čase (dále jen RT)) použili tehdy dosti sofistikovaná řídicí pravidla a užili jednoduché bitové kódování, což se ukázalo příliš nepraktické pro většinu dopravních aplikací, výkon tehdejší výpočetní techniky neumožňoval úspěšné využití v dopravních aplikacích v reálném čase.

Lze ovšem také říci, že problémy reálného silničního provozu nebyly tak velké a nevyžadovaly radikální řešení v souvislosti s tehdy všeobecně uznávanou teorií DP. Dnešní extrémní rozsah problémů silničního provozu, tedy forma určité společenské objednávky na jejich řešení, přinesl možnost netradičních řešení s aplikacemi CA v dopravně inženýrských aplikacích.

V roce 1992 byly dopravní modely využívající celulární automaty přijaty komunitou statistických fyziků. Došlo k prudkému nárůstu zájmu o aplikaci teorie CA v DP, nárůstu počtu

publikovaných článků i praktických pokusů o aplikaci v reálném provozu. Bigham (1992) a kol. užívali model s maximální rychlostí pro jednodimenzionální a dvoudimenzionální DP. Jednorozměrný model byl použit pro jedno i vícepruhé komunikace. Dvourozměrný model byl použit jako model pro 2D mřížku a model pro městské oblasti (sítě). Nagel (1994) pro reálná dopravní data zavedl model s maximální rychlostí $v_m = 5$ (rychlost vozidel je tedy buď 0 nebo 1, 2, 3, 4, 5) pro jednorozměrný model DP. Motivace zde byla přinejmenším dvojitá: za prvé zvýšit výpočetní rychlost, aby bylo možno provádět v reálném čase statistickou analýzu. Za druhé model je již dosti jednoduchý, dají se s ním analyzovat různé částicové modely. Navíc je CA metodologie plánována k využití v dopravních projektech v SRN a USA.

Model použitý při simulaci provozu v oblasti Severního Porýní - Westfálska

Vychází se z existence mnoha cestujících s rozdílnými páry start - cíl cesty. Cestující mají plány své trasy (cesty), vědí, kde mají odbočit na křižovatkách, aby dosáhli cíle své cesty. Každý cestující má výběr mezi deseti trasami. Každý si vybere trasu, simulací s každým dalším cestujícím se vytvoří výsledný výkon - čas, který si řidič pamatuje. Učení je jednoduché. Vezme se nejkratší cesta a pak náhodně jiné, a pokud je nová výkonnější o 5 % nechá si ji. Je to velmi jednoduchá metoda učení, složitější metody učení dávaly kupodivu stejné výsledky.

Čas, prostor a rychlost vozidel jsou reprezentovány celými čísly jak je obvyklé u celulárních automatů. Je možno tak popsat např. systémy toku vody, řeky nebo toky písku („zrnitý materiál“). Všechny tyto systémy mají společně dva jevy - za prvé řídicí sílu (gravitace, akcelerační přání řidiče, napětí v zemské kůře) dávající tzv. řídicí difuzi a za druhé ztráty energie disipací (zahřívání částic při kolizích, brzdění vozidel pohybujících se v dopravním proudu spojené se zahříváním prostředí). Simulací se dají řešit hydrodynamické rovnice Lighthill-Whithamova typu (L-W) pro dopravní proud (numerickou diskretizací a korespondujícím mikroskopickým modelem pro rozsáhlé systémy s miliony vozidel - dopravní síť).

Kritické chování shluků kongescí může být srovnáváno s nestabilitami v parciálních diferenciálních rovnicích. Pro vysokou komplexnost problémů dopravy je v současnosti nemožný analytický přístup. Dnešní přístupy jsou založeny na bázi simulací, ale je důležité, aby byl k dispozici dostatečný výpočetní výkon. Existují dobré počítačové modely, není však možné včasné (tzv. real time, RT) kódování a přesná reprezentace reality v počítači, protože existují hranice lidského poznání, programátorských kapacit pro kódování všech detailů a limity počítačových zdrojů. Dnešní dopravní modelování jako nejnižší jednotku (tj. nejvyšší rozlišení) používá individuálního cestujícího (a to v dosti širokém rozsahu, např. v oblasti Los Angeles jde řádově o 10 milionů potenciálních cestujících). V takovém případě lze těžko získat rozumné, v praxi použitelné výpočetní doby i na nejvýkonnějších počítačích.

Dopravní modely z různých oblastí lidské činnosti mají řadu shodných rysů, ale také rozdíly. Kromě přenosu zpráv v počítačových sítích je velmi důležitá silniční doprava (cca 80% cestujících a více než 50% nákladů se přepravuje po silnicích).

Někdy je DP přirovnáván k proudu granulí, pro jehož teorii lze nalézt v literatuře opět celou řadu podnětných prací. Proud granulí je stejně jako proud vozidel také proud diskrétních částic určitých vlastností, tyto částice jsou však obvykle v dotyku. V reálném světě částice DP naopak v dotyku obvykle nejsou, pokud neuvažujeme „dotyk“ psychický - kolem každého vozidla existuje, můžeme předpokládat „psychicky definovaný prostor“, který je deformovatelný (proměnné velikosti), pokud však klesá pod optimální velikost (vozidla jsou blíže sebe, ať již podélně nebo bočně) psychický tlak na řidiče stoupá a může stoupat nehodovost (hypotéza předjížděcího tlaku). Řidič na rozdíl od difundující molekuly vědomě uvažuje, zda je předjetí možné, případně riskantní, nebo ne. Nevyužitá předjetí se projeví předjížděcím tlakem¹⁵. Simulace

¹⁵ Základním pojmem k popisu DP v situaci, kdy používáme stochastických metod sledování DP je *rozdělení rychlostí vozidel*. Pokud je známo rozdělení rychlostí vozidel (např. z experimentálních sledování), je možno vypočítat počet předjíždění, která jsou nutná, aby byly dodrženy rychlosti vozidla v

v dvojrozměrném modelu nevykazuje rozdíly, předjížděcí tlak je pouze psychická újma řidiče - komfort jízdy - motivace, která se projeví v trojrozměrném modelu volbou trasy učením, preferencí tras. Preference tras řidiči může být podporována Systémem, nebo jak bude uvedeno později v dalších příkladech aplikací jinými informačními systémy.

5.4 PŘÍKLADY APLIKACÍ IS POSKYTUJÍCÍCH DOPLŇKOVÉ INFORMACE PRO ROZHODOVÁNÍ

Nagel (1994) se spolupracovníky používají výkonnou výpočetní techniku¹⁶ aby simulovali chování řidičů v oblasti Los Angeles nebo Severního Porýní - Westfálska, jiným asi efektivnějším a možná i efektivnějším způsobem řešení problémů dopravy je systém poskytování doplňujících informací (které by jiným způsobem řidiči nemohli získat) Systémem, nebo méně sofistikovaná řešení jako například v Manitobě. Zvláště Systém můžeme považovat za reprezentanta VIS, který je vysoce finančně dotován státem. Francouzští daňoví poplatníci a vláda si cení řešení nejméně na 500 miliard franků, proto je v předkládané práci tomuto VIS vedoucímu k ekologizaci lidských činností věnováno tolik pozornosti.

Projekt SIRIUS

V oblasti Ile de France (okolí Paříže) vzniká asi 80% všech dopravních problémů francouzské silniční sítě. Třetina všech dálnic v této části Francie je prakticky permanentně kapacitně zcela vytížena a každá nehoda tu má za následek dlouhé fronty čekajících vozů. Na základě těchto skutečností francouzská vláda schválila v roce 1989 projekt SIRIUS. V lednu 1993 byla první část projektu realizována.

Podstata projektu SIRIUS spočívá v tom, že jsou pokud možno optimálním způsobem využity stávající dopravní cesty. Automaticky získané aktuální informace jsou okamžitě předávány k využití nejen řidičům, ale mají také (v případě nehody) být využity záchrannými týmy.

Čtyřmi hlavními pilíři systému jsou sběr informací, jejich zpracování, zobrazení dat na informačních tabulích a přímé řízení provozu.

Náklady na systém SIRIUS

Takový rozsáhlý systém je samozřejmě velmi drahý. Odhadovaná výše nákladů na celý projekt se pohybuje okolo jednoho bilionu francouzských franků (asi 5,5 bilionu korun). Francouzská vláda si od celého projektu slibuje, že stávající síť dálnic bude řidiči efektivněji využívána. Získají se tím také důležitá data pro plánování dalších dálnic.

Přínos systému SIRIUS

DP. Potom potřebuje vozidlo jedoucí svou rychlostí v proudu o hustotě k při určitém prostorovém rozdělení rychlostí $G_m(v)$ k udržení své rychlosti na úseku X provést M_{pa} aktivních předjetí a bude na stejném úseku předjeto M_{pp} vozidly. Velikost "počet předjíždění" je velice důležitá pro konkrétního řidiče nejen proto, že je přímo vnímatelná lidskými smysly, ale má pro řidiče také velký psychologický význam. Podíl skutečných předjetí závisí na podmínkách komunikace a provozu a je zpravidla nižší. Rozdíl mezi počtem předjetí nutných k dodržení požadované rychlosti a skutečně možným počtem předjetí nazývají Leutzbach a Brannolte (1989) "předjížděcím tlakem" a používají ho jako hypotetické vysvětlení skutečnosti, že součinitelé nehodovosti na dvoupruhových silnicích jsou při stejných intenzitách tím větší, čím je užší vozovka. Přitom můžeme říci, že nerealizovaný "předjížděcí tlak" vede k nehodám, zatímco normální "předjížděcí tlak" k přirozené difuzi vozidel v DP. Velikost předjížděcího tlaku je různá v různých zemích (závislá kromě jiného i na národních specifikách osobnosti řidičů), což dokladují různé hodnoty nehodovosti v těchto zemích. Že je u nás předjížděcí tlak dlouhodobě vysoký můžeme uvést třeba i na příkladu, kdy ve filmu ze sedmdesátých let říká pětiletý capart otci, který řídí Škodu 100 "předjel tě Trabant", a za chvíli "zase tě předjel Trabant". Rozdělení rychlostí vozidel nemusí být normální, má se zjišťovat měřením reálného dopravního proudu. Předjížděcí tlak je dokladován i počtem nehod na počtem vozidel, který je v ČR vyšší než ve vyspělých zemích.

¹⁶ například jednu ne zcela rozsáhlou simulační úlohu počítalo 512 procesorů tři pracovní dny

Nasazení systému (i když nepokrývá zatím celou oblast) již přináší první pozitivní výsledky. Zjistilo se, že 2% řidičů změni svoji trasu na základě informací, které poskytují tabule systému SIRIUS. Již tak malé snížení počtu vozů v kritickém úseku přináší poměrně značné úspory¹⁷.

Informace o nehodě (práci na silnici) je střídána s informací o délce fronty. Ty panely, které jsou na místě kongescí, zobrazují dobu průjezdu dotčeného úseku. Pokud je možné změnit trasu, systém o této skutečnosti řidiče informuje. Zobrazené informace počítají přirozeně s kongescemi, které vznikají z překročení maximální kapacity dálnice. Každý si tedy může vybrat, kudy pojedje.

Systém SIRIUS, který sbírá aktuální data o provozu v okolí Paříže, neposkytuje své závěry jen na informačních tabulích. Ve Francii je velmi rozšířený systém malých terminálů v domácnostech - MINITEL. Nyní jsou poskytovány dopravní informace i v tomto systému MINITEL a také na Internetu.

Základní výhoda informací, které SYTADIN nabízí, je jejich přesnost a aktuálnost. Data, která SYTADIN získává ze systému SIRIUS, jsou získávána přímo z terénu a do jejich cesty zasahuje lidský faktor zcela minimálně.

Jako další příklad velmi efektivní práce s informacemi při rozhodování s původně neúplnou informací si můžeme uvést automatizovaný systém informací o parkovacích místech, který je provozován v řadě německých měst, například ve Frankfurtu nad Mohanem, nebo v Augsburgu. Dynamická informační zátěž řidiče je při jízdě městem značná (viz. Halbich 1988). Řidič má však dálkově řízenými informačními tabulemi o volných parkovacích místech na vybraných blízkých parkovištích tuto zátěž zvýšenu pouze o únosnou velikost a přitom je tento systém velmi ekologický, protože podstatně šetří čas, nervy řidičů a pohonné hmoty (řidič snadno a rychle nalezne volné parkovací místo na jednom z dostupných parkovišť blízkých jeho pěšimu cílu).

Byla ověřena zcela jednoduchá metoda využití počítačů PC IBM kompatibilních ke sledování a vyhodnocování některých charakteristik dopravního proudu, kdy PC IBM bylo připojeno na základě přihlášky vynálezu autora. Tato metoda je charakteristická tím, že údaje o dopravním proudu jsou snímány v reálném čase pomocí obyčejných smyčkových detektorů ať již stabilních, nebo přenosných. Výstupy z těchto detektorů (v našem případě jde vždy o dvojici, případně trojici detektorů) jsou sledovány celkem primitivním programem v PC IBM v reálném čase a jsou zaznamenávány na magnetické médium pro pozdější vyhodnocování. Jediným hardwarovým doplňkem je elektrické oddělení reálného systému s detektory od vlastního PC IBM pomocí optoelektronických prvků (Halbich 1998h). Aby byla minimální pracnost softwarová při vyhodnocování naměřených veličin, bylo využita následující filosofie zpracování dat. Co lze zpracovat komerčními softwarovými produkty, to se takto zpracuje, speciální vyhodnocování se provede softwarem vytvořeným na míru danému problému. Data jsou tedy zpracovávána po krocích různými programovými produkty. To umožnilo na nejmenší možnou míru zkrátit dobu přípravy celého projektu a začít v nejkratším možném čase praktická měření a následná vyhodnocování. Tato vyhodnocování lze nadále doplňovat dalšími možnými postupy zpracování.

Čili ze softwarových produktů je využíván již zmíněný program, který zaznamenává v reálném čase změny stavu detektorů. Dále jsou data zpracována v spreadsheatu, protože asi 1 až 5 % dat je chybných a tato data se dají v spreadsheatu odhalit a případně opravit. Spreadsheat dále umožňuje snadné a operativní statistické zpracování naměřených veličin a následnou grafickou prezentaci těchto výsledků. Další speciální vyhodnocování jsou prováděna speciálními matematickými softwarovými balíky, a když ani tyto nestačí, je použit další jednoúčelový speciálně pro tento

¹⁷ Předpokládejme kongesci na místě, které má kapacitu 5000 vozidel za hodinu. Průměrná kongesce trvá čtyři hodiny, v tomto případě se týká celkem 20000 vozidel. Místem projíždí 5000 automobilů za hodinu. Potom náhle, např. po skončení pracovní doby, se počet vozů prudce zvedne na 6250 voz/hod. Vznikne kongesce a auta se shlukují po dobu 2 hodin. Rychlost v kongesci klesá na 20 km/hod, mimo kongesci je 90 km/hod. Po dvou hodinách přijíždí k tomuto místu jen 3750 vozů za hodinu. Po dalších dvou hodinách kongesce mizí. Celková doba jízdy všech dotčených aut je tak 6111 hodin.

případ vytvořený program, jehož složitost je zmenšena výše uvedenou a praktikovanou filosofií vyhodnocování a využití komerčních programů.

V oblasti dopravy člověk jako individuum se sám rozhoduje kam pojedje či půjde - jde tedy o náhodný a jistě i hromadný jev, který však není nijak dopravními inženýry v teorii DP dokazován, vyplývá pouze ze shody pozorování s tímto obecně přijatým názorem. Analogií může jistě být pohyb molekul plynu popisovaný statistickou fyzikou podobnými matematickými vzorci jako chování DP. V našem modelu DP ale dochází díky řízení křižovatek světelným signalizačním zařízením (dále jen SSZ) k nelineárnímu buzení v nejméně třírozměrném prostoru, kdy třetí rozměr není nutně tvořen prostorovou souřadnicí, ale třeba dopravně inženýrskou veličinou např. odporem proti pronikání vozidla dopravním proudem (souvisí s předjížděcím tlakem) a to vše může vést k deterministickému přechodu k chaosu, což naznačují provedené experimenty Halbich (1987). Porovnáme - li křižovatky takto řízené s křižovatkou typu kruhového objezdu, které jsou velmi časté např. ve Francii, u křižovatek řízených SSZ je paradoxně systém náchylný k přechodu k chaosu, a přitom provoz je zde relativně bezpečnější (exaktně definované časové mezery oddělují na křižovatce řízené pomocí SSZ kolizní proudy bezpečně), než druhý způsob spojování a křížení DP, který v matematickém popisu nevykazuje známky nestability, ale v praktickém životě může přinášet více krizových a kritických, pro nezaujatého pozorovatele „chaotických“ situací s vyššími nároky na zkušenost a schopnosti řidiče. V případě křižovatek řízených pomocí SSZ časové mezery uměle vytváří z teorie chaosu známá řídicí, tzv. příčná síla, systém je nelineárně buzen a náchylný k přechodu k chaotickému chování.

Bezpečnost je tedy zajištěna za cenu potenciální nestability v systému, kde vlna vzbuzená zadržením DP na křižovatce řízené SSZ nese informaci o tomto zadržení do celé sítě s rizikem výše popsané nestability deterministického typu. Zmíněná nestabilita ve vztahu k optimálnímu systému řízení sítě křižovatek je popsána mj. také v Příbylovi (1996), kde znemožňuje použití dynamičtějších způsobů řízení sítě křižovatek.

Opakem metody poskytující řidičům co nejvíce užitečných informací jsou metody rozhodování za neúplné informace, na které bylo uděleno několik Nobelových cen za ekonomii, ale dosud nebyly aplikovány při rozhodování řidičů.

VIS můžeme definovat jako *IS budovaný z peněz daňových poplatníků, kteří jsou jeho uživateli*. Z definice nevyplývá, že VIS musí být nutně provozován na počítačích. (Jako příklad VIS, který má oporu v zákoně můžeme uvést obchodní rejstřík, který je podle § 27 zákona č. 513/91 Sb. *veřejným seznamem*. Je veden rejstříkovými soudy v papírové formě a zároveň na Internetu). VIS můžeme dělit podle toho, zda jsou jejich služby bezplatné či nikoli. (Podle průzkumu provedeného v roce 1998 mezi českými uživateli Internetu převládl názor, že informační zdroje na Internetu by měly být bezplatné. Speciální služby na komerčním základě by jistě měly být placeny, VIS nikoliv).

VIS je charakterizován tím, že jeho přínosy jsou těžko kvantifikovatelné (jaká je návratnost investic do VIS?), protože jej využívá velké množství subjektů. Na základě doplňkové informace se např. řidič rozhoduje, kudy pojedje, dochází k úspoře pohonných hmot, životního prostředí a času řidičů. Tyto úspory nemají spočítány ani Francouzi, ale můžeme uvést modelový příklad z praxe autora. V Centrálním řízení dopravy v Brně návratnost vložených investic daná úsporou pohonných hmot všech vozidel pohybujících se na řízené komunikační síti byla asi dva roky. Mezi *více sofistikované* VIS patří např. navigační systém pro řidiče využívající k určení polohy vozidla satelitu a digitálních map (GPS – Global Position System). Podle odhadů Evropské unie ušetří tento systém v přepočtu téměř 800 miliard Kč na škodách, které jinak vznikají při nehodách v zacpaných městech, ale také nadměrným znečišťováním životního prostředí při zbytečném bloudění řidičů na cestách.

VIS mohou být *životně důležité* jako např. VIS lavinového zpravodajství v Alpách, VIS fungující v Kanadě při rozsáhlých záplavách apod..

My se budeme zabývat využitím VIS dostupnými na Internetu v oblasti agrokompexu. Internet

je pouze jednou z možností realizace VIS, ale pravděpodobně nejoperativněji využitelnou. V rozvinutých zemích existuje celá řada VIS (některé jsou povinné ze zákona, jiné nikoli), které mohou zemědělci využívat např. Sytadin a jiné v dopravě, předpovědi počasí, znečištění ovzduší (např. oxidy dusíku mají negativní i pozitivní dopady v rostlinné výrobě), právní předpisy, patenty, choroby rostlin i živočichů. Zemědělec zabývající se převážně rostlinnou produkcí bude mít v zimním období relativně dost času, aby intenzivněji využíval VIS, ať již retrospektivně či perspektivně v plánování svých budoucích podnikatelských záměrů. Prostor dalším VIS dá zákon o poskytování informací občanům státní správou, který v České republice dosud nebyl přijat.

Většinu činností spojených se získáváním informací z VIS (komoditní zprávy apod.) by měl mít zemědělec automatizovánu pomocí robotů a agentů, protože obvykle nemá čas na své aktivity kolem VIS. Musí se starat primárně o zemědělskou produkci. V každém případě MST, kam patří i využití VIS s poměrně malými měsíčními náklady, mu mohou přinést vysoké přínosy.

Kdo nevyužije VIS není nutně odsouzen ke krachu své podnikatelské činnosti, ani každý, kdo využije VIS nedosáhne automaticky prosperity, ale trend k využívání MST ve světě je jasný (Halbich 1999b), Obr. 1.

5.5 NĚKTERÁ VYUŽITÍ TECHNOLOGIE INTERNETU PODNIKATELSKÝMI SUBJEKTY AGROKOMPLEXU

Zemědělské podnikatelské subjekty jsou velmi diferencovány, nejen z hlediska předmětu podnikání, ale také z hlediska své velikosti. A zejména z hlediska své různé velikosti používají různé informační systémy. Proto se tato kapitola zabývá tím, co je pro všechny informační systémy v agrokomplexu společné a tím jaké některé nové trendy mohou všechny podnikatelské subjekty v agrokomplexu využít.

Zemědělec je odborník na zemědělskou produkci, ale obvykle i podnikatel - manažer, který rozhoduje „jak má dobře dělat dobré věci“, a jako takový vždy i uživatel informačního systému na podporu rozhodování (jak bylo uvedeno výše, pod pojmem informační systém si nelze představit pouze počítač a někdy tento systém počítač vůbec neobsahuje). Manažer chce často držet v rukou celý proces využívání informací a má dojem, že použití počítače ho od informací odděluje, že počítačem zpracovávané informace jsou pouze zprostředkované, nikoli autentické.

Je známo, že systém agrokomplexu se vyznačuje periodičností (viz pravidelné střídání čtvera ročních období, životní cyklus hospodářských zvířat aj.). Při změně vnějších podmínek však může tento systém přejít, jak již bylo uvedeno výše, z oblasti periodického chování do oblasti chaotického chování, což potom klade zvýšené požadavky na kvalitu a rychlost rozhodování manažerů. Je pravdou, že v ostatních odvětvích národního hospodářství také existuje něco „periodického“ - každý produkt má svůj „životní cyklus“, tento cyklus však obvykle proběhne jen jednou, a potom je daný produkt nahrazen novým, často zcela novým druhem produktu.

V agrokomplexu navíc existuje velmi dlouhá doba zotavení při přechodu původně periodického chování z chaotického stavu zpět ke stavu periodickému. Tento nový periodický stav může mít jiné, nové parametry (viz např. dlouhá doba reprodukce hovězího dobytka). Příkladem může být změna podmínek související se změnou centrálně plánované ekonomiky na ekonomiku tržní po roce 1989. Periodické chování v oblasti produkce skotu (s poměrně vysokými stavy zvířat) přešlo změnou vnějších podmínek, které zemědělci nemohli nijak ovlivnit, do oblasti chaotického chování tohoto systému. Toto chaotické chování systému nemusí být nutně vždy nežádoucí. Je možné a žádoucí mít názor, že totiž chaos přináší nové příležitosti pro schopné manažery. Neschopní manažerů v té době ztrácejí. V tržním prostředí se postupně obnovuje rovnováha a periodické chování (tentokrát s nižšími počty zvířat). Vzhledem k životnímu cyklu skotu jde o poměrně dlouhou dobu přechodu k novému rovnovážnému, tedy periodickému chování systému.

Mimo obecných zákonitostí se zde nebudeme zabývat konkrétně tradičními informačními systémy na podporu rozhodování, protože jsou v podstatě notoricky známé i se svými přednostmi

i nevýhodami. Pro jakýkoli zemědělský podnikatelský subjekt může být zajímavé využít jako poměrně novou možnost pro své podnikatelské aktivity Internet. Níže bude nastíněno několik případových studií jako možných příkladů využití Internetu v zemědělské praxi. Tyto příklady mohou být pro některé podnikatelské subjekty podnětné a inspirující k vlastnímu řešení. Přitom je známo, že jedině vlastní originální řešení je v podnikání pro daný subjekt skutečným přínosem.

S pomocí Internetu lze velmi účinně aplikovat tzv. *direct marketing* - tj. zaměření se na zákazníka z určité věkové skupiny, s určitým druhem zájmu, apod. Je zde navíc možná téměř okamžitá zpětná vazba a tedy přímé aktivní ovlivnění. Mám-li E-mailové adresy zákazníků mohu je cíleně aktivovat pro účely reklamy, nabídkových řízení apod. Pasivní ovlivňování je také velmi „interaktivní“. Např. pokud WWW stránky firmy vystavím tak, aby vybrané skupiny uživatelů Internetu měly snadný přístup k vybraným druhům produktů. V tomto případě je důležitý mj. správný výběr tzv. klíčových slov. Vezmeme-li využití E-mailu, lze získávat informace v elektronické i tištěné podobě od dodavatelů i odběratelů (tedy např. všech pěstitelů rajčat, kteří vlastní E-mail). Pokud není jejich odpověď pro mne optimální, mohu provést přes E-mail nový pokus s jinak formulovaným dotazem. Jinak E-mail sám samozřejmě manažera nespasí, rozhodnutí za něj neudělá, ale manažerovi při rozhodování pomůže.

Nejnovejším produktem na Internetu je služba WWW, která je i uživatelsky přitažlivá a přívětivá k obsluze. Jedna WWW stránka na Internetu dnes přijde řádově na stovky Kč. Není to tedy finanční problém pro téměř žádnou firmu. Autor si dokáže představit firmu z oblasti agrokompexu, jistě jich zpočátku nebude mnoho, která bude mít na Internetu svou WWW stránku a bude na ní mít kromě své reklamy i prodej svých produktů na podkladě objednávek pomocí jednoduchých formulářů, které zákazník sám interaktivně vyplní. Zboží potom dostane na dobírku. Zákazník si zboží místo v obchodě vyzvedne na poště, nebo je přiveze specializovaná zásilková služba. Je známo, že např. v Kalifornii existují speciální distribuční řetězce s odběrními místy tvořené sdruženími farmářů a koncových odběratelů. Zákazník v našem případě bude vybírat zboží na podkladě informací z WWW stránky, ne tedy přímo na pultě, kde by si mohl zboží „osahat“. Jde zde tedy o určité omezení „práv“ zákazníka a ten za to musí být odškodněn o něco nižší cenou. Nižší cena by k úspěchu prodeje sama o sobě asi nestačila, zákazník dostává navíc vlastně kvalitnější interaktivní počítačovou službou. V případě, že si interaktivně objedná a přitom odebere zboží osobně, nemusí čekat v odběrním místě na vyřízení svých požadavků. Má objednaný produkt předem připraven, tzv. nákup do tašky. Aby si mohl objednat i tento zákazník, v objednávkovém formuláři bude kolonka „zaslat na dobírku, fakturu, či osobní odběr“. V každém případě je tato služba na kvalitativně vyšší úrovni, než v klasickém obchodě (služba s vyšší AV).

Halbich (1997b) uvádí možnost chaotického chování části agrokompexu, konkrétně chovu hovězího dobytka. Podrobná analýza tohoto problému sice teprve čeká na svého průkopníka, můžeme se však vrátit k logistické rovnici na často používaném příkladu chování systému tvořeného populací ryb v izolovaném rybníku.

Ve výše uvedeném příkladě je vidět zřejmá analogie s trhem s hovězím masem, kdy se krávy v celém systému chovají jako výše uvedené ryby. Celá populace ryb (a její chování) je analogická populaci krav. V logistické rovnici potom *převážně pouze ekonomické podmínky* určují velikost konstanty α . Jak bylo uvedeno výše, vyšetřování chaosu ve zjištěných ekonomických údajích (zde cena hovězího) není snadné, a pokud je autorovi známo, dosud se o to v dané konkrétní oblasti nikdo nepokusil¹⁸.

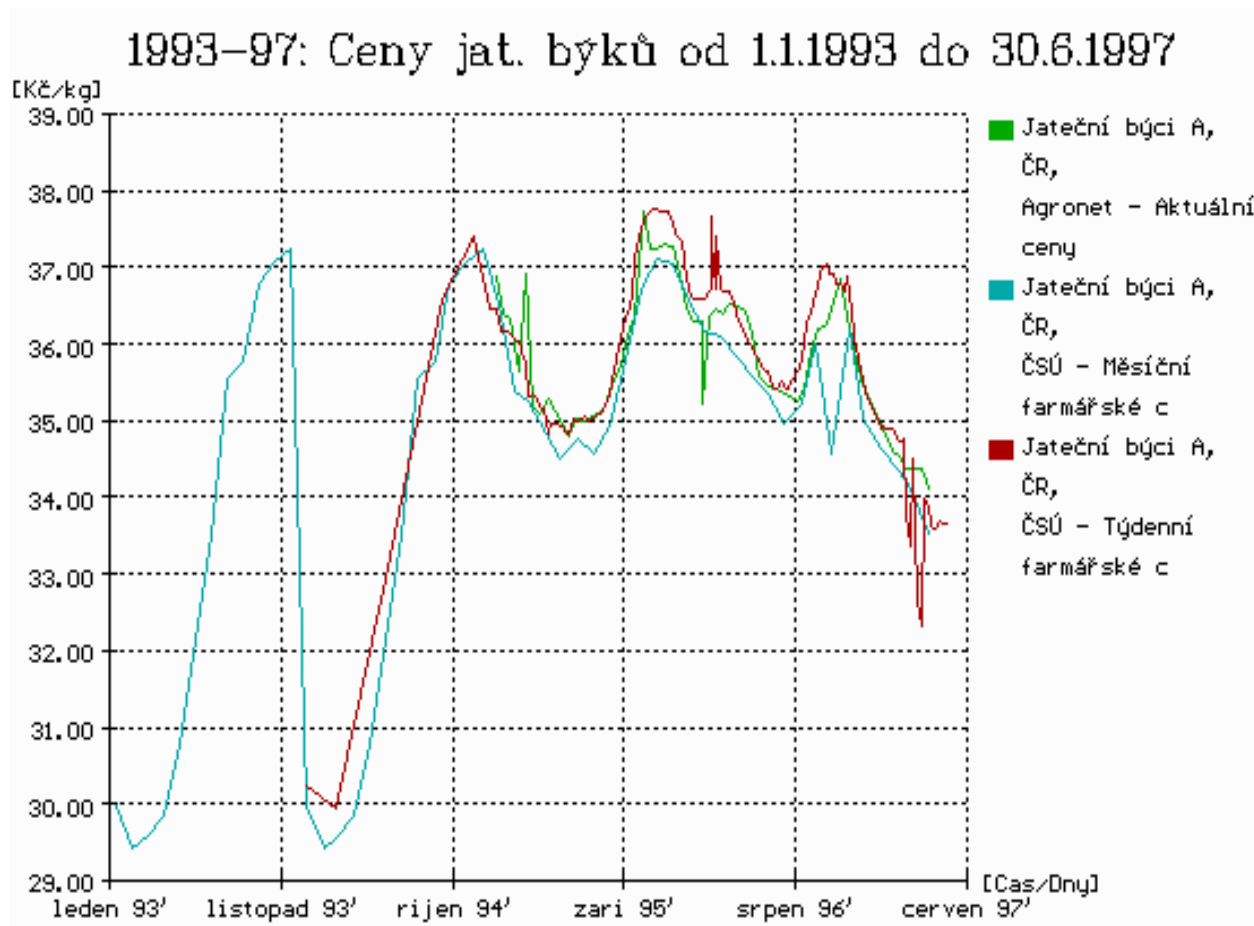
Přitom za pokus by to zřejmě stálo. Z VIS byly použity primární informace. Z údajů Ministerstva zemědělství se dají sestavit grafy popisující cenu na trhu hovězího a vepřového masa viz Obr. 2. Z pouhého pohledu na tyto grafy je vidět určitý trend, který je pro dané časové řady charakteristický. Tento trend je třeba samozřejmě před další analýzou odfiltrovat. Stejně tak je

¹⁸ pravděpodobně zde nekyne takový budoucí profit jako v případě analýzy chování burzy, kapitálového trhu apod.

vidět, že např. u vepřového masa jsou sezónní rozdíly v nákupních cenách v řádu 10% ceny, čili kolísání ceny není tak dramatické, jak by z obrázku mohlo někomu připadat. Přesto však může být využití kolísání této ceny zemědělskými subjekty zajímavé, pokud budou znát chování trhu zrcadlené těmito časovými řadami a pokud je využijí. Rozdíl v nákupní ceně 10% může způsobit posun v rentabilitě subjektu z červených čísel do černých (nebo naopak). Pokud se nám podaří uvedeným postupem diagnostikovat chaos, nemusí to být nutně na závadu.

Když dokážeme chaotické chování systému diagnostikovat, víme s čím máme do činění a nepřekvapí nás potom chování vyšetřovaného systému. Můžeme se na takové chování připravit a v ideálním případě je využít. Analýzou těchto grafů pomocí Fourierovy transformace¹⁹ získáme výsledky, které dosti zřetelně ukazují na odlišnosti chování obou trhů. Oba trhy se chovají dosti odlišně, a je možno na nich pozorovat oblasti s chaotickým chováním. Tyto závěry budou vyžadovat další zkoumání, aby byly buď potvrzeny, nebo vyvráceny. Další možnou diagnostickou analýzou je využití metody hledající Ljapunovovy exponenty, což je další možnost, jak chaotické chování diagnostikovat, a autor bude dále na tomto problému pracovat, aby získané výsledky byly co nejprůkaznější. Také reálná časová řada cen masa bude stále delší. Podíváme-li se na výkonové spektrum chování trhu s vepřovým masem, je jistě zašuměno, což se u ekonomických dat dalo očekávat, ale nejvyšší hodnota výkonové hustoty odpovídá jednoznačně periodě jednoho roku, což je přirozená délka cyklu v kterém kolísají na trhu ceny tohoto produktu. Další hodnoty výkonové hustoty jsou nižší, ať již na straně vyšších harmonických zkoumané časové řady, nebo i v oblasti subharmonických. Naproti tomu výkonové spektrum časové řady charakterizující chování trhu s hovězím masem má složitější strukturu vzbuzující oprávněnou domněnku o chaotickém chování tohoto trhu. Další zkoumání je tedy nadějně, protože získané informace upřesní naše poznatky, ať již uvedené hypotézy potvrdí, nebo vyvrátí. Obojí varianta je cenná pro zkoumání dané problematiky.

¹⁹ Byla vyzkoušena celá řada produktů, starší ani komerční neumožňovaly pracovat s počtem vzorků alespoň 2¹³, novější již ano, pro školu jsou však finančně nedostupné, proto prvotní analýza časové řady byla provedena jednoúčelovými programy autora, FFT byla provedena programy typu freeware a grafické vyjádření výsledků obvyklým tabulkovým procesorem. Použité řešení je vyhovující, i když jistě ne elegantní.



Obr. 2 Časové řady cen hovězího a vepřového masa

Na závěr kapitoly pojednávající o různých případových studiích informačních systémů pro podporu rozhodování se musíme zamyslet nad problematikou odpovědnosti manažera používajícího tyto systémy za případný úspěch, ale častěji neúspěch jeho rozhodnutí zvoleného z nožiny možných řešení pomocí systému pro podporu rozhodování. Tradiční názor hovoří o tom, že manažer může tyto systémy používat (či nepoužívat), ale za své rozhodnutí nese plnou odpovědnost. Tento názor mohl mít plnou platnost snad jen v době, kdy software spolu s výkonností počítačů umožňovalo manažeru odhalit zjevnou chybu použitého systému a rozhodnout jinak, než systém doporučoval.

5.6 BEZPEČNOST NA INTERNETU

Bezpečnost na Internetu je jistě důležitým problémem, protože pokud chceme pomocí Internetu provádět svoji podnikatelskou aktivitu, musíme mít jistotu, že nedojde k narušení naší počítačové sítě. Jak prohlásil soudní znalec V. Smejkal, připojením podniku na Internet se setkáme s miliony potenciálních hackerů, a proto je nutno věnovat bezpečnosti Internetu náležitou pozornost. Protože v blízké budoucnosti jsou očekávány obchody pomocí Internetu v desítkách miliard dolarů ročně, je ve světě bezpečným transakcím na Internetu věnována náležitá pozornost²⁰. Ani pouhé využití hlaviček paketů, ani firewally nestačí. Například firma CyberCash používá systém Vallet, který ověřuje platnost transakce při placení kreditní kartou (platby větších obnosů, vzhledem k dosti

²⁰ V České republice existuje firma, která umožňuje objednávat taxi přes Internet. Lze si představit situaci, že tato taxislužba bude přes Internet zavalena falešnými objednávkami a tento masivní útok ji podstatně ztíží situaci na trhu.

vysokým poplatkům při použití kreditních karet). Doba ověření celé transakce je při dobře běžícím spojení na Internetu asi 20 sekund, pravdou je, že v horších případech i celé minuty. Existují i systémy tzv. elektronických mincí, kdy lze platit již od obnosu 25 centů, pokud se však transakce protáhne, služba za kterou chci zaplatit bude možná trvat kratší dobu, než čekání na potvrzení platby.

Výše zmíněné způsoby bezpečných obchodních transakcí nejsou zatím tím pravým (pro technickou, softwarovou, právní a finanční náročnost) pro podnikatelské subjekty v agrokomplexu. Většinou z nich stačí úroveň zabezpečení internetových služeb současnými dostupnými prostředky s tím, že životně důležité činnosti bude provádět pomocí elektronické pošty, kterou lze zabezpečit v současné době velmi dokonale i dostupnými prostředky viz (Halbich 1998f). Jedním z těchto softwarových prostředků je program PGP, jehož popis následuje.

Pretty Good(tm) Privacy (PGP) dovoluje uživatelům dokumenty šifrovat i autentizovat. Šifrováním se dokument stává čitelným jen pro příjemce, autentizace je vlastně přidání podpisu za dokument a tím zamezení rozesílání zpráv od falešného odesílatele. Pro přenos klíčů nejsou nutné žádné bezpečnostní kanály, protože PGP je založeno na „veřejných klíčích“

Jestliže se posílají osobní, soukromá nebo komerční data přes E-mail můžete použít PGP k jejich ochraně před případným zneužitím. Dalším použitím PGP je podepisování dokumentů, aby si mohl být příjemce jist odesílatelem, atd. což je velmi výhodné pokud podnikatelský subjekt používá elektronickou poštu pro spojení se svými obchodními partnery (dodavateli a odběrateli).

Jedna z největších slabín PGP je paradoxně distribuce veřejných klíčů. Pokud klíč nezískáte přímo od uživatele, ale z nějakého veřejného serveru, nemůžete si být jisti jeho pravostí.

V obchodní činnosti můžeme tuto slabinu odstranit tím, že si veřejné klíče s našimi obchodními partnery vyměníme osobně, protože stejně jsme čas od času v osobním kontaktu. Elektronickou poštu používáme pro urychlení našich obchodních operativních činností. Jako důkaz, že klíčová služba je pro rozsáhlejší systémy dosti náročnou činností a nebude možná bez vyšší finanční a institucionální náročnosti můžeme v prvním přiblížení uvést příklad veřejného klíče pro PGP. V případě vyšších nároků na bezpečnost IS musíme použít důvěryhodné tzv. *certifikační autority* (instituce, která vystupuje při komunikaci mezi dvěma subjekty jako třetí nezávislý důvěryhodný subjekt potvrzující pravost šifrované komunikace), které již fungují na komerčním základě i v České republice.

6 ZÁVĚR

Uvedená práce se sice zabývá reprezentativním souhrnem autorovy vědeckovýzkumné činnosti, přesto však nepokrývá všechny výzkumné aktivity vyčerpávajícím způsobem. Stranou zůstaly např. problémy spojené s etikou a sociální stránkou bezpečnosti informačních systémů nebo informační systémy pro rozhodování v teorii DP.

Nicméně lze říci, že těžiště dosavadní práce spočívalo ve studiu dynamiky jevů v informačních systémech pro podporu rozhodování v dnešní turbulentní době, tak jak je předkládaná práce nazvána. Zaměření studovaných informačních systémů se měnilo v závislosti na hlavním zaměření pracoviště autora, samozřejmě s určitou kontinuitou při případné změně zaměření pracoviště. Hlavní zaměření výzkumných prací autora v prvním období byla oblast teorie DP (Halbich 1988, 1989). Později se autor více zabýval manažerskými informačními systémy (Halbich 1994, 1995), v současné době věnuje nejvíce svou pozornost fenoménu Internetu a oblasti počítačové bezpečnosti (bezpečnosti informačních systémů) (Brechlerová, Halbich 1997).

Závěrem je možno říci, že specializace na zkoumání VIS poskytne mnoho prostoru pro další směr výzkumu dynamických systémů, které jsou provozovány v podmínkách chaosu.

Tato práce nemohla v žádném případě postihnout celou šíři informatiky, proto byly řešeny výše uvedené problémy. Vzhledem k tomu, že se většinou jednalo o problémy z oblasti měkkých systémů, byly zvolené metody podpořeny řadou případových studií, které měly přispět nejen k analýze daného problému, ale i k nastínění řešení. Tak jako v příkladu v kap. 5.4 uvedení řidiči se v podmínkách neúplné informace kvalifikovaně rozhodují na základě dalších dodaných informací, analogicky jednotlivé podnikatelské subjekty v agrokomplexu také musí mít nějaký zdroj dalších informací, který jim umožní kvalifikovaně rozhodnout. Cílem práce nebylo takový systém navrhnout, ale poukázat, že ze systémového hlediska je ke zvýšení prosperity agrokomplexu nutný. Stát (kap. 5.4.) dal do systému informování řidičů dosud asi 500 miliard franků, a zdá se, že to byla investice velice efektivní. Přesto že nikde na světě nelze očekávat od státu takovou investici do informačního systému pro agrokomplex, nějaké řešení musí následovat.

6.1 ZHODNOCENÍ PŘÍNOSŮ PRÁCE

Práce reagovala na některé problémy současné informatiky, a to zejména

- poskytla řídicím pracovníkům obecně a tedy i při řízení podniků agrokomplexu nové poznatky, které mohou být inspirativní pro jejich práci s využitím Internetu²¹,
- svým důrazem na VIS navrhla cestu k napravení současného nepříznivého stavu ve schopnostech uživatelů IS v ČR pracovat s informacemi,
- navázala na výzkum provozně ekonomické fakulty ČZU: „Virtuální organizace a řídicí struktury podnikatelských subjektů v zemědělství“²²,
- svými výsledky vedla k úspěšnému řešení grantu FR VŠ F5 108/98, (v oblasti počítačové bezpečnosti),
- upozornila na představy některých manažerů, že přímé využití *učebnicových znalostí* povede k prosperitě a přežití firmy (např. při použití BPR či DS),
- výstupy práce v maximální možné míře mohou podpořit řešení výzkumných záměrů fakulty, které byly předloženy na MŠMT v oblasti *udržitelného rozvoje* či problematiky *zpracování dat a matematického modelování v zemědělství*²³,
- byl publikován a diskutován vztah úplné informace a Nashovy rovnováhy při srovnání provozu na komunikačních sítích různých premisťovacích systémů²⁴,

²¹ Halbich 1997a, 1997d, 1997e

²² Halbich 1997d, 1998b, d, f

²³ Halbich 1998c, 1999a,b

- byla podána přihláška vynálezu na zapojení optočlenu k PC IBM k využití při sledování charakteristik DP v reálném čase s přesností na 1/1000 sekundy²⁵,
- byla publikována a ověřena metodika diagnostiky oblasti chaosu v časových řadách cen hovězího masa²⁶,
- bylo upozorněno na iniciující vliv teorie chaosu na řešenou problematiku²⁷,
- byly publikovány a popsány stejné třídy úloh v oblasti komunikačních sítí v různých oborech lidské činnosti (produktivně je tedy možné použít k řešení problémů přemíst'ovacích systémů stejné algoritmy řešení²⁸),
- v příloze 1 byly uvedeny paradoxy²⁹ dokumentující nové poznání.

²⁴ Halbich 1995

²⁵ Halbich 1998h

²⁶ Halbich 1997e, 1999c

²⁷ Halbich 1995

²⁸ Halbich 1996a,b

²⁹ Tyto paradoxy jsou pouze zdánlivé, odpovídají názorům R. Poppera o kritériích vědeckosti teorií. Tyto teorie se neuzavírají možnosti být vyvráceny teorií lepší. To se potom může projevit tím, že se v předkládané práci objevily "paradoxy" (alespoň z hlediska dosavadního poznání).

7 PŘÍLOHA 1

Výčet paradoxů dokumentujících nové poznání.

- jedinou konstantou v dnešní době je nestálost
- na řadě příkladů byl ukázán vliv společenské objednávky a společenské potřeby na rozvoj poznání
- byly vyšetřovány časové řady cen hovězího a vepřového masa, časová řada může v průběhu dalšího půl roku potvrdit nebo vyvrátit zjištěné poruchy (další realizace procesu upřesní data, ať již zvýšením nebo snížením úrovně šumu - poskytne další nové informace)
- chaotické chování systémů má velkou citlivost na počáteční podmínky a paradoxně necitlivost na malý šum
- demonstrační program ukazuje paradoxní chování jednoduchého kyvadla
- na základě pojmu entropie je vysvětlena motivace lidského konání (tzv. motivační algoritmy)
- produkty jsou nasazovány na trh v masovém měřítku a velkém množství, ale často individuálně provedené pro konkrétního zákazníka,
- paradoxně odumírá konkurence a přechází se ke spolupráci v novém byznysovém ekosystému, kde začíná převládat spolupráce dosud soupeřících subjektů
- výše uvedený paradox se stupňuje prací s původně tajnými informacemi těchto subjektů navzájem
- v oblasti bezpečnosti informačních systémů platí paradoxně opačné zásady než v oblasti normální demokratické společnosti a právním státě (maximální paranoia), - co není povoleno, je zakázáno (v normálním životě platí naopak, co není zakázáno trestním zákonem, obchodním zákonem apod., je dovoleno)
- obecně lze souhlasit s názorem (miliony potenciálních hackerů) na bezpečnost Internetu, ale v komerční praxi postačí časové hledisko (pokud konkurence dešifruje moji zprávu později než nastal inkriminovaný obchodní případ, má bezpečnost systému byla postačující)
- nové metody a postupy jako např. BPR jsou v praxi často neúspěšné
- manažerům nepomohou pouze *učebnicové znalosti*, musí aktivně uchopit problém
- IS se mění z nástroje podpory existující organizace na moderátor hledání nových organizačních forem
- informační systémy jsou primárně určeny pro podporu rozhodování (i když ze zákona povinně třeba pro potřeby berního úřadu)
- koncepce datových skladů je v historii informačních technologií první vážný pokus, jak vytvořit pro vrcholový management nástroje pro získání uceleného obrazu o zákaznících a trhu reálně, a ne pomocí předpokladů, zjednodušených modelů a nekompletních informací, ale na základě skutečných dat, reálného chování zákazníků a okolí firmy tak, jak byly zachyceny v denním životě firmy, v jejích produkčních a informačních systémech
- ekologické jsou virtuální cestovní kanceláře, virtuální obchodní domy atd.
- při simulaci dopravy v síti Severního Porýní - Westfálska dávaly jednoduché i složitější metody učení kupodivu stejné výsledky
- rozdíl mezi analogickým chováním řidičů a paketů na komunikační síti. (Když přidám novou ulici, může se zhoršit propustnost sítě), v počítačové síti s proudy paketů se to stát nemůže, pokud mají směrovače implementován dobrý směrovací algoritmus (rozdíl mezi tvrdými a měkkými systémy?)
- na základě neúplných informací se snaží řidiči vybírat své trasy tak, aby degradace lidské energie byla co nejmenší. Paradoxně volí tzv. bezpečnější trasy, tj. jsou - li dvě trasy téměř rovnocenné z hlediska doby průjezdu, volí raději trasu objektivně, tj. kilometricky kratší (i když by mohla v konkrétním případě být doba průjezdu delší)
- existují zácpy na silnicích i v Internetu, vznikají nové podněty z oblasti organizace a racionalizace. V informačních systémech by měla být provozována jen nutná data, prozatím se

projevuje trend opačný, vzrůstá podíl reklamy, zatímco na silnicích je provoz dosti zásadně omezen fyzikálními a prostorovými omezeními, silnice nelze stále a stále rozšiřovat, kapacitu počítačových sítí lze dosti podstatně stále rozšiřovat, otázkou je v současnosti pouze cena.

- lidé mají mnohem komplexnější a nepředvídatelnější chování než produkty, dokumenty, zařízení nebo dopravní prostředky. Např. zákazníci čekající v řadě mohou čekat, předbíhat nebo odejít.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ALTMAN, E., KOOLE, G.: Stochastic Scheduling Games with Markov Decision Arrival Processes, Journal Computers and Mathematics with Appl., 3rd special issue on Differential Games, pp. 141-148, 1993
- ASHBY, W., R.: An Introduction to Cybernetics, Chapman & Hall, London, 1956
- BARNETT, W. A., GALLANT, A., ROLAND, H., MELVIN, J., JUNGEILGES, J. A., BIHAM, O., MIDDLETON, A., LEVINE, D.: Phys. Rev. A46, 1992
- BRECHLEROVÁ, D., HALBICH, Č., 1998: The security and ethic problems, In proceedings of LETTET'98, University Tampere, Pori, Porin Korkeakoulusikkoe, TTKK, str. 95-98
- CREMER, M., LUDWIG J.: Mathematics and Computers in Simulation 28, 1986
- DOHNAL, J.: Architektura client/server, očekávání a realita, Zemědělská ekonomika, 42 1996, str. 149-155
- DRUCKER, P. F.: Management in Turbulent Times, Wiliam Heinemann Ltd., London 1980
- GERLOUGH, D., L.: Simulation of freeway traffic by an electronic computer, in Proceedings 35th Annual Meeting (Highway Research Board, Washington, D.C., 1956)
- GUTOWITZ H. A.: Maps of Recent Cellular Automata, Physica D 45 pp 477-478 (1990)
- HAECKEL, E.: Ueber Entwicklungsgang und Aufgabe der zoologie, Jen, Zeitsch. Med. Naturwiss. 5, str. 353-370, 1869
- HAJEK, B.: Optimal control of two interacting service stations, IEEE Trans. Automatic Control, 29, No 6, pp. 491-499, 1984
- HALBICH, Č. :Omezení provozu na severojižní magistrále v Praze, teorie dopravního proudu, bezpečnost a plynulost silničního provozu, str.80 - 87, Ve Sborník: Otázky bezpečnosti a plynulosti silničního provozu, PA ČR Praha 1994
- HALBICH, Č.: Využití progresivních technických prvků při sledování a vyhodnocování charakteristik dopravního proudu, Kandidátská disertační práce, 187str, Brno 1987
- HALBICH, Č.: Deterministické a stochastické přístupy v teorii dopravního proudu, Silniční obzor 49, č.1, 8-9,1988
- HALBICH, Č.: Informatika na hraně chaosu, Ve Sborník Mezinárodní vědecké konference Agrární perspektivy 1995, ČZU Praha, str. 449 - 453
- HALBICH, Č., (1996a): New chances for the simulation and business reengineering, In Proceedings of IDIMT'96 - 4th Interdisciplinary Information Management Talks, R. Oldenbourg, Wien, Muenchen 1996, pp. 56-64
- HALBICH, Č., (1996b): Nové možnosti použití inženýrských metod v simulaci měkkých systémů, str. 85-86, Ve Systémové přístupy 96, VŠE Praha 1996
- HALBICH, Č., (1997a): Některá využití technologie Internetu podnikatelskými subjekty v agrokomplexu, Zemědělská ekonomika 10/1997
- HALBICH, Č., (1997b): Some occasions of human aspects in the Information Systems, In Proceedings of IDIMT'97 - 5th Interdisciplinary Information Management Talks, pp. 129-136, R. Oldenbourg, Wien, Muenchen 1997,
- HALBICH, Č., (1997c): Ve Kol.:Vybrané kapitoly z informatiky, Credit Praha 1997

- HALBICH, Č., (1997d): Přínosy virtuálních organizací, str. 85-86, Ve Systémové přístupy 97, VŠE Praha 1997
- HALBICH, Č., (1997e): Ekonomický model využívající dynamiky populací a teorie chaosu, str. 121-126, Ve III. mezinárodní konference Hospodářství v integrujícím se evropském ekonomickém prostoru, TU Liberec 1997
- HALBICH, Č., (1997f): Philosophical bases of the theory of information and computer science, v Výuka informatiky '97, konference, Praha 1997, str. 5 – 16
- HALBICH, Č., (1998a): Business process reengineering a bezpečnost informačních systémů, Ve Sborníku konference Systémové přístupy 98, VŠE Praha, str. 39-43
- HALBICH, Č., (1998b): Ochrana informací ve virtuálních organizacích, Ve sborníku II. Mezinárodní vědecké dny '98, Nitra, str. 165-167
- HALBICH, Č., (1998c): Evaluation methods for exploitation natural-resources and productivity of their utilisation, Ve Sborníku Mezinárodní vědecké konference Agrární perspektivy, pp. 469-472, ČZU Praha
- HALBICH, Č., (1998d): Kvalitní a bezpečný software jako nutná podmínka pro přežití podnikatelských subjektů (zejména virtuálních organizací) na trhu integrujícím se do EU, Ve sborníku V. kongres Agrobiznes w krajach Europy srodkowej w aspekcie integracji z Unia europejska, Wroclaw, TOM 1, str. 177-185
- HALBICH, Č., (1998e): Ethics and computer security in relation to profit of a small and medium firm, In Proceedings of II-th International conference Small and medium firm management with computer support, Technical University Brno, Brno, str. 41-47
- HALBICH, Č., (1998f): Computer security of the virtual corporation in agriculture, Zemědělská ekonomika, Vol. 44, No. 7, pp. 295-297, Praha
- HALBICH, C., (1998g): Actual trends in cybernetics, In Proceedings of Colloquium to 50 anniversary of Norbert Wiener's Cybernetics, Brno, str. 36-41
- HALBICH, Č., (1998h): Přihláška patentu PV 3999/98 „Zapojení styku paralelního portu počítače s prostředím”, v patentovém řízení
- HALBICH, Č., (1998ch): Kvalita a bezpečnost softwaru pro elektronický obchod, Zborník prednášok z 2. ročníka konferencie Internet 98 - obchod bez hranic Bratislava1998, NMC Žilina, str. 74-80
- HALBICH, Č., (1998i): Present weak points of the human interpretation of the information, In Proceedings of IDIMT'98 - 6th Interdisciplinary Information Management Talks, pp. 167-172, Universitaetsverlag R. Trauner, Linz, Linz 1998
- HALBICH, Č., (1998j): Výuka informatiky ve vztahu k dosahování a měření kvality softwaru, Mezinár. konference Informatika II., Studnice 1998, str. 22-23
- HALBICH, Č., (1998k): Kvalita softwaru a související metody jeho tvorby, Konference Tvorba software 98, Ostrava, str. 81-86
- HALBICH, Č., (1999a): Informatics as one of means for sustainable development, , Mezinár. konference Informatika III., Studnice 1999, str. 20-23
- HALBICH, C., (1999b): Contemporary trends in cybernetics leading to sustainable development, In Proceedings of Conference in Las Palmas 1999, pp. 17-19, Las Palmas 1999
- HALBICH, C., (1999c): Lyapunov exponents in time series of meat prices, Contribution to the Mathematical methods in economics Conference, Jindřichův Hradec 1999, 7 pages, in print
- HAVEL, I., M.: Scholars in the tower: making snow-balls of disciplines, keynote speech at Science as Culture, Colloquium at the occasion of the second lustrum of the flemisch science policy council, Brussels 1996
- LANTERBORN, W., CRAMER, E.: Subharmonic Route to Chaos Observed in Acoustic, Phys. Rev. Lett. 47 (1981), p.1445
- LEUTZBACH, W., BRANNOLTE, U.: Der Ueberholdruck - zum Zusammenhang zwischen Ueberholparametern und Unfallraten auf Landstrassen, Strasse und Autobahn, Heft 2/1989, Kirschbaum-Verlag, Bonn-Bad Godesberg
- LORENZ, E.,N.: Deterministic Nonperiodic Flow; J. Atm. Sci. 20 (1963) 130

- MAREK, M., SCHREIBER, I.: Stochastické chování deterministických systémů, Academia, Praha 1984
- MAY, R.: Simple Mathematical Models with very Combined Dynamics, Nature 261 (1976) str.459
- MOORE, J., F.: The Death of Competition, Harper Collins New York 1996
- NAGEL, K., RASMUSSEN, S.: Traffic at the Edge of Chaos, in Artificial Life IV, Proceedings of the Fourth International Workshop on the Synthesis and Simulation of Living Systems, edited by R. A. Brooks and P. Maes, MIT Press, Cambridge, MA, 1994
- PŘIBYL, P.: Vývoj řídicích strategií pro dopravní systémy, Silniční obzor, 10/1996, Praha
- POINCARÉ, H.: Les Méthodes Nouvelles de la Mécanique Céleste; Gauthier Vilars, Paris 1892, 1893, 1899
- PRIGOGINE, I.: Order out of Chaos, Bantam, New York, 1984
- RUELLE, D.: Sensitive Dependence on Initial Condition and Turbulent Behavior of Dynamical Systems, Ann. N. Y. Acad. Sci. 316 (1978) 408
- RUESS, T.: Internet. Hrozí infarkt?, Chip 6/95, s.170-172
- SCHWAERTZEL, H., G.: The challenge of technology management, pp. 19-39, in proceedings of IDIMT 98, Universitaetsverlag R. Trauner, Linz 1998
- SHANNON, C. E., WEAVER, W., The Mathematical Theory of Communication, University of Illinois Press, Urbana 1949.
- SMALL, H., GARFIELD, E.: The Geography of Science: Disciplinary and National Maps, J. Info. Sci. 11, pp 147-159 (1985)
- STEINMANN, CH.: A personal software process improvement experiment, pp. 295-306, in proceedings of IDIMT 98, Universitaetsverlag R. Trauner, Linz 1998
- STRUİK, D., J.: Dějiny matematiky, Praha 1963, str. 2138
- VLČEK, J.: Inženýrská informatika, Praha, ČVUT 1994
- WIENER, N.: Cybernetics, or control and communication in the animal and the machine. Cambridge, Massachusetts: The Technology Press; New York: John Wiley & Sons, Inc., 1948

ABSTRACT

The presented work cannot deal with economics and management of an industrial company in its fullest. That is why the troublesome area of information systems (IS) to support the process of decision making in an industrial company has been chosen with regard to the use of public information systems – PIS – in a company.

The thesis represents a synthesis of author's acquired knowledge. It is based mainly on its author's scholarly and pedagogical activities in the area up to the present, especially in the last years.

The characteristic phenomenon that the work reacts to is the trend of building specialised public data and computer nets (PIS).

It starts with the generally known scheme, according to which from the generally philosophical basis sprang individual specialised sciences with their own methods of discovering. The final product then are concrete methodics usable in practice. In the presented work the author tried to employ various approaches as well as cross-discipline and system approach. Why does it deal with informatics? We live in the era of information explosion, chapter 2.2 discusses the theory of survival, both of a animal kind and of a business subject, and in this context the value of information can be subconsciously felt.

To get new pieces of knowledge, various methods of scholarly work were used. Research activities were deployed, apart from many others also in the databases on CD ROMs accessible in the library of the Czech University of Agriculture, e.g. Agris. Searching services, engines and robots in the WWW space were used, e.g. Altavista, Lycos, Archie client was exploited, and other

means and methods to search for information were used. A very important source were the databases of patent literature (uspto.gov or patents.ibm.com) freely accessible on the internet.

Pieces of information were gathered from various academic and commercial sources. The author attended specialised seminars and conferences. The participation in several conferences made possible contacts with colleagues from Czech and foreign universities, for which all means were used (internet and so on).

Various sources were searched for information. It was then analysed, generalised, applied, measured in practice and various physical quantities were monitored. The measured values were evaluated and another set of calculations was done. A range of obtained knowledge, together with the description of methods deployed to get them is stated further.

The introduction characterises the aims and methods of the work. The second chapter is based on the paradigm that sees the current era as turbulent which anticipates, among others, the term chaos. Most of the second chapter is devoted to the dynamics of chaos because the theory of chaos is generally viewed to be incentive and valuable in practice. Managers in this turbulent era have to make decisions and informatics should support that process. The contents of chapter 2.2 covers mainly the fact that informatics is very important for human survival as a species.

The third chapter compares various kinds of the so-called transportation systems and this comparison deploys in a detailed description of computer nets. The fourth chapter develops the tendency to use informatics to make all human activities ecological, ecology here is not understood as an ideology, but as one way leading to human survival. The fifth chapter deals with the transplantation of the obtained knowledge into industrial companies, which is one area of human activity. Chapter 5.3 covers celular automatons (CA) because social demand in many branches of human activity made a substantial progress in application of CA necessary.

These applications, especially in the field of transport, are the subject of chapter 5.4. Other subchapters of chapter 5 discuss problems mentioned and solved in preceeding chapters, from the point of view of their application in for example business process reengineering (BPR), public information systems in chapter 5.4.6 or in chapters 5.5, 4.1, 5.1 and others and their use in industrial companies.

The sixth chapter, conclusion, summarises the most important results of the presented thesis.

The aim of the presented chapter was to contribute to the solution of selected problems in informatics and the result of the solution is then usually a hypothesis, supported by case studies or examples of application.

The aim of the thesis, which deals within the frame of the problems expressed in the title with transportation systems, is apart from other things to contribute to the development of systems theory and to contribute in that way to the solution of some problems that accompany information systems. Every statements of the work touches all information systems which means also information systems in industrial businesses.