

Pokročilé metody uědecké práce



Zdeněk Molnář
Stanislava Mildeová
Hana Řezanková
Radim Brixí
Jaroslav Kalina



PROFESS **CONSULTING**

Tato vědecká monografie s titulem "Pokročilé metody vědecké práce" uznikla při podpoře fondů EU v rámci projektu OPPA CZ.2.17/3.1.00/34130 - Laboratoř systémové analýzy.

V knize autoři předkládají problematiku pokročilých metod vědecké práce a vybraná související téma rouněž s publikováním informací původního, mnohaletého a nezávislého základního multidisciplinárního výzkumu realizovaného v letech 1997-2012, jehož původní výstupy jsou zde částečně odtajněny.

Vědecká veřejnost může čerpat nejen z ušeobecně uznávaných tradičních metod a postupů vědeckou výzkumné práce, prostor je uěnován i metodám alternativním, dále pak specifickým technikám jako jsou modelování, simulace a statistické metody používané u některých vědeckých postupech. Autorský kolektiv použuje text monografie za originální, a u některých směrech, například u akcentu na oblasti alternativních vědeckých metod či systémový přístup k vědeckému zkoumání, možná i za odvážný, což ušak činní tuto publikaci mimořádnou nejen z oblasti výzkumných metod. Vědecká monografie "Pokročilé metody vědecké práce" je proto hodnotná zejména pro takovou cílovou skupinu vědců a badatelů, kteří jsou otevření nové měnícímu se paradigmatu současného poznání. Těm by měla kniha nabídnout - kromě představy jakým způsobem fungují standardní metody a postupy vědeckého zkoumání - i inspiraci pro nové, dosud nevyzkoušené metody a postupy u jejich vědecké práci.

Kniha byla doporučena vědeckou redakcí nakladatelství k uydání.



ISBN 978-80-7259-064-3



9 788072 590643

<http://lsa.vse.cz/kniha>

PROFESS CONSULTING, s.r.o.
Dunajského 261/16, 250 91 Zeleneč



Pokročilé metody vědecké práce



Ilustrace: Umělecká fotografie voskového obrazu Platýz (Brixí 2010)

**Zdeněk Molnár
Stanislava Mildeová
Hana Řezanková
Radim Brixí
Jaroslav Kalina**

POKROČILÉ METODY VĚDECKÉ PRÁCE

PROFESS CONSULTING S.R.O.

prof. Ing. Zdeněk Molnár, CSc.
Úvod, kap. I (mimo podkap. 1.3., 1.4.), kap. II, kap III (mimo podkap. 3.6.),
kap V, Přílohy
doc. Ing. Stanislava Mildeová, CSc.
kap. VI, kap. VII (mimo podkap. 6.1.2., 6.3.)
prof. Ing. Hana Řezanková, CSc.
kap. IX
Ing. Radim Brixí
Předmluva, podkap. 1.3., 1.4., podkap. 3.6., kap. IV, podkap. 6.1.2.,
podkap. 6.3., Anotace, Summary
Ing. Jaroslav Kalina
kap VIII

Pokročilé metody vědecké práce

Zpracováno s podporou EU a projektu OPPA CZ.2.17/3.1.00/34130.
Kniha byla doporučena vědeckou redakcí nakladatelství.

Recenze:

prof. RNDr. Jaroslav Havlíček, CSc.
prof. Ing. Ladislav Buřita, CSc.

Grafická úprava a sazba: Stanislav Halász
Grafický návrh obalu: Pavel Příbramský

© Ing. Radim Brixí

Edition © Profess Consulting, s.r.o.

Tisk: Praha
První vydání, 2012

ISBN 978-80-7259-064-3

Obsah

Obsah.....	5
Životopisy autorů.....	9
Předmluva	11
Úvod.....	12
1. Věda a vědci.....	18
1.1. <i>Co to je věda a kdo jsou to vědci?</i>	18
1.2. <i>Vědecké poznání a vědecké myšlení</i>	19
1.2.1. Teorie poznání.....	19
1.3. <i>Kritické myšlení – vybraná téma</i>	20
1.3.1. Psychická činnost	20
1.3.2. První dojem.....	20
1.3.3. Vlastní názor.....	21
1.3.4. Odstup	21
1.3.5. Pravda.....	22
1.3.6. Víra.....	22
1.3.7. Věda jako víra.....	22
1.3.8. Kritické pohledy na vědu a vědecké metody.....	23
1.4. <i>Relativita ve vědecké práci</i>	23
1.4.1. Problém neúplnosti.....	23
1.4.2. Gödelův teorém a problém vymezení dokazovacího aparátu vůči okolí – Systém axiomů, definic, vět.....	24
1.4.3. Vnímání, měření a vědomí.....	24
1.4.4. Závislé podmínky a předpoklady pro vědecké výstupy a tvrzení	25
1.4.5. Doporučené vybrané osobnostní předpoklady pro vykonávání výzkumné činnosti.....	25
1.5. <i>Řízení znalostí</i>	26
1.6. <i>Přístupy k vědeckému zkoumání</i>	28
1.6.1. Positivistický, konstruktivistický a phenomenologický přístup	28
1.6.2. Normativní versus deskriptivní přístup.....	29
1.6.3. Explanatorní versus exploratorní výzkum	29
2. Výzkumné otázky a hypotézy	32
2.1. <i>Výzkumné otázky</i>	32
2.2. <i>Hypotéza a její formulace</i>	33
3. Metody vědeckého zkoumání	38
3.1. <i>Teorie, metoda, metodologie, metodika a technika</i>	38
3.2. <i>Základní, aplikovaný a akční výzkum</i>	38
3.2.1. Základní výzkum.....	39
3.2.2. Aplikovaný výzkum	39
3.2.3. Akční výzkum	39
3.2.4. Čtyři stupně vědeckého zkoumání	40

3.3.	<i>Empirické metody</i>	40
3.4.	<i>Logické metody</i>	41
3.5.	<i>Indukce a dedukce</i>	42
3.6.	<i>Abdukce</i>	43
3.7.	<i>Kolbův experimentální cyklus</i>	43
3.8.	<i>Kvantitativní a kvalitativní výzkum</i>	44
3.8.1.	<i>Kvantitativní výzkum</i>	44
3.8.2.	<i>Kvalitativní výzkum</i>	45
3.8.3.	<i>Smíšený výzkum – metodologická triangulace</i>	47
3.9.	<i>Spolehlivost a přesnost dat</i>	48
3.9.1.	<i>Vybrané problémy s daty</i>	48
4.	Alternativní metody při vědecké práci (a jejich výzkum)	52
4.1.	<i>Alternativní způsoby nazírání na skutečnost</i>	52
4.1.1.	Metody získávání informací na bázi změněného stavu vědomí	52
4.2.	<i>Realita, vnímání a pravda</i>	58
4.3.	<i>Věda a odklon od duchovna</i>	58
4.4.	<i>Využití alternativních způsobů nazírání ve vědecké práci pro získání informací</i>	59
5.	Specifika výzkumu v oblasti ekonomiky a managementu	62
6.	Systémový přístup k vědeckému zkoumání	68
6.1.	<i>Systémovost ve vědecké práci</i>	68
6.1.1.	Systém a systémová hierarchie.....	68
6.1.2.	Komplexnost.....	71
6.1.3.	Udržitelnost	72
6.1.4.	Objekt a předmět zkoumání	74
6.1.5.	Nezbytnost změn vědeckého myšlení	74
6.1.6.	Variantnost řešení.....	75
6.1.7.	„Myšlení o nástrojích“ versus „myšlení o systémech“	75
6.2.	<i>Systémové myšlení a paradigmata vědy</i>	77
6.2.1.	Změna paradigmatu vědy	77
6.2.2.	Systémové myšlení	78
6.2.3.	Dovednosti systémového myšlení	79
6.2.4.	Vědecké myšlení	81
6.2.5.	Limity systémového myšlení.....	81
6.2.6.	Systemické x systematické x systémové myšlení.....	82
6.3.	<i>Struktury a analogie struktur</i>	82
7.	Modelování a simulační experimenty	86
7.1.	<i>Modelování a simulace</i>	86
7.1.1.	Model	86
7.1.2.	Hranice problému	86

7.2.	<i>Mentální a explicitní (počítačové) modely</i>	87
7.2.1.	Mentální modely	87
7.2.2.	Mentální mapy	89
7.2.3.	Explicitní (počítačové) modely	91
7.2.4.	Znalosti v explicitních modelech	93
7.3.	<i>Pravdivost modelu</i>	95
7.3.1.	Dimenzionální konzistence	95
7.3.2.	Stanovení parametrů	95
7.3.3.	Test extrémních podmínek	96
7.3.4.	Test dynamických hypotéz	96
7.3.5.	Validace a verifikace	96
7.3.6.	Užitečnost modelu	97
7.3.7.	Replikace historických dat	97
7.3.8.	Iterativnost procesu tvorby modelů	98
7.4.	<i>Měl pravdu George P. E. Box?</i>	98
7.5.	<i>Klasifikace modelů</i>	99
7.5.1.	Optimalizační modely	99
7.5.2.	Simulační modely	100
7.5.3.	Simulační experimenty	100
7.5.4.	Zachycení času	101
7.6.	<i>Disciplína systémová dynamika</i>	102
7.6.1.	Model systémové dynamiky	102
7.6.2.	Etapy tvorby modelu	102
7.6.3.	Příčinný smyčkový diagram	104
7.6.4.	Diagram stavů a toků	106
8.	Metody diskrétní simulace jako nástroj vědecké práce	110
8.1.	<i>Diskrétní paradigma a náležitosti modelu</i>	110
8.1.1.	Specifika diskrétní simulace	110
8.1.2.	Subjektivita modelů	111
8.2.	<i>Multiagentní systémy</i>	112
8.2.1.	Agenti	113
8.2.2.	Klasifikace agentů	113
8.2.3.	Oblasti využití agentů a umělé inteligence	114
8.3.	<i>Simulace dynamiky podnikových systémů</i>	116
8.3.1.	Shrnutí a přínosy simulační úlohy	116
8.3.2.	Principy simulační úlohy	117
8.3.3.	Rozšíření úlohy	118
8.4.	<i>Využití diskrétních simulací</i>	119
9.	Statistické metody pro vědecký výzkum	122
9.1.	<i>Příprava dat pro statistickou analýzu</i>	123
9.1.1.	Typy proměnných	123
9.1.2.	Příprava datového souboru	124

9.1.3. Transformace datového souboru	127
9.1.4. Problematika chybějících údajů.....	128
9.2. <i>Metody statistické analýzy</i>	130
9.2.1. Testování hypotéz	130
9.2.2. Dvourozměrná analýza.....	132
9.2.3. Vícerozměrné metody	138
Příloha A – Etika vědecké práce	149
Příloha B – Jak psát odborné vědecké články.....	155
Seznam obrázků	158
Seznam tabulek a příloh.....	159
Literatura.....	160
Rejstřík	166
Summary	170

Životopisy autorů

Zdeněk Molnář

Zdeněk Molnář je absolventem Českého vysokého učení technického v Praze, kde také získal titul kandidáta věd a habilitoval se pro obor ekonomika a řízení. V roce 2000 byl jmenován profesorem. Dlouhodobě se věnuje podnikovým informačním systémům a problematice informačního a znalostního managementu. Vyučoval a vyučuje na ČVUT v Praze, UTB ve Zlíně a VŠE v Praze, kde zejména vede semináře pro doktorandy. Je také členem několika oborových rad pro doktorandské studium. Pod jeho vedením úspěšně obhájilo svoji disertační práci více než dvě desítky studentů. Od roku 2009 je šéfredaktorem vědeckého časopisu Journal of Systems Integration.



Stanislava Mildeová

Stanislava Mildeová je absolventkou Vysoké školy ekonomické v Praze, kde působí jako docentka na katedře systémové analýzy Fakulty informatiky a statistiky. Odborně se zaměřuje na systémovou vědu, především na systémovou dynamiku a systémy pro podporu rozhodování; profiluje se také v oblasti informační podpory ochrany životního prostředí. Je autorka a spoluautorka desítek publikací v českém a anglickém jazyce. Řadu let organizovala pravidelné konference „Systémové přístupy“ a byla editorem sborníků z konference. Jako recenzentka spolupracuje se System Dynamics Society při MIT (USA). Je šéfredaktorkou časopisu Acta Informatica Pragensia, členkou vědecké rady nakladatelství Profess Consulting a redakční rady časopisu Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science.



Hana Řezanková

Hana Řezanková je absolventkou Vysoké školy ekonomické v Praze, kde získala též titul kandidáta ekonomických věd. Od roku 1990 působí na katedře statistiky a pravděpodobnosti Fakulty informatiky a statistiky VŠE. V letech 1998 až 2001 zastávala na této fakultě funkci prodělanky pro pedagogiku, v současné době je zástupkyní vedoucího katedry. V roce 2008 byla jmenována profesorkou. Je dlouholetou členkou výboru a od roku 2009 místopředsedkyní České statistické společnosti. Oblastmi zájmu profesorky Řezankové je zejména analýza kategoriálních dat a shluková analýza.



Radim Brixí

Radim Brixí je absolventem oboru Informační management na Vysoké škole ekonomické v Praze, kde v současné době působí na katedře systémové analýzy Fakulty informatiky a statistiky. Zároveň je vedoucím grantu Laboratoře systémové analýzy hrazeného z evropských fondů OPPA v rámci Centra profesního vzdělávání na téže fakultě. Zaměřuje se na multidisciplinární výzkumnou činnost v oborech, jako jsou informatika, systémová analýza, znalostní a informační management, robotika, psychologie, parapsychologie, alternativní medicína, duchovní směry, exopolitika, různá odvětví z oblasti hudby, komponování, zvuku, médií, kvantové fyziky a radixové medicíny.



Jaroslav Kalina

Jaroslav Kalina absolvoval v roce 2009 obor Informační systémy a technologie na Vysoké škole ekonomické v Praze a v současné době zastává pozici asistenta na katedře systémové analýzy FIS VŠE v Praze. Specializuje se na výuku a výzkum technik konceptuálního modelování pro analýzu, design a řízení podnikových procesů v podnikových organizacích. V současné době spolupracuje na rozšíření metod diskrétní simulace do výuky předmětů v rámci domovského pracoviště. Před nástupem na pozici asistenta na katedře systémové analýzy pracoval v letech 2007-2009 na pozici konzultanta a analyтика podnikových procesů v Datart International, a. s.



Předmluva

Tato vědecká monografie vznikla na základě podpory fondů EU v rámci projektu OPPA CZ.2.17/3.1.00/34130 – Laboratoř systémové analýzy¹.

V knize autoři předkládají pokročilé metody vědecké práce a vybraná téma-ta (viz. úvod knihy), dále zde uvádějí dílčí informace původního, mnohale-teho a nezávislého základního multidisciplinárního výzkumu realizovaného v letech 1997-2012.

Kniha byla doporučena vědeckou redakcí nakladatelství k vydání. Vědecká veřejnost tak může čerpat nejen ze všeobecně uznávaných metod a postupů publikovaných v této knize, ale rovněž i z alternativních metod, které jsou propůjčeny pro vědeckou práci z jiných oborů s doporučením, jak s nimi pracovat pro zachování vědecky konzistentní práce a vědeckých principů. Původní výstupy výše zmiňovaného základního výzkumu jsou v knize částečně odtajněny. Autorský kolektiv považuje text monografie za originální a v některých směrech, například v oblasti uvedených alternativních vědec-kých metod, možná i za odvážný, což však činí tuto publikaci mimořád-nou nejen v oblasti výzkumných metod. Předkládaná vědecká monografie je proto hodnotná zejména pro takovou cílovou skupinu vědců a badatelů, kteří jsou otevření nově měnícímu se paradigmatu poznání.

¹ Webové stránky laboratoře jsou dostupné na adrese <http://lsa.vse.cz/>.



VEDENO ELITNÍ SKUPINOU:
S. Mildeová, R. Brixí, J. Kalina



Praha & EU: Investujeme do vaší budoucnosti



Evropský sociální fond

Úvod

Je dobrým zvykem, že v úvodu autoři představí svoji knihu čtenářům a slíbí jim, že přečtení knihy pomůže k tomu, aby výsledky jejich vědeckovýzkumné činnosti byly rázem kvalitnější a hodnotnější. Hned v úvodu této knihy je však třeba konstatovat, že sebedokonalejší pokročilé a sofistikované metody vědecké práce, stejně tak jako i „tradiční“ mnohokrát osvědčené a prověřené metody vědecké práce nezaručí, že při jejich použití máme ve vědecké práci zaručen úspěch. Věda je lidskou činností, a proto její výsledky závisí především na osobnostních charakteristikách vědců. O osobnostních vlastnostech vědeckého pracovníka je pojednáno v kap. 1.4., ale vzhledem k jejich zásadnímu významu pro úspěch či neúspěch vědecké práce je dobré si je hned v úvodu této knihy zmínit.

Dobrý vědecký pracovník by měl mít zejména následující vlastnosti.

- Musí mít vědecký (investigativní a kreativní) styl myšlení a neustále se ptát „proč?“.
- Musí být posedlý touhou něco nového objevit a musí „vědecký problém chápat jako osobní výzvu“.
- Myslet v souvislostech (kontextu), protože každý se může podívat do slovníku na konkrétní slovíčko, datum v encyklopedii nebo vzoreček v učebnici. „Věda není o memorování“.
- Musí být trpělivý v boji, protože neexistuje nic takového jako „věda snadno a rychle“.
- Musí být optimista, který je odolný proti nezdarům a který je pevně přesvědčen, že se nakonec objeví „světlo na konci tunelu“.
- Musí být přiměřeně (zdravě) skeptický, protože skepticismus je určitý druh postoje k vnímání a myšlenkovému přijímání informací člověkem a měl by zaujímat jedno z předních míst při uvažování vědeckého pracovníka. Skepticismus je účinná zbraň proti „slepé důvěře v jakékoli dogma“.
- Musí neustále pochybovat o tom, zda jde správným směrem, což znamená neustále uplatňovat „zpětnovazební smyčky učení se“.
- Musí být soutěživý, ale nesmí chápat kritiku jako nepřátelství podle hesla „kdo nejde se mnou, jde proti mně“.
- Měl by být otevřený a komunikativní, být argumentačně zdatný, aby byl schopen „obhájit své názory“.
- Neměl by být ješitný a ziskuchtitivý a „nedělat vědu pro slávu a peníze“.

- A v neposlední řadě pro vědce musí být věda zábavou. Vědci nepracují tak usilovně proto, že jsou workoholici, ale protože „věda je pro ně náplní života a zábavou“.

Sedm pocitů při řešení vědeckého problému:

1. entuziasmus (jsme tým a budeme řešit zajímavý a důležitý problém)
2. isolace (ztracení v mlhovině, nikdo nám nepomůže)
3. zájem (objevilo se světélko na konci tunelu)
4. řešení (pustili jsme se do intensivní práce)
5. únava (už to trvá moc dlouho)
6. frustrace (my to snad nikdy nevyřešíme)
7. vítězství (konečně je to hotovo)

Dalším důležitým předpokladem smysluplnosti a účelnosti vědecké práce je jasně formulovaný problém, který je třeba řešit a hlavně mít jasno, koho ten problém tíží a koho tedy mohou zajímat výsledky našeho výzkumu. Jinak děláme „výzkum pro výzkum“ a to nemůže nikoho těšit ani dlouhodobě uspokojovat. Této problematice je věnována kap. 2., kde čtenář najde několik návodů, jak vhodně formulovat tzv. výzkumnou otázku (Research Question). Pro hledání odpovědi na výzkumnou otázku je možno použít resp. kombinovat různé metody (kvantitativní, kvalitativní, indukci, dedukci apod.), což se vzájemně nevylučuje. Naopak zkoumáním problému z různých aspektů a přístupů nám daleko lépe pomůže proniknout do jádra problému a najít to správné řešení.

Říkáme-li, že vědec musí myslet v souvislostech, tak to znamená, že musí myslet systémově. Proto je v knize věnován velký prostor právě problematice systémového přístupu k vědeckému zkoumání. Nejde však jenom o systémové myšlení, ale o využívání modelování a simulačních experimentů pro hledání odpovědí na výzkumné otázky. Této problematice je věnována rozsáhlá kap. 7., která je věnována mentálním a explicitním počítačovým modelům. V té souvislosti je zde znova zdůrazněna problematika znalostí a jejich význam pro tvorbu modelu. V kapitole je řešena otázka pravdivosti modelu, jeho validace a verifikace. Pro soudobou vědu, která je pod neustálým tlakem turbulentního a dynamického, je nesmírně důležitá systémová dynamika, která kombinuje teorie, metody a filozofii pro analýzu chování systémů a představuje tak integrální, multidisciplinární přístup pro modelování systémů.

V návaznosti na kap. 7. se kap. 8. věnuje metodám diskrétní simulace, která je vhodným nástrojem pro studium a experimentální práci v oblasti komplexních systémů a výzkumu nově se objevivších, neočekávaných jevů a skutečnosti (tzv. emergentních jevů).

Věda je především kvantitativní a prediktivní, to znamená, že potřebuje fakta, potřebuje znát odpovědi na otázky „Co?“, „Kdy?“, „Kde?“, „Kolik?“, aby na základě tohoto zjištění mohla nabídnout odpovědi na stejné otázky do budoucnosti. Vhodné a osvědčené nástroje na hledání odpovědí na výše položené otázky nabízejí statistické metody, kterým je věnována kap. 9. V ní se čtenář dozví zejména to, jaké podmínky je třeba splnit pro spolehlivé a relevantní testování svých výzkumných hypotéz, jak si poradit s problémem chybějících a jak odhalovat a hlavně spolehlivě potvrzovat závislosti zkoumaných veličin.

Vědecké zkoumání není ovšem jenom o tvrdých faktech. Ukazuje se, že dnes existují i alternativní způsoby poznávání skutečnosti (univerza) a z toho vyplývající získávání potřebných informací pro hledání odpovědí na výzkumné otázky. Jedná se především o metody založené na bázi změněného stavu vědomí, jako jsou např. meditace, trans, hypnóza či intuice. Uvedené metody dávají vědcům schopnost na jedné straně přistupovat k realitě s kritickým myšlením, na druhé straně s naprostou otevřenou myslí, která nepodléhá předpojatosti, dojmům a očekáváním, či falešným, či neprokázaným představám. Toto je třeba si uvědomit zejména v souvislosti se změnou paradigmatu. A právě problematice využití alternativních způsobů nazírání na získávání informací ve vědecké práci je věnována kap. 4.

V neposlední řadě není třeba zdůrazňovat, že „dělání vědy“ potřebuje lidi, čas a peníze a z toho vyplývá, že je třeba k řešení každého vědeckého problému resp. zadání přistupovat jako k řešení projektu, který vždy musí mít zadáný cíl (výstup), zdroje, které jsou na jeho dosažení k dispozici (lidé, peníze, technologie), a často i čas, když se jedná o vyřešení naléhavého problému se společenskými dopady. Tady opět přijde ke slovu známý Magický trojúhelník (Magická triáda) pro hledání vhodného a hlavně přijatelného kompromisu mezi kvalitou, zdroji a časem. Není možné mít všechny tyto tři veličiny na jejich absolutní nejvyšší hodnotě (kvalitní nebude laciné, rychlé nebude ani laciné ani kvalitní). Je tedy zapotřebí si vždy stanovit dobrý a hlavně reálný časový a věcný plán výzkumu. Při jeho sestavování a následném sledování se neustále objevují otázky související s časem potřebným na vyřešení výzkumného problému a s tím i souvisejících nákladech a to zejména při provádění experimentů či průzkumů. Neustále se musí hledat odpovědi na otázky:

- „Máme už dost dat, abychom mohli na základě nich udělat spolehlivé a relevantní závěry?“,
- „Je nás řešitelský tým dostatečně kapacitně i znalostně vybaven, aby zvládl požadovaný výzkum?“,

- „Koho máme přizvat ke spolupráci na řešení?“,
- „Jsou všichni členové řešitelského týmu vnitřně motivováni k vědecké práci a k úspěšnému vyřešení výzkumného úkolu?“.

Vedle času a nákladů je třetím vrcholem magického trojúhelníku kvalita. Jak se měří kvalita vědy? Každé kvalitě obecně odpovídá určitá (adekvátní) hodnota užitku. Jaký užitek vzniká z vědecké práce? S určením kvality aplikovaného výzkumu by neměly být potíže – pozná se prostě podle toho, jestli se z něj nakonec zrodí nějaký komerčně úspěšný nový výrobek či technologie. Cílem základního výzkumu je dozvědět se něco nového o přírodě, vyřešit nějakou záhadu, a to často bez ohledu na přímé praktické využití takových objevů, čili zvyšuje se hodnota našeho poznání. (viz také kap. 3.2.).

V obecně přijatém světovém konsensu se hodnotí vědecká práce podle publikací, které vzniknou jako „vedlejší produkt“ vědeckého bádání a to speciálně jejich citace. Existují v podstatě dva scientometrické ukazatele pro hodnocení vědecké kvality jednotlivce (případně instituce, skupiny autorů apod.)

- citační indexy (rejstříky) ke sledování citačního ohlasu (počtu citací daného autora). Citační ohlasy slouží pak jako primární zdroj informací ke stanovení významu vědeckých časopisů dle impakt faktoru a dalších měřítek hodnocení časopisů.
- Hirshův index, který má umožnit odstranit problémy spojené s možnou nevyváženou účasti autora na různých článcích (hlavní autor méně citovaných prací či drobný přispěvatel na jednom velmi citovaném článku) a ohodnotit tak jeho „průměrný“ podíl na citačním indexu svých článků.

K tomu, aby vědecká publikace měla šanci být citována, musí být problém, který je v ní řešen, něčím zajímavý a pro čtenáře užitečný, mít pro něj nějakou hodnotu. V té souvislosti je třeba znova zdůraznit, že zajímavost a potřebnost vědecké práce určuje především výzkumná otázka. Na tu by se měl každý vědecký pracovník soustředit dříve, než se vůbec pustí do jakéhokoliv vědeckého bádání.

Pro koho je tato kniha určena? Je určena především pro mladé začínající vědecké pracovníky, aby byli schopni efektivně provádět vědeckou práci. Ale nejen to. Poučení v ní najdou i ti, kteří se již vědecké práci věnují. Těm by měla kniha nabídnout inspiraci pro nové, dosud nevyzkoušené metody a postupy v jejich vědecké práci.

KAPITOLA I

Věda a vědci

1. Věda a vědci

1.1. Co to je věda a kdo jsou to vědci?

Věda je lidskou činností, která je založena na předpokladech obecně uznávaných vědeckou komunitou. Metody a koncepce se ve vědě vyvíjejí tak, jak se vyvíjí a roste tato vědecká komunita. Nicméně jádrem „standardního modelu“ vědy (společné pro všechny vědce a všechny vědy) jsou:

- výzkumné otázky (Research Questions) na které hledá vědec odpovědi,
- hypotézy, kterými si vytváří myšlenkové předpoklady o možných odpovědích na tyto otázky,
- metody vědeckého zkoumání, kterými si potvrzuje nebo vyvrací tyto odpovědi,
- teorie a zákony, kterými zobecňuje výsledky svého zkoumání.

Teorie poznání, zejména vědeckého, řeší základní problém: „Jak vůbec světu rozumíme a jací jsme, že jej můžeme (nějak) poznávat?“ V praxi to potom znamená, že věda resp. vědci (Kuhn, 2008):

- si tvoří své pojmy (vědecký jazyk), pomocí nichž poznávají svět a své poznání sdělují,
- stanovují předpoklady (hypotézy), ze kterých musí věda vycházet a které stojí v základu jejich poznávacích schopností,
- stanovují způsob a pravidla, podle kterých se dobírají poznání (metody vědecké práce).
- Jinými slovy to znamená, že neexistuje univerzální definice vědy, jsou jen definice přijímané v rámci určitého vědního oboru. Definice vědy má tedy sociální charakter: *věda je to, co za vědu považují vědci v daném oboru*.

Každý vědní obor vytváří po jistém vyzrání určité postupy tzv. *paradigmata* (příklady, vzory, modely), jejichž struktura zajišťuje přiměřený či očekávaný výsledek. Vývoj ve vědě se pak děje postupnou či náhlou změnou starých vzorů a způsobů poznání, potom hovoříme o *změně paradigmatu*.

Paradigma je to, co pojí členy vědeckého společenství, a naopak vědecké společenství tvoří vědci, kteří mají společné paradigma.

Kuhn (2008) zavádí v této souvislosti pojem normální věda jako „*výzkum pevně zakotvený v jednom či více minulých vědeckých výdobytcích, které určitá vědecká komunita přijímá, jako základ pro budoucí vědeckou praxi*“.

1.2. Vědecké poznání a vědecké myšlení.

1.2.1. Teorie poznání

Podstatné jméno vědec je odvozeno od slovesa vědět, tj. znát. Proto je důležité se při vědecké práci zabývat i teorií poznání. Teorie poznání neboli epistemologie se snaží najít odpovědi na tyto otázky:

- Co je poznání a jaké jsou podstatné charakteristiky tohoto pojmu?
- Je poznání vůbec možné?
- Jakým způsobem dosahujeme poznání?

Epistemologie a metafyzika tradičně soupeří o fundamentální pojetí zkoumání. Epistemolog se ptá, co víme, metafyzik chce vědět, co existuje. Předpokládáme, že lidé disponují poznáním a na tomto poznání by nás mělo zajímat pouze *poznání, že něco je pravdivé*.

Poznat (jako znát) může znamenat nějakou schopnost/znalost. Tento význam se týká případů, když se o někom řekne, že ví, jak něco udělat. Poznat znamená také být s něčím nebo někým obeznámen a identifikovat něco jako informaci. Existují tedy tři typy poznání, které lze ilustrovat následujícími příklady:

- Poznání prostřednictvím *obeznámenosti*. Tímto způsobem poznáváme objekty světa, naše myšlenky a vjemy, jako bolesti, naše přesvědčení, přátele, rodná města, apod. Např. „Znám svého kolegu Novotného velmi dobře.“
- Poznání prostřednictvím *kompetence*. Tímto způsobem poznáváme, jak něco udělat nebo s něčím zacházet. Např. „Umím německy.“
- *Propoziční poznání*. Předmětem propozičního poznání jsou propozice, které jsou nositeli pravdivostní hodnoty. Tvrzením, že víme, že „něco“, zároveň tvrdíme, že to „něco“ je pravda. Např. „Vím, že hlavním městem Spolkové republiky Německo je Bonn.“

Epistemologie se zabývá povahou poznání a ospravedlněním přesvědčení, neboť pro hledání pravdy a moudrosti je třeba mít kritéria pravdivého poznání a ospravedlňovat naše přesvědčení. Jedním z testů, jak zjistit, zda vím, že moje informace je správná, je, zda dokáži odpovědět na otázku, *jak vím, že je správná*, nebo *jak bych zdůvodnil tvrzení, že to vím*. To je základ kritické diskuse a racionální konfrontace ve vědeckém bádání. Naše poznání musí vykazovat *odolnost vůči protipříkladům*. Když někdo tvrdí, že něco ví, akceptujete jeho tvrzení, pokud dobře odpoví na otázku „a jak to víš?“ Analýza poznání by měla vysvětlit, jak člověk ví, že jeho informace je správná a jak jsou zdůvodněné jeho poznatky.

1.3. Kritické myšlení – vybraná téma

1.3.1. Psychická činnost

V první řadě je třeba mít vždy při vědeckém zkoumání na paměti, že při myšlení vždy používáme vědomí, které je zpravidla přítomno u všech vědců, kteří zpracovávají, analyzují a vyhodnocují určitou zkoumanou problematiku. Právě faktory jako je kvalita vědomí, případně i jeho šíře či zúžení, intelligence, intelekt mají zásadní vliv na celý proces vědecké práce, protože zejména vědomí je vždy přítomný element, který často při procesu vědeckého zpracovávání neuvažujeme, ale může paradoxně jeho vlastnostmi zastiňovat pravdivý pohled na zkoumanou skutečnost. Míra zanesení našeho vědomí dojmy, představami, frekvenčními omezeními smyslů a omezeností vizualizace a objektů, které držíme ve vědomí, ovlivňuje to, s čím mentálně pracujeme a jak o věcech uvažujeme. Bez ohledu na zkoumanou oblast je nutné vždy uvažovat toto primární omezení pro veškerou mentální činnost a snažit se tento fakt reflektovat do procesu zpracování, realizace a vyhodnocení prováděného výzkumu.

1.3.2. První dojem

Lidé často podléhají prvnímu dojmu. Vědecký přístup podléhání dojmům a předpojatost nepřipouští, protože by měl být vědecký pohled nezávislý na dojmech, které pramení z vnitřního uspořádání bytosti a z reakce na okolí. Askeze dojmů je velice účinná pro nezávislou analýzu vnímaných jevů, pokud nechceme sledovat situaci pouze povrchně, ale chceme skutečně proniknout k jádru věci. Květoslav Minařík o tom píše: „*Vidíte-li něco nebo slyšíte či vnímáte, hned vyvstává popud reagovat na to. Jste příjemně nebo nepříjemně dotčeni a následkem toho je vaše přirozenost vrhána do změn. Tomu je třeba zabránit. Snažte se udržovat stejnou náladu odříkáním si všech dojmů*“.
(Minařík, 1995).

Dojmy mohou být hybnou silou ke vzniku určitých hypotéz, které však mohou být neprokázány či vyvráceny zpravidla právě proto, že jsme dali na dojmy, které nás k hypotéze vedly. Pokud má mít vědec skutečný vhled do situace, doporučujeme si dojmy při vědecké práci odpírat, aby bylo možné postřehovat skutečnou podstatu věcí v jejich jádru, nikoliv jen povrchní projev těchto věcí. Doporučujeme zabývat se více důvody, příčinami a motivy, nežli jen projevenými vlastnostmi entit.

1.3.3. Vlastní názor

Udržet si vlastní názor vedlo mnoho vědců, spisovatelů i hudebních skladatelů do ústraní, aby nemuseli čelit názorům či nápadům okolí. Právě důležité vědecké objevy mohou vyžadovat nesmírné nasazení při obhajobě vůči ostatním vědcům zastávajícím původní paradigmata či úroveň současného poznání vůči nově prezentovaným poznatkům.

V současném globálním světě se však pracuje často týmově a prezentované názory a publikace jsou výrazně více dostupné nežli dříve, proto je i povědomí o současné míře poznání ve zkoumaném oboru všeobecně více známé. Čím více originální potenciální objev či teorie má vzniknout, tím více je doporučeno mít pevnou povahu v oblasti vlastního názoru, za předpokladu, že je zjištění správné. Extrémní tvrzení v publikacích výsledků výzkumu v předních světových impakt faktorových časopisech potřebují extrémní důkazy, aby byla publikace akceptována. Extrémní publikace často podléhají nezávislému ověřování třetí stranou v případech, kdy jde o revoluční novinky na poli vědy, než je objev publikován.

1.3.4. Odstup

Opravdový odstup je pro vědce skutečně esenciální záležitostí, pokud má dosahovat nezaujatých vyhodnocení pozorované situace.

Časté problémové aspekty:

Vztah ke zkoumanému a doba trávená nad výzkumem.

Pokud nemá vědec dostatečný odstup, může se stát, že pokud několik let věnuje výzkumu, je jeho osobní úsilí vyvinuté v této věci natolik obrovské, že začne toužit po určitém výsledku jakožto po zadostiučinění k odvedené práci. Je však často situace taková, že desítky let je vžito určitého paradigmata, které se s příchodem určité nové revoluční teorie naprostě změní, a potom může být takový objev pro daného badatele skutečným šokem, pravý odstup mizí a přístup k výzkumu se stává postupně nevědecký, protože pak může převládnout snaha bojovat za své výsledky, přestože nemusí být pravdivé.

Touha po určitém výsledku a podřizování výzkumu svým hypotézám.

Další problémovou situací při organizování experimentů je fakt, že je nutný dostatečný odstup od celé zkoumané problematiky, aby bylo možné sestavit skutečně neutrální scénář výzkumu a experimentů zaručující objektivitu a nezaujatost v celém procesu výzkumu. Je nutné zamezit postupu, který vede k určitým výsledkům, kterých by rád vědec dosáhl, nicméně postup není

dostatečně průkazný. Příkladem může být problematika placebo efektu a užití dvojitého slepého testování.

Pozorování jen projevujících se aspektů a nesledování podstaty a kauzality pozorované situace.

Skutečný odstup a vhled je obzvláště důležitý v situacích, kdy pozorujete jen projev určité situace, avšak její projevy jsou důsledkem velice komplexního kauzálního řetězení příčin a následků. Tento problémový aspekt je třeba obzvláště mít na zřeteli, v měkkých systémech a v situacích, kde přicházíme do styku s člověkem, myslí, chováním apod. Příkladem může být problém stanovení důvodu stupňované agrese. U nízké porodnosti bychom pak např. mohli dospět k závěru, že důvodem je malý počet těhotných žen přicházejících do nemocnice nebo menší počet dvojčat. Kauzalita počtu narozených dětí je však pochopitelně daleko komplexnější. To také souvisí s problémem rozeznání korelace a kauzality.

1.3.5. Pravda

Při vědecké práci je potřeba mít k pravdě dostatečně kritický postoj, být skromný, otevřený a umět v jakémkoliv chvíli připustit, že dosavadní veškeré poznání, které se do této chvíle jeví jako pravdivé, může ve světle nových poznatků celou situaci otočit do zcela nového náhledu na věc. V této situaci je na místě zamyslet se nad tvrzením, že buďto víme vše nebo nic. Tento princip v podstatě velice dobře vystihuje problém neúplnosti poznání a z toho plynoucí možné změny.

1.3.6. Víra

Víra může být chápána v náboženském smyslu, ale v této publikaci se víře (anglicky belief) věnujeme ve smyslu přesvědčení, že něco je skutečné nebo pravdivé.

1.3.7. Věda jako víra

Vědecké postupy a metody jsou také formou víry. Častou chybou je, že se mnozí běžní lidé domnívají, že pokud je něco vědecky podloženo a dokázáno, pak je to pravda. Ve skutečnosti jde však také o víru v postupy a metody, které nás dovádí k závěrům. To je však podmíněno tím, že věříme daným postupům, metodám, vědcům a výzkumům. Často se však v historii stalo, že vědecky dokázané skutečnosti se v čase měnily, avšak lidová moudrost měla stovky let ověřené praktiky, které věda neuměla pochopit ve vší komplexnosti a moudrosti zakódované v určité zkušenosti.

Častým příkladem může být tvrzení vědců, co je pro člověka zdravé (např. chlorovaná voda, čokoláda, mléko, vajíčka, masturbace, studené obklady apod.) nebo lze tento princip ilustrovat na příkladu nepochopení důvodu přikládání pavučin do ran (Krumlovská & Alexa, 1999).

Je proto nutné mít stále na zřeteli, že vědecké výsledky nemají přednostní právo na pravdu, jde jen o víru v určitý pohled na situaci, který je podložen tím, čemu věříme.

1.3.8. Kritické pohledy na vědu a vědecké metody

Jedním z problémů vědy je relativní neschopnost vědecky zkoumat subjektivní vjemy, komplexní a složité situace. Tento problém se tedy přesouvá v neschopnost vědecky analyzovat různé duchovní pravdy a zkušenosti, založené na subjektivních poznáních, natož dané oblasti dokázat či jinak ověřitelným způsobem uchopit. (např. těžko se vědecky uchopuje snaha prozkoumat, jak vidí druhý člověk zelenou barvu, jak procituje emoce, jak prožívá bytí osvícený člověk, jak funguje proces přenášení vědomí, měřit vibrace jiných světů a duchovních bytostí, analyzovat proces reinkarnace ve vztahu k vědomí, nahrát představu druhého člověka či ji nějak smysluplně měřit, popsat princip telepatie apod.) Jelikož nepřítomnost důkazu existence či funkčnosti nějakého fenoménu není důkazem neexistence či nefunkčnosti tohoto fenoménu, staví se věda v podobných odvětvích dosti stranou s případnými závěry, že existence není vědecky prokázána. To však z pohledu jiných plafórem nemusí být přijímáno jako důvod nebo důkaz k určitým závěrům, které vědci na bázi zdravého vědeckého skepticismu publikují.

1.4. Relativita ve vědecké práci

1.4.1. Problém neúplnosti

Pokud máme určitou síť pravidel a vztahů v systému, nemůžeme vynést pravdivý výrok v absolutním měřítku, ale pouze v relativním na bázi vztahů k systému. Doplněním současného stavu systému o novou skutečnost můžeme však dospět k závěrům, které dosavadní zkušenosti a pravidla staví do naprosto jiného světla, a závěry proto mohou být naprosto odlišné při získání nové skutečnosti, o kterou systém doplníme. Tento fakt ukazuje na to, že bez ohledu na dokonalost pravidel a vztahů v systému nejsme schopni prokázat v absolutním měřítku nic do doby, dokud nebude systém úplný. V určitých situacích nám relativní vymezení stačí, a proto je tento princip

vztahů a pravidel používán pro závěry relativně pravdivé, avšak na jistých podmírkách a předpokladech jsou tyto závěry závislé.

1.4.2. Gödelův teorém a problém vymezení dokazovacího aparátu vůči okolí – Systém axiomů, definic, vět

Díky Gödelovým větám o neúplnosti při jejich obeznámení ve vědecké práci musíme čelit problémům a paradoxům spojeným s mírou poznání ve smyslu nemožnosti sestavení systému axiomů, teorií a definic, tak aby byly konsistentní a zároveň kompletní. Následuje krátký úryvek článku z The Epoch Times (2010).

„Společný problém paradoxu

Zatímco filosofie, matematika a fyzika mohou vypadat velmi rozdílné, jelikož sdílí stejně způsoby deduktivního myšlení, mají společné problémy. V každé ze tří oblastí vede snaha o získání úplnosti a celistvosti vědění k rozporům.

Ve fyzice se vědci snažili vyvinout kompletní a celistvou matematickou teorii, která mohla v principu popisovat a předpovídat myriády fyzických jevů. Ale po desetiletích probujovávání se směrem k takovému cíli se v srdci fyziky objevil princip neurčitosti. V mikrokosmu se hmota ukazuje mít dvojaký a necelistvý koncept vln a částic v tom samém čase.

Když se ve formální logice lidé pokoušeli kompletně a celistvě modelovat celou matematiku v axiomatickém formálním systému, Gödel demonstroval, že žádny axiomatický systém se silou modelovat aritmetiku nemůže být jak kompletní, tak celistvý zároveň. Takovýto formální systém musí být buď neúplný, nebo necelistvý. Jestliže takovýto formální systém je kompletní, potom by z něj byla odvozována protichůdná tvrzení, která jsou pravdivá a nepravdivá zároveň.

Generace myslitelů ve filosofii se pokoušely stanovit nejjazší povahu věcí skrze uvažování, domnívajíce se, že logický konsistentní řetězec úvah povede ke korektním závěrům. Nakonec Kant ukázal, že takovéto metafyzické snahy zahrnující čistý rozum a přesahující lidskou zkušenosť nevyhnutelně povedou k rozporům, kde theze a její antitheze jsou stejně tak platné.

Ve všech těchto snahách pokusy dosáhnout absolutní kompletnosti a celistvosti, zdá se, daly vznik pravému opaku. Jediná cesta k vyvarování se paradoxu byla redukovat rámec poznání.“

1.4.3. Vnímání, měření a vědomí

Vnímání vnějšího světa je u každého jednotlivce do určité míry individuální a je frekvenčně omezeno s ohledem na jednotlivé smysly a je tedy neúplné.

Proto je často třeba využít různých zařízení, která měření provádějí, což může vést k přesnějším vstupům při procesu zpracovávání údajů a vyhodnocení stavů ve vnějším světě. Využití techniky k měření umožňuje proces měření automatizovat a eliminovat chybu lidského faktoru v procesu měření. Současné poznatky kvantové fyziky však ukazují na problémy s kvantovou provázaností částic (quantum entanglement), kdy každá částice ovlivňuje ostatní částice v kosmu, což vede automaticky k tomu, že měřené je ovlivňováno procesem měření a vnímání. Není proto možné v absolutní míře zajistit inercialitu systému a neovlivnění systému procesem měření.

Právě vědomí v kontextu dvouštěrbinového experimentu v souvislosti s redukcí stavového vektoru a Heisenbergovým principem neurčitosti ukazují na problémy, které znemožňují přesně změřit stav systému. Není zatím zřejmé, jakou přesnou roli hraje v procesu redukce stavového vektoru vědomí v kontextu rozdílných zákonitostí mikrosvěta a makrosvěta, ale již dnes měřený stav je v nejzákladnější jeho podstatě brán jako závislý na pravděpodobnosti.

1.4.4. Závislé podmínky a předpoklady pro vědecké výstupy a tvrzení

V nejobecnějším měřítku platí relativita a závislost vědeckých výstupů na předpokladech a axiomech. Závěry jsou proto závislé na dočasných podmínkách, které se v čase mění, dříve či později budou jiné. Právě změna je trvalým projevem ve světě a nikdy nejsou k dispozici stejné inerciální podmínky. Z hlediska účastníků výzkumu (jak vědců, tak jakékoliž živé bytosti) a jejich výstupů platí, že jsou pro daného člověka platné vědecké poznatky pouze po dobu jeho života (navzdory tomu, že znova ověřitelnost může ve světě provádět někdo jiný). Proto vědecké pravdy a závěry mají z hlediska života jednotlivce vždy dočasný charakter, přestože jakkoliv užitečné a pravdivé se mohou za doby života jevit.

1.4.5. Doporučené vybrané osobnostní předpoklady pro vykonávání výzkumné činnosti

- Mimořádná trpělivost, nezlomná vytrvalost
- Etické a morální předpoklady (Minařík, 1995)
- Správné motivy k práci
- Odstup
- Nezaujatost a schopnost pracovat s více i protichůdnými přístupy najednou

- Schopnost publikovat
- Tvůrčí schopnosti a kreativita doprovázené s případným uměleckým koníčkem

1.5. Řízení znalostí

Vědec je znalostním pracovníkem, tj. „pracuje“ se znalostmi. Znalosti vytváří, šíří a také využívá. Tento proces práce se znalostmi je v současnosti zahrnován pojmem Knowledge Management resp. řízení znalostí.

Pojem *znanost či znalosti* může být z různých hledisek natolik neurčitý, že snaha o přesnou definici by pro praxi pravděpodobně nebyla užitečná. V češtině máme pro pojem *znanost či znalosti* mnoho synonym jako např. umím, dovedu, jsem schopen něco udělat. Znalosti totiž mají různý význam a hodnotu v různém kontextu, jsou tedy definovány v kontextu jiných informací, vyvíjejí se, nejsou konečné, a proto jsou obtížnější přenositelné než informace.

Obecně je možno konstatovat, že znalost se skládá z celé množiny porozumění, zkušeností a procedur, které lze považovat za správné a pravdivé a které proto vedou k uvažování, jednání a komunikaci lidí. Znalost spočívá v uvažování o informacích a datech za účelem umožnění, řešení problémů, rozhodování a učení se.

Znalosti nejsou informace. Informace jsou jen vstupem do znalostního procesu, tj. účelové koordinaci činností. Vědec si vytváří z informací znalosti:

- *srovnáváním* – V čem se liší informace o dané situaci od informací o situacích, které již znám?
- *odvozováním* – Jaké důsledky má tato informace na moje další vědecké zkoumání?
- *Spojováním* – Jak souvisí tato informace s jinými informacemi?
- *komunikováním* – Co si myslí o této informaci ostatní členové vědecké komunity?

Vědec pracuje se dvěma typy znalostí a to:

Explicitními znalostmi, které se snadno dají vyjádřit formálním a systematickým jazykem, tzn., že je můžeme vyslovit, napsat, nakreslit nebo jinak znázornit. Můžeme je tedy formalizovat např. pomocí formulí, specifikací či manuálů, přenášet, ukládat, sdílet, skladovat. Jsou to znalosti strukturované, jsou snadno komunikovatelné a lze je vyjádřit pomocí dat.

Tacitními znalostmi, které jsou nevyslovitelné, skryté, tiché, nestrukturované, nedají se snadno postřehnout, vyjádřit či vysvětlit. Tacitní znalosti jsou uchovány v hlavě jedince, jsou jeho osobním vlastnictvím, velmi často jsou

skryté v podvědomí a jsou zdrojem kreativity. Jsou spojené s individuální zkušeností, dovedností, činností, intuicí, osobními představami, mentálními modely, emocemi atd. jedince.

Nonaka a Takeuchi (1995) navrhli model procesu tvorby znalostí, který ukazuje přirozenou dynamiku tvorba znalostí a způsobů, jak tento proces efektivně řídit, tzv. model SECI (Socialization, Externalization, Combination a Internalization). Jedná se o spirálu, která charakterizuje kontinuální proces vývoje znalostí, který vede ke vzniku nových znalostí.

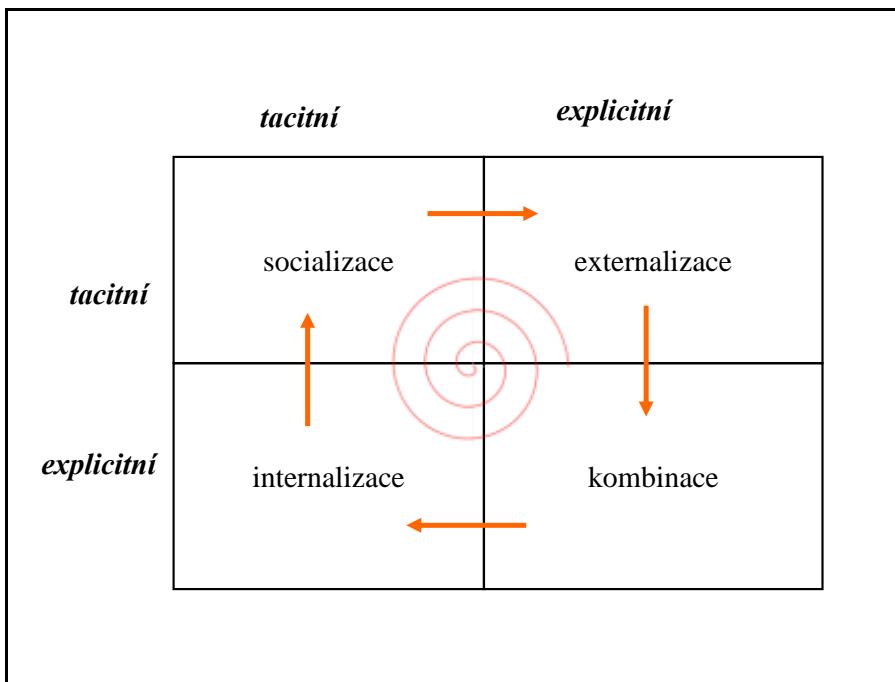
Ústřední myšlenkou modelu je to, že znalost, která je „majetkem“ jednoho člověka, je sdílena s ostatními tak, že vzniká nová znalost. Tímto způsobem v dané komunitě neustále zvyšuje „objem“ znalostí a tudíž i její intelektuální kapitál.

Socializace (tacitní na tacitní) je proces sdílení, tedy přenos a znova vytváření tacitních znalostí pomocí sdíleného poznání. Z pohledu vědecké práce je to vztah „mistra a jeho žáka“. Řídit socializaci je velmi složité. Jejím předpokladem je důvěra, náklonnost a přátelství mezi vědci či členy vědecké komunity.

Externalizace (tacitní na explicitní) je pokus o přepsání tacitní znalosti do explicitní formy. Pokoušíme se ji formalizovat proto, že se s ní pak lépe pracuje a lze ji rozšířit dále mezi vědci a díky tomu se externalizovaná znalost stává základnou pro vznik nových znalostí. Tacitní znalost externalizujeme především formou vědeckých publikací. S přepisem bývají problémy, protože tacitní znalost je příliš svázaná se svým nositelem, s jeho mentálním modelem a s jeho dosavadními zkušenostmi a ne vždy se všechno dá verbálně vyjádřit tak, aby to bylo validní a reliabilní.

Kombinace (explicitní na explicitní) je proces, ve kterém vzniká synergie znalostí, kdy spojujeme často zdánlivě oddělené explicitní znalosti do nové explicitní znalosti, která je širší, systematičtější a komplexnější. Ve vědecké práci se realizuje především v podobě kritických literárních rešerší a analýz, ale také vědeckých konferencí, symposií apod. Kombinace explicitních znalostí obvykle nečiní problémy.

Výše popsaná spirál tvorby znalostí v modelu SECI je ukázána na obrázku 1.1.



Obrázek 1.1: Spirála znalostí SECI

Pro plynulý rozvoj vědeckého poznání ve smyslu znalostní spirály SECI je důležité poznání toho, co „víme“ a co „nevíme“ a proč to nevíme. Je velmi nebezpečné, když je vědec přesvědčen o své znalosti a nemá tudíž „vnitřní“ potřebu dále se problémem zabývat. „*Příčinou objevení kulatosti Země nebyla nezdělanost, ale iluze znalosti toho*“ (Boorstin, 1992). Z hlediska vědeckého poznání existují tedy čtyři známé situace, ve kterých se může vědec nacházet (viz obrázek 1.2).

1.6. Přístupy k vědeckému zkoumání

1.6.1. Positivistický, konstruktivistický a phenomenologický přístup

Positivisté pracují s předpokladem, že celý svět je objektivní realitou. Pak positivista pozoruje tuto objektivní realitu a následně odvozuje (generalizuje) zákonitosti.

Sociální konstruktivismus je skupina sociologických směrů, které tvrdí, že sociální realita není jedinci objektivně dána jako fakt, ale je neustále znovu konstruována v procesu sociální interakce a komunikace. Mezi konstruktivistické směry patří zejména fenomenologie.

Phenomenologický přístup se naopak zaměřuje na subjektivní vnímání (uvědomování si) světa. Každou situaci vidí různí „pozorovatelé“ (výzkumníci) jinak podle momentálních podmínek a „angažovanosti“ pozorovatele v problému. Závisí na individualitě každého výzkumníka, na jeho zkušenostech a také míře jeho zodpovědnosti k výsledkům výzkumu. Phenomenologický přístup tedy mnohem více odpovídá potřebám výzkumu ve společenských vědách.

		Stav znalostí	
		co víme	co nevíme
Stav poznání	víme	vědomá znalost	vědomá neznalost
	nevíme	nevědomá znalost	nevědomá neznalost

Obrázek 1.2: Čtyři možné stavy našeho poznání

1.6.2. Normativní versus deskriptivní přístup

Normativní přístup ke zkoumání systému má deduktivní charakter a vychází z podrobné analýzy a navrhuje teoretické postupy, jak *by to mělo být*. Metodou je analýza a syntéza minulosti, současnosti a predikce budoucnosti.

Deskriptivní přístup ke zkoumání systému má induktivní charakter a je založen na empirickém rozboru již existujících a uskutečněných systémů a *ukazuje, jak to ve skutečnosti je*. Metodou je empirický výzkum.

1.6.3. Explanatorní versus exploratorní výzkum

Explanatorní výzkum vysvětluje a potvrzuje chování či závislosti v systému a snaží se vysvětlit vzory v chování systému, jeho procesech a struktuře. Explanace je pokusem dosáhnout srozumitelnosti a pochopení příčin jevů, faktorů a mechanizmů, které je vyvolávají. Strategie explanace může být induktivní, tj. postupným zkoumáním systému a opakováním doplňováním

a rozšiřováním vzorců dospíváme k žádoucímu poznání, nebo může být použita deduktivní strategie explanace, kdy se snažíme vysvětlit chování systému aplikací některým ze „známých“ vzorců.

Exploratorní výzkum hledá a popisuje, jak se systém chová, či jaké jsou v něm závislosti. Exploratorní výzkum je prováděn za účelem získání lepšího povědomí o tom, co se děje a proč se to děje, čili provádí se za účelem stanovení hypotéz. Základem je popis a utřídění problému či situace, tedy deskripce a klasifikace, který obyčejně začíná „zeširoka“, ale jak průzkum postupuje, tato deskripce a klasifikace se zpřesňuje.

KAPITOLA II

Výzkumné otázky a hypotézy

2. Výzkumné otázky a hypotézy

2.1. Výzkumné otázky

Základem a východiskem pro každé vědecké zkoumání je existence výzkumných otázek (Research Questions). Je důležité, aby výzkumné otázky byly kladený tak, abychom na základě nalezení odpovědí na ně naplnili cíle svého výzkumu. Výzkumná otázka identifikuje problém, který bude zkoumán.

Dobré výzkumné otázky většinou začínají obecným problémem, který je postupně zužován na zcela konkrétní téma zkoumání. Tento úzce vymezený pohled pak soustředí náš zájem na určitou oblast nebo záležitost.

Otzáka může být typu otázky CO?, PROČ? a JAK? a pokládáme je obyčejně v tomto pořadí, protože dříve, než můžeme něco vysvětlit, musíme vědět, co se děje, a než rozhodneme o nějakém zásahu, abychom něco změnili, musíme vědět, proč se to chová tak, jak se to chová.

Explorace předchází deskripcí a deskripce předchází explanaci nebo predikci. Otázky CO? jsou zaměřeny především na strukturu (kategorizaci a identifikaci), objevování výskytu a popis charakteristik nějakého jevu nebo systému. Např. se můžeme ptát „*Co to je hodnotově orientované řízení inovací?*“, nebo „*Co to je hospodářská krize?*“

Otzáky typu PROČ? se ptají na příčiny nebo důvody existence určitých vlastností a směřují k vysvětlení nebo pochopení vztahů mezi událostmi či procesy, např. „*Proč, když hodím kámen do vody, se dělají kola?*“, nebo „*Proč vznikají hospodářské krize?*“

Otzáky JAK? se zabývají přinášením změn, praktickými výsledky a zákroky, které směřují k predikci systému. Pak se také ptáme JAK? „*Jak určit resp. vypočítat oběžnou dráhu družice?*“ nebo „*Jak je možno zabránit vzniku hospodářských krizí?*“

Otzáky typu CO?, PROČ? a JAK? Mohou být často doplněny otázkami typu KDY? a KDO? a tím vznikne úplný tzv. *investigativní pentagram*.

Otzáky by neměly být příliš rozsáhlé ani by jich nemělo být moc. Je tu také problém vzájemně závislých otázek tj. takových otázek, u kterých nalezení odpovědi na jednu z nich je zároveň i odpověď najinou otázku.

V otázkách by se neměla vyskytovat slova resp. fráze vágní a neurčité, i když v první fázi formulace otázek k tomu může docházet. Otázka by měla být formulována už s výhledem na formulaci hypotézy, pomocí které budeme na otázku hledat odpověď, jinými slovy musíme otázky postupně zpřesňovat resp. zužovat tak, abychom byli schopni stanovit veličiny, podle kterých

budeme moci „operačně“ rozhodovat o tom, zda hypotéza je pravdivá či nepravdivá (viz dále v kapitole Hypotézy).

2.2. Hypotéza a její formulace

Je všeobecně známá a prověřená pravda, že „*otázka správně položená je z poloviny zodpovězena*“. Jinými slovy při kladení otázky máme již v hlavě jakousi představu o možné odpovědi, která je výsledkem našeho dosavadního stavu poznání, zkušenosti, invence, kreativity, komunikace s kolegy (vědeckou komunitou). Tuto odpověď můžeme nazývat hypotézou².

Hypotéza je domněnka, podmíněně pravdivý výrok o vztahu mezi dvěma či více jevy, o existenci nějakého faktu, fenoménu, procesu... a jejich příčinách, o jejich změnách atd. V empirickém výzkumu musí vycházet ze znalostí o problému, jinak řečeno z vytváření konceptuálního rámce zkoumání. Svou formulací předjímá určitý stav (vztah mezi znaky apod.), který je možné zjišťovat a zkoumat, empiricky ověřovat. (Chráska, 2007). Hypotéza představuje předběžné tvrzení, představu o vztahu mezi zkoumanými proměnnými a s tím související předpoklad budoucího chování systému.

Při formulaci hypotéz bychom se měli držet určitých zásad (Pavlica a kol., 2000)

- měla by být formulována stručně, jednoznačně, logicky jednoduše
- měla by být formulována ve formě oznamovací věty, nejčastěji implikace
- měla by být ověřitelná, tj. všechny proměnné musejí být definovány operacionálně
- měli bychom se vyhýbat slovům, která vyjadřují osobní a kulturní soudy či preference
- za hypotézu by neměla být vydávána definice nebo neurčité tvrzení

² Hypotéza = předpoklad, domněnka, navržená teorie, konstatování opírající se o naše domněnky či tentativní (pokusný, nezávazný) výrok o vztazích mezi dvěma nebo více pozorovanými nebo nepozorovatelnými jevy/proměnnými (viz <http://www.slovník-cizích-slov.cz>)

Zásada, že méně je často více, by měly být uplatňována i při volbě počtu výzkumných otázek. Je-li jich formulováno příliš mnoho, pak se snadno stane, že se úplně vytratí hlavní smysl a účel výzkumu. Tak např. v jedné disertaci, která se zabývala auditem, a hodnocením IS v bankách bylo formulováno bez ladu a skladu celkem 29 výzkumných otázek, které se snaží najít odpověď prakticky na všechno možné, co nějak souvisí s auditem a hodnocením IS v bankách bez rozlišení toho, co je opravdu tím zásadním problém kvality a efektivnosti IS v bankách.

V takovém případě je nutné provést *modelovou kategorizaci* (viz dále v kapitolách o modelování) a teprve na základě této modelové kategorizaci formulovat v příslušné struktuře.

Ponecháme na čtenáři, aby se sám pokusil kategorizovat a strukturovat níž uvedený seznam výzkumných otázek:

- Jaká je úloha a význam IS v dnešních bankách?
- Jak kvalita IS bank ovlivňuje hospodaření bank?
- Jak kvalita IS ovlivňuje produktivitu bankovních činností?
- Jak kvalita IS bank ovlivňuje rizikový profil bank?
- Jak IS ovlivňuje inovační potenciál a konkurenceschopnost bank?
- Jaká je ekonomická hodnota informace a IS z pohledu bank?
- Jak kvalita auditu IS bank ovlivňuje kvalitu vlastního IS bank?
- Jaké je postavení a význam auditu IS v kontextu ostatních typů auditu?
- Jaká je role interního vs. externího vs. regulatorního auditu IS bank?
- Jaká je role a smysl „informačního auditu“?
- Co je smyslem a přidanou hodnotou auditu IS bank?
- Jaké jsou hlavní předpoklady k dosažení efektivity (maximalizace přínosů) při provádění auditu IS bank?
- Jak nejlépe plánovat auditní akce zaměřené na IS bank?
- Na co (scope) by se měl audit zaměřit?
- Jaká je optimální hloubka auditu IS v bankách?
- Jak lze k auditu přistupovat (techniky, metody, postupy)?
- Jaké jsou výhody/nevýhody jednotlivých auditních přístupů?
- Jak ovlivňují specifické podmínky (v bankách) použité metody a postupy auditu?
- Jaká je vhodná periodicitu?
- Jak ovlivňuje dodržování auditorských zásad kvalitu auditu IS bank?
- Jaká je úloha lidského faktoru pro porozumění a využití výstupů auditu?
- Jaká je vhodná forma výstupů auditu IS bank?
- Co ovlivňuje prezentaci výsledků auditu auditované osobě?
- Jaká je hodnota výstupů auditu IS bank a co ji ovlivňuje?
- Jak zajistit jednoznačné a objektivní hodnocení auditovaných oblastí?
- Jaká volit hodnotící kritéria?
- Jaké nástroje zajišťují jednoznačné a objektivní hodnocení?

Největší problém s formulací hypotéz bývá v respektování požadavku operacionalizace, tj. ve stanovení veličiny (ukazatele), podle které budeme rozhodovat, že hypotéza je potvrzena nebo vyvrácena. Tato veličina může být kvantitativní či kvalitativní. Podle toho se pak volí příslušné metody zkoumání (viz dále Metody vědeckého zkoumání).

Zde uvádíme pár typických případů vhodné či nevhodné formulace hypotézy.

H1: Opakovaným zlepšováním řešení s cílem zkrátit ujetou vzdálenost dojde k dlouhodobému zhoršení řešení z hlediska původního cíle, tj. minimalizace času potřebného k obsloužení všech zákazníků. *Tato hypotéza se dá vcelku snadno potvrdit či vyvrátit experimentálními výpočty.*

H2: Sofistikované aplikace typu Business Intelligence (BI) mohou být ekonomicky prospěšné malým a středním podnikům formou podpory manažerského rozhodování. *Tato hypotéza je zcela vágní, protože je tu velký problém s použitím formulace „mohou být prospěšné.“*

H3: Modely založené na agentech, které zahrnují prostorové faktory, tj. různé dopravní situace, jsou více úspěšné a běžnější, než modely bez těchto faktorů. *Tuto hypotézu je možno operacionalizovat tak, že budeme zkoumat počty citací resp. implementací.*

H4: Vnitropodnikové zdroje by v oblasti CRM měly být alokovány a využívány v kontextu nabízených služeb CRM a to takovým, který přispívá k celkové hodnotě portfolia vztahů se zákazníky. *Tato hypotéza se dá potvrdit či vyvrátit prokázáním souvislostí mezi vnitropodnikovými zdroji a hodnotou portfolia zákazníků.*

H5: Pro aplikaci hodnotově orientovaného přístupu k řízení inovace CRM je nezbytné vymezit vlastní oblast hodnotově orientovaného řízení inovace CRM a navrhnout model, který by takové řízení inovace CRM podpořil. *U této hypotézy, by bylo třeba prokázat, že pro hodnotové řízení inovace CRM není možné dosáhnout jinak, než pomocí modelu.*

H6: Malé a střední výrobní podniky neprovádí formalizovanou analýzu rizik s ohledem na informační aktiva. *Tato hypotéza se dá prokázat či vyvrátit průzkumem v malých a středních podnicích.*

H7: IT manažeři mají jen rámcovou znalost důležitosti jednotlivých informačních aktiv bez schopnosti stanovit pořadí důležitosti. *Tato hypotéza se dá potvrdit či vyvrátit strukturovanými rozhovory s manažery.*

Stylizace hypotézy by měla napovědět, jakým způsobem bude výzkum realizován, resp. jakými metodami hypotézu potvrdíme či vyvrátíme. Je to problém především operacionalizace (operační definice) hypotézy, podle které jsme schopni ověřit platnost či neplatnost hypotézy, tj. při její formulaci už musíme mít představu o metrikách, které pro potvrzení či vyvrácení hypotézy použijeme. Tady je zásadní problém při použití kvantitativních či kvalitativních metod zkoumání.

KAPITOLA III

Metody vědeckého zkoumání

3. Metody vědeckého zkoumání

3.1. Teorie, metoda, metodologie, metodika a technika

Teorie je „vědecky konsistentní výklad, soubor pravidel nějaké oblasti vzniklý na základě systematického seskupování vzájemně souvisejících koncepcí a principů, které dávají rámec nebo vzájemně spojují významnou oblast znalostí“ (Petráčková a kol., 2001).

Metodologie je disciplína, která se zabývá metodami, jejich tvorbou a aplikací, naukou o vědeckých metodách v určité oblasti zkoumání, čili zabývá se výkladem metod určitého vědního oboru. Pod vlivem angličtiny se v češtině tento pojem nesprávně používá i pro metodiku (viz níže). Podle Beneš (2005) se tím však ztrácí důležitý rozdíl mezi *metodami* jako nástroji vědeckého bádání a *metodologií* jako reflexí o vhodnosti či použitelnosti těchto nástrojů. Úlohou metodologie je zejména systematické vytváření, formulace a řazení metod, kritické posouzení předností a nedostatků různých metod, jejich možností a omezení a diskuse vhodnosti metod pro daný účel nebo zkoumání.

Metodika představuje souhrn doporučených praktik a postupů pro vykonání nějaké činnosti, například nauka o metodách vědecké práce. Ve vývoji software metodika představuje souhrn doporučených praktik a postupů, pokrývajících celý životní cyklus vytvářené aplikace. Pro řešení dílčích problémů mohou být v rámci nasazení metodiky uplatněny specifické postupy – metody.

Metoda v původním významu znamená „cesta někam“. Metoda je vědomý a plánovitý postup jak dosáhnout nějakého teoretického i praktického cíle. Pro úspěšnou realizaci cílů disertační práce může být využito více metod v souvislosti s realizací dílčích cílů. Vždy je třeba uvést ale jak a kde konkrétně a proč byla určitá metoda použita.

Technika resp. postup je souhrn pracovních postupů a prostředků vycházející z principů a zásad metody. Jsou v podstatě zásady, určující jak provádět metody, čili jak dosahovat požadovaných výsledků. Techniky vycházejí z teorie a umožňují lidem vykonávat příslušné činnosti nejfektivněji. (např. rozpočetnictví, síťové plánování apod.)

3.2. Základní, aplikovaný a akční výzkum

Výzkumem nazýváme to, co dělají vědci s použitím svých vědeckých metod, přičemž rozlišujeme dvě kategorie výzkumu:

3.2.1. Základní výzkum

Základní výzkum není zaměřen na hledání určitého konkrétního výsledku. Je motivován hlavně zvědavostí. Vědec obvykle neví, co hledá, neví, jak to najít, a někdy ani neví, proč to vlastně hledá. Jeho hlavní zaměření je na teorii, která může, ale také nemusí mít nějaký praktický dopad. V zásadě existují tři formy teoretického výzkumu

- *Objevování*, ke kterému dochází, když se na základě empirického výzkumu objeví zcela nová myšlenka nebo vysvětlení, která má revoluční dopad na změnu myšlení resp. nazírání na určitou oblast. Objevování je řídké a nepředvídatelné.
- *Invence*, v důsledku které je vytvořena nová technika, metoda nebo myšlenka související s řešením určitého problému.
- *Reflexe*. To je situace, kdy existující teorie, technika, nebo myšlenka je zkoumána v jiných podmínkách.

Klíčovou charakteristikou základního výzkumu je to, že jeho výsledky jsou otevřeně šířeny prostřednictvím knih, vědeckých článků, konferencí, které jsou určeny převážně pro akademické pracovníky.

3.2.2. Aplikovaný výzkum

Na rozdíl od základního výzkumu víme, co a proč chceme, ale nevíme, jak to udělat. I když teorie hraje v aplikovaném výzkumu určitou roli, nejdůležitější je zde její možná aplikace. Většina vědců, kteří pracují v aplikovaném výzkumu a hledají odpovědi na určité otázky, hledá metody řešení problémů a způsoby řízení určitých jevů. Aplikovaný výzkum je více zaměřený na určitý cíl, na vyřešení určitých problémů a obyčejně je realizován organizacemi, které formulují dané problémy, hodnotí kvalitu a využitelnost výsledků a také jsou za jejich řešení ochotny zaplatit. Aplikovaný výzkum je převážně realizován formou doktorských disertačních prací, ve kterých disertant nachází odpovědi nejen na otázky CO? a JAK?, které jsou určeny pro zadavatele, ale také odpověď na otázku PROČ?, která je určena akademické obci a být motivací pro základní výzkum

3.2.3. Akční výzkum

Jak sám název napovídá, jde o výzkum zaměřený na jednání (akci) zaměřené na řešení nejrůznějších organizačních problémů, který je realizován řadou událostí a činností (Shepard, 1960).

Je to proces systematického sběru dat o fungování zkoumaného systému ve vztahu ke stanoveným záměrům a cílům, proces zpracování těchto dat

v rámci systémové zpětné vazby, jehož výsledkem je obvykle plán dalších akcí zaměřený na změnu vybraných systémových proměnných. Vlastní proces implementace plánovaných akcí vycházející ze společně zformulovaných hypotéz a navazující proces evaluace výsledků realizovaných akcí założený na sběru dalších dat atd.

3.2.4. Čtyři stupně vědeckého zkoumání

V průběhu řešení nějakého vědeckého problému obyčejně procházíme čtyřmi stupni.

- *Reporting* založený na pouhé statistice není výzkum, protože obyčejně neobsahuje odvození závěrů, i když pečlivý a rozsáhlý sběr dat může přinést nové poznání, např. u klinického výzkumu objevením hledaných korelací mezi symptomy a diagnózou.
- *Deskripce* se snaží objevit odpovědi na otázky „Kdo?, Co?, Kdy?, Kde? a Jak? se stalo. Deskripce má charakter exploratorního výzkumu.
- *Explanace* je přirozeným následovníkem deskripce, protože se snažíme odpovědět na otázku „Proč se tak stalo a jakým způsobem?“ je tedy možno ovlivnit budoucí chování systému.
- *Predikce* je nejdůležitějším a také nejvyšším stupněm vědeckého zkoumání, kdy se snažíme odpovědět na otázku „Co se stane když...?“, resp. „Jak se bude systém chovat za určitých podmínek?“ V této fázi vědeckého zkoumání je třeba zodpovědně posuzovat dopad žádoucích (řízených) či nežádoucích (neřízených) změn k jedincům, organizacím, institucím a společnosti jako celku a to jak z hlediska sociálního, ekonomického či ekologického. Zde je třeba vzít v úvahu společenskou odpovědnost

3.3. Empirické metody

Metody empirické jsou založeny na bezprostředním živém obrazu reality. Do těchto metod se zahrnují takové metody, v nichž se odraz jevů uskutečňuje prostřednictvím smyslových počitků a vjemů zdokonalovaných úrovní techniky. Jedná se tedy o metody, kterými je možno zjistit *konkrétní jedinečné vlastnosti* nějakého objektu či jevu v realitě. Obyčejně jsou tyto metody rozděleny do podskupin podle způsobu jejich realizace a to na:

- pozorování,
- měření,
- experimentování.

Z hlediska realizace výzkumu můžeme rozdělit empirické metody na:

- *Experimentální metody* jsou skupinou technik používaných při vědeckém výzkumu v technických a přírodních vědách.
- *Neexperimentální metody*. Nejčastěji se jedná o metody, které jsou užívány při výzkumech sociotechnických systémů v oblasti společenských věd:
 - *Historický výzkum* je přímé dotazování lidí a zkoumání historických přehledů a biografií o jevech a událostech v minulosti za účelem pochopení současnosti a předpovědi budoucnosti.
 - *Průzkum* je přímé dotazování dostatečně velké skupiny lidí za účelem vysvětlení problémů a jevů, které se odehrávají v současnosti.
 - *Případové studie* vysvětlující problémy a jevy jak v minulosti, tak i v současnosti, které se udaly/dějí v jedné organizaci (*single case study*), nebo v celé skupině/třídě organizací (*comparative case study*).
- *Quasi experimentální metoda – akční výzkum* je proces systematického sběru dat o fungování systému v relaci ke stanoveným záměrům a cílům včetně sběru dat v rámci systémové zpětné vazby za účelem plánování akcí na základě formulovaných hypotéz.

3.4. Logické metody

Metody logické, které zahrnují množinu metod využívajících principy logiky a logického myšlení. Patří k nim trojice „párových metod“:

- abstrakce – konkretizace,
- analýza – syntéza,
- indukce – dedukce.

V praxi konkrétního vědeckého výzkumu se tyto metody vzájemně doplňují, kombinují a samozřejmě ve svém účinku překrývají a tím vytvářejí i určitou synergii.

Abstrakce – konkretizace

Abstrakce je myšlenkový proces, v jehož rámci se u různých objektů vydělují pouze jejich podstatné charakteristiky (nepodstatné se neuvažují), čímž se ve vědomí vytváří model objektu osahující jen ty charakteristiky či znaky, jejichž zkoumání nám umožní získat odpovědi na otázky, které si klademe.

Konkretizace je opačný proces, kdy vyhledáváme konkrétní výskyt určitého objektu z určité třídy objektů a snažíme se na něj aplikovat charakteristiky platné pro tuto třídu objektů.

Analýza – syntéza

Analýza je proces faktického nebo myšlenkového rozčlenění celku (jevu, objektu) na část. Je to rozbor vlastností, vztahů, faktů postupující *od celku k částem*. Analýza umožňuje odhalovat různé stránky a vlastnosti jevů a procesů, jejich stavbu, vyčleňovat etapy, rozporné tendenze apod. Analýza umožňuje oddělit podstatné od nepodstatného, odlišit trvalé vztahy od nahlidých.

Při analýze postupujeme logicky systémem „shora dolů“. Problémem je do jaké úrovně podrobnosti (granularity) analýzu provést, abychom si již byli jisti, že jsme dostatečně poznali chování a charakteristiky prvků a jevů v systému.

Syntéza znamená postupovat od části k celku. Dovoluje poznávat objekt jako jediný celek. Je to spojování poznatků získaných analytickým přístupem. Syntéza tvoří základ pro správná rozhodnutí.

Oba myšlenkové pochody (analýzu a syntézu), podobně jako abstrakci a konkretizaci, nelze chápat odděleně, izolovaně. Je důležité důmyslně rozebírat jev na menší složky a z nich potom sestavit celek. Syntéza logicky probíhá zdola nahoru, není to však pouhé skládání jednotlivých částí, ale je to činnost odhalování nových vztahů a zákonitostí.

3.5. Indukce a dedukce

Deduktivní přístup vychází z *positivismu*, nejprve, na základě teorie, *formuluje hypotézy* a pomocí logického uvažování a již známých faktů testuje tuto hypotézu. K tomu využívá především kvantitativní data. Deduktivní přístup bývá často realizován průzkumem pro odhalování kauzálních vztahů mezi proměnnými.

Induktivní přístup, který je typický pro sociální vědy, vychází z *konstruktivismu* a pracuje především z kvalitativních dat. Sběru dat se využívá k získání několika různých pohledů na daný problém (v závislosti na účelu zkoumání). Na základě zjištěných poznatků se *vytváří hypotézy*, které se následně testují za účelem zobecnění a tím i vzniku „nové“ teorie. Induktivním přístupem bývají spojovány případové studie pro řešení otázek „proč“ a „jak“ a vyžaduje hlubší pochopení daní problematiky. Často se jedná o *explorativní (mapující) výzkum*, pak není zvykem na začátku práce stanovovat

hypotézy. Ty mohou být naopak jedním z výstupů práce, jako východisko pro navazující výzkum.

Indukce je proces vyvozování obecného závěru na základě poznatků o jednotlivostech. Indukce zajíšťuje přechod od jednotlivých soudů k obecným. Induktivní závěr lze považovat za hypotézu, protože nabízí vysvětlení, i když těchto vysvětlení může být v praxi více. Závěry induktivních myšlenkových pochodů jsou vždy ovlivněny subjektivními postoji (zkušenostmi, znalostmi) a mají proto omezenou platnost.

Indukce se objeví všude tam, kde pozorujeme nějaký fakt (jev, vlastnost) a ptáme se „*Proč to je?*“ Pro získání odpovědi si vytvoříme předběžné (nezávazné) vysvětlení (hypotézu) a tato hypotéza je přijatelná, jestliže nám vysvětlí, proč daný jev nastal.

Dedukce je způsob myšlení, při němž od obecných závěrů, tvrzení a soudů přecházíme k méně známým, zvláštním. Vycházíme tedy ze známých, ověřených a obecně platných závěrů a aplikujeme je na jednotlivé dosud neprozkoumané případy. Dedukce je proces, ve kterém testujeme, zda vyslovená hypotéza je schopna vysvětlit zkoumaný fakt.

Bohužel imponující nezvratnost deduktivních důkazů je však dosahována za cenu toho, že nic nevypovídají o reálném světě. Proto má dedukce význam jen jako článek myšlenkového řetězce, ve kterém se uplatňují i jiné typy myšlení (viz Kolbův cyklus dále).

3.6. Abdukce

- Selektivní
- Kreativní

Abdukce je vedle indukce a dedukce dalším typem úsudků. Jde o takový typ úsudků, při nichž vytváříme hypotézy pro pozorované jevy. Při tom jde většinou o redukci z několika možných vysvětlení. Tento typ abdukce je většinou nazván *selektivní abdukcí*. Vedle selektivní abdukce je známa také *kreativní*, která vytváří možná vysvětlení (Pstruzina, 2002).

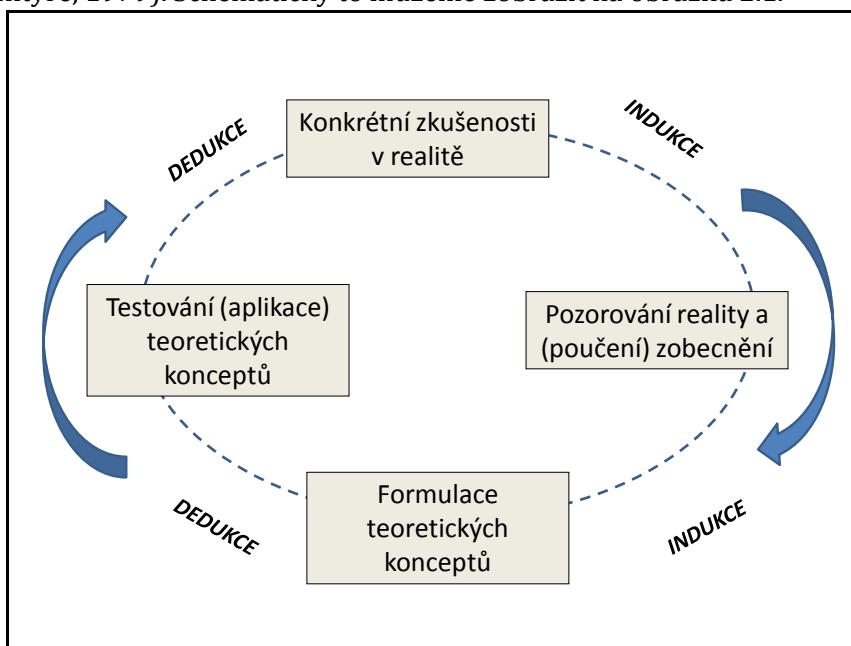
3.7. Kolbův experimentální cyklus

Dedukce začíná formulací teoretických poznatků získaných většinou studiem abstraktních systémů a přes jejich testování v realitě se získají nové znalosti a zkušenosti. Indukce naopak vychází právě z této konkrétní zkušenosti a jejím opakováním pozorováním (měřením) se dospěje k formulaci

obecných konceptů, teorií a generalizací, které vysvětlují minulé zkušenosti a předpovídají budoucí chování systému.

Indukce a dedukce se používají sekvenčním způsobem tzv. „*double movement of reflective reasoning*“ (Cooper, 1995). Začínáme otázkou „Proč se něco děje tak, jak se to děje?“ a indukcí vyslovujeme předběžnou hypotézu. Tato hypotéza je přijatelná, když dostatečně uspokojivě vysvětluje fakt, na který se ptáme. Dedukcí potom testujeme tuto hypotézu, zda má obecnou platnost. Indukce a dedukce mají tedy sekvenční vztah.

Metoda indukce a dedukce spolu velmi úzce souvisejí a často se v konkrétním výzkumu vzájemně doplňují, resp. kombinují. Tuto souvztažnost dobře vystihuje tzv. Kolbův experimentální cyklus (Kolb, Rubin & McIntyre, 1979). Schematicky to můžeme zobrazit na obrázku 2.1.



Obrázek 3.1: Kolbův experimentální cyklus

3.8. Kvantitativní a kvalitativní výzkum

3.8.1. Kvantitativní výzkum

Kvantitativní výzkum spočívá v analýze dat, která mohou být získána buď přímým pozorováním (např. zjišťováním cen výrobků v prodejnách, nebo měřením času potřebného pro vyhledání relevantních webových stránek odpovídajících zadámu dotazu), nebo dotazováním (prostřednictvím výkazů, dotazníků, či rozhovorů). Zjištěná data jsou hodnoty proměnných ve-

ličin (dále jen *proměnných*). Ty jsou obvykle buď *kvantitativní* (cena výroby, zjištěný čas), nebo *kvalitativní* (typ výrobku, typ internetového vyhledávače). V některých případech je obtížné zjistit kvantitativní údaj přesně (odhad ročních výdajů domácnosti na potraviny), proto dotazovaní respondenti vybírají z nabízených intervalů takový, v nichž by se zjišťovaná hodnota měla nacházet. Tyto intervaly se obvykle označují pořadovými čísly. Proměnná, která je obsahuje, se nazývá *ordinální (pořadová)*. Na rozdíl od kvantitativní proměnné nemůžeme hodnoty sčítat, takže nelze počítat průměr ani jiné charakteristiky, stejně jako je tomu u kvalitativních proměnných. Přesto však pro analýzu kvalitativních a ordinálních proměnných můžeme použít kvantitativní metody: lze zjišťovat četnosti výskytu jednotlivých kategorií (intervalů výdajů, typů výrobků), sledovat závislost dvou a více proměnných (zkoumat, zda interval ročních výdajů domácnosti na potraviny závisí na typu domácnosti), aplikovat statistické metody určené pro kombinace kvantitativních a kvalitativních proměnných (pro zkoumání, zda čas potřebný na vyhledání webových stránek závisí na typu internetového vyhledávače, nebo modelování možnosti domácnosti realizovat týdenní dovolenou mimo domov v závislosti na různých faktorech, např. na výši příjmů domácnosti a charakteristice osoby v čele). Podrobněji je o typech proměnných a možnostech jejich analýzy pojednáno v kap. 9. Statistické metody pro vědecký výzkum.

Logika kvantitativního výzkumu je *deduktivní*. Na začátku je problém existující bud' v teorii nebo v realitě. Tento problém je „přeložen“ do pracovních hypotéz. Ty jsou pak základem pro výběr proměnných. Výstupem je potom soubor přijatých nebo zamítnutých hypotéz. Kvantitativní výzkum vyžaduje silnou standardizaci (*ceteris paribus*), která zajišťuje *vysokou reliabilitu*. Silná standardizace vede nutně k silné redukci informace. Respondent místo toho, aby plně popsal svoje mínění (zkušenosti), je omezen na volbu jedné kategorie z nabídnutého, často velice malého, souboru kategorií. To nutně vede k *nízké validitě*. Podrobněji o kategorizaci kvantitativních veličin a o testování hypotéz při kvantitativním výzkumu je pojednáno v kap. 9. Statistické metody pro vědecký výzkum.

3.8.2. Kvalitativní výzkum

Cílem kvalitativního výzkumu je *vytváření nových hypotéz*, (Disman, 2002) nového porozumění, *nové teorie*. Logika kvalitativního výzkumu je tedy *induktivní*. Kvalitativní výzkum je proces hledání.

„*Kvalitativní výzkum je proces hledání porozumění založený na různých metodologických tradicích zkoumání daného sociálního nebo lidského problému.*

Výzkumník vytváří komplexní (holistický) obraz, analyzuje různé typy textů, informuje o názorech účastníků výzkumu a provádí zkoumání v přirozených podmínkách. (Creswell, 2008)

Na začátku výzkumného procesu je pozorování, sběr dat. Pak výzkumník pátrá po pravidelnostech existujících v těchto datech, *pátrá po významu těchto dat*, formuluje předběžné závěry a výstupem mohou být nově formulované hypotézy. Výzkumník si vytváří komplexní obraz o realitě tím, vyhledává a analyzuje jakékoli informace, které přispívají k osvětlení výzkumných otázek. Tyto výzkumné otázky často vznikají až v průběhu výzkumu, protože činnost výzkumníka je možno přirovnat činnosti investigativního novináře nebo detektiva. Hlavním úkolem je objasnit, jak lidé v daném prostředí poznávají, co se děje a proč jednají určitým způsobem, a jak si organizují své aktivity a interakce.

Hendl (2005) uvádí tyto charakteristiky kvalitativního výzkumu:

- Kvalitativní výzkum se provádí pomocí delšího intensivního kontaktu s terénem nebo situací jedince či skupiny jedinců.
- Výzkumník se snaží získat integrovaný pohled na předmět studie, na jeho kontextovou logiku, na explicitní a implicitní pravidla jeho fungování.
- Používají se relativně málo standardizované metody získávání dat. Které zahrnují přepisy terénních poznámek z pozorování a rozhovorů, fotografie, audio a videozáznamy, deníky apod.
- Hlavním úkolem je objasnit, jak se lidé v daném prostředí a situaci dobírají pochopení toho co se děje, proč jednají určitým způsobem a jak organizují své všednodenní aktivity a interakce.
- Data se induktivně analyzují a interpretují.

Standardizace (normalizace) v kvalitativním výzkumu je slabá a proto má kvalitativní výzkum poměrně *nízkou reliabilitu*. Slabá standardizace výzkumu, volná forma otázek a odpovědí nevynucuje taková omezení jako kvantitativní výzkum. Proto potenciálně může mít *vysokou validitu*.

Některé specifické charakteristiky kvalitativního výzkumu jsou popsány v kap. 4. Alternativní metody při vědecké práci.

Tabulka 3.1: Rozdíly mezi kvalitativním a kvantitativním výzkumem

funkce/role	kvantitativní výzkum	kvalitativní výzkum
úloha výzkumu	přípravná	prostředek ke zkoumání reality
vztah výzkumníka k subjektu	neosobní (volný)	osobní (těsný)
postoj výzkumníka k jednání	vně situace	uvnitř situace
vztah teorie a výzkumu	potvrzení teorie	tvorba teorie
výzkumná strategie	silně strukturovaná	slabě strukturovaná
šíře platnosti výsledků	monothetický	ideografický
data	tvrdá, široký záběr	měkká, jdou do hloubky
zaměření	makrosvět	mikrosvět

3.8.3. Smíšený výzkum – metodologická triangulace

Termín triangulace je odvozen z oblasti geometrie a navigace, kde se používá k označení postupu určování přesné polohy konkrétního objektu vzhledem k několika různým referenčním bodům, a je základním metodologickým nástrojem. Představuje kombinaci kvalitativních a kvantitativních metod při zkoumání. V triangulaci jde o paralelní užívání různých druhů dat či různých metod při studiu jednoho a téhož problému. Cílem triangulace je zkrátka očistit spolehlivé informace od nespolehlivých, získat validní a objektivní obraz studovaného objektu. Metodologická triangulace znamená použití nejméně dvou metod (obyčejně kvalitativních a kvantitativních) (Pavlica a kol., 2000).

Mezi zastánci kvalitativního a kvantitativního výzkumu tradičně probíhají spory o vědeckém přínosu obou typů výzkumu. Přes tyto diskuse mnoho výzkumníků kombinuje tyto přístupy různými způsoby v rámci jednoho výzkumu. Při výzkumu je vhodné používat jak kvalitativní, tak kvantitativní přístupy. Omezení na jeden ze dvou uvedených přístupů sebou nese riziko, že opomíneme některé důležité aspekty zkoumaného problému. Jestliže se

používají jenom kvantitativní metody, výzkumník se často dopouští chyby, že se pohybuje spíše po povrchu problému, protože je vzdálen od toho, jak lidé skutečně dospívají ke svým rozhodnutím, jak prožívají svůj život a jak se chovají. Kvalitativní i kvantitativní výzkumníci musejí zpravidla vynaložit mnoho úsilí, aby získali potřebná data a provedli jejich adekvátní kvalitativní analýzu.

Také je zřejmé, že některé typy výzkumných otázek mohou být zodpovězeny pouze kvantitativním výzkumem. Kvalitativnímu výzkumu se také vytyčí, že jeho závěry nemají takovou zobecňující sílu, kterou pro své výsledky nárokují kvantitativní výzkumníci. V průběhu doby se prosadil názor, že oba výzkumné pohledy jsou potřebné. Významný sociolog a metodolog Norman Denzin (1989) je jedním z hlavních zastánců možnosti kombinování metod. Tuto strategii označuje slovem triangulace. Definuje ji jako "kombinaci metodologií v jedné studii stejného fenoménu" (Hendl, 2005).

3.9. Spolehlivost a přesnost dat

3.9.1. Vybrané problémy s daty

Při analýze dat se musíme také vypořádat s některým z následujících problémů:

- *Spolehlivost* dat je dána důvěryhodností jejich zdroje a účelem, pro jaký byla sbírána. Stejná data mohou být získána z různých zdrojů, z nichž každý může mít svůj vlastní pohled na tato data, daný účelem, pro který jsou data shromažďována.
- *Přesnost* dat obyčejně hodnotíme na základě svých dosavadních zkušeností a můžeme si pro ty účely i stanovit hodnotící stupnici. Přesnost nejlépe stanovíme tím, že data získaná z jednoho zdroje porovnáme se stejnými daty z jiného zdroje. V případě, že se neshodují, snažíme se o jejich potvrzení z dalšího zdroje. Ale i v případě, že se shodují, bychom si měli ověřit, zda soubory dat získaných ze dvou různých zdrojů nepocházejí z jednoho společného zdroje. Také se mohou data získaná z jednoho zdroje porovnat se stejnými daty získanými z jiného zdroje.
- Tzv. *pseudopřesnost* vzniká tím, že se v organizaci používá pro pojmenování určitých veličin a jevů žargon, kterému dobře rozumí vlastní pracovníci, které si ale „vnější“ pozorovatel může vykládat úplně jinak. Často má tento žargon za úkol právě vytvořit u vnějšího pozorovatele žádoucí obraz organizace.

- K hodnocení spolehlivosti a přesnosti je třeba mít již nějakou zkušenosť z minulých šetření a doporučuje se si vytvořit nějaký „vnitřní“ systém jejich hodnocení (známkování).
- *Anomálie* je situace, kdy data z nějakých důvodů výrazně neodpovídají našim předpokladům. Pak se musíme především ujistit, že se nejedná o chybu. Pokud to není chyba, pak to může znamenat, že naše předpoklady nebyly správné a je třeba být ve střehu, že se děje něco, o čem nemáme tušení.
- *Desinformace* je poskytování informací, které vypadají jako pravdivé a při tom jsou záměrně neúplné či nepřesné. Často má za úkol vytvořit klamný dojem, odvést pozornost od nedostatků nebo problémů, nebo se skrývat podstatná fakta. Je cíleně koncipovaná se záměrem, aby z ní byly udělány nesprávné závěry.

Při vyhodnocování dat je třeba vždy se dívat tzv. „pod data“, to znamená vždy po kvantitativním výzkumu aplikovat kvalitativní zkoumání se základní otázkou PROČ nám vyšly takové výsledky jaké nám vyšly. Jak je máme správně interpretovat. Jinými slovy vydáme se na cestu od informací ke znalostem. Ukážeme si to na dvou typických příkladech.

Nemocnice.

Při hledání odpovědi na otázku „Která nemocnice je lepší?“ byla stanovena formulována hypotéza, že je to ta nemocnice, která má menší úmrtnost. Na základě vyhodnocením dlouhodobých statistik vyšlo, že nemocnice A má úmrtnost 3% a nemocnice B má úmrtnost 5%. Z toho byl udělán závěr, že nemocnice A je lepší, než nemocnice B. Když byla položena otázka PROČ tomu tak je, tak v rámci dodatečného kvalitativního šetření ukázalo, že v nemocnici A provádějí, resp. léčí jen jednodušší případy, protože nemají drahé a moderní vybavení a ty složitější případy posílají do nemocnice B, kde jim těžce nemocný pacient zemře. Čili nakonec byl udělán správný závěr, že nemocnice B je lepší.

Dobrá“ versus „špatná“ zpráva

Navzdory chmurné ekonomice v roce 2008 Úřad pro sčítání lidu v USA v roce 2009 ohlásil, že příjem domácností v roce 2007 vzrostl o 1% (po úpravě inflací). Z toho byl udělán závěr, že ekonomika USA musí na tom být lépe, než jak je vnímána. Při dodatečném hledání odpovědi na otázku PROČ to tak vyšlo, bylo zjištěno, že:

- že výrazně vzrost věkový segment domácností občanů ve věku 55 – 64.
- v tomto segmentu výrazně vzrostl 2,5 krát počet pracujících žen (děti už se osamostatnily)
- a muži jsou na vrcholu svých výdělků a odkládají odchod do důchodu. se snažili ještě vydělat co nejvíce, aby se zajistili na penzi

Co vypadá jako dobrá zpráva (růst příjmu domácností) je zavádějící. Všechny skupiny domácností, s výjimkou těch nad 55 let, jsou ztrátové a na ústupu.

KAPITOLA IV

Alternativní metody při vědecké práci

4. Alternativní metody při vědecké práci (a jejich výzkum)

4.1. Alternativní způsoby nazírání na skutečnost

Tato kapitola publikuje některé původní poznatky dlouholetého teoretického i experimentálního výzkumu v oblasti alternativních způsobů nazírání na jsoucno.

Pro účely publikace jsou tyto přístupy nazvány jako alternativní, protože *se nejedná o všeobecně uznávané vědecké postupy a metody*. Vzhledem ke snaze přiblížit se více úplnosti možností však předkládáme bez větší míry detailního zpracování i alternativní způsoby nazírání na jsoucno, kde u některých uvádíme několik podrobností, jakožto výstupy provedených výzkumů autora kapitoly, které je možné vzhledem k fázi výzkumu publikovat. Podrobnější informace je možné snadno dohledat, v této části publikace se věnujeme vybraným aspektům reflektujícím výsledky provedených experimentů v letech 1997–2012. Je předpokládána přinejmenším základní zkušenosť s níže uvedenými oblastmi u zájemců, pro které zde publikované výstupy provedených experimentů mají smysl.

Následuje výčet alternativních způsobů poznávání a alternativních směrů (způsob členění je uzpůsoben zaměření realizovaného výzkumu).

4.1.1. Metody získávání informací na bázi změněného stavu vědomí

Trans

Trans je klíčem ke změněnému stavu vědomí. Jeho dosažení může být realizováno různými způsoby, např. hypnózou, sugescí či autosugescí, nemocí a blouzněním z horečky, omamnými látkami (nedoporučuje se), částečně alkoholem, šamanskými rituály, meditací, hrou na hudební nástroj apod.

Nejpřirozenější a nejběžnější považujeme v dnešní době právě např. výrazně pokročilou hru na hudební nástroj, což může být pro vědce nejpraktičtější způsob pravidelného uvedení se do transu navíc i společensky přijatelným způsobem. Hloubka transu může být při užití různých metod různá. Ideální jsou metody, které nekazí kvalitu vědomí zahalením určitým vedlejším vlivem. O transu je možné se blíže dozvědět zejména v knihách o hypnóze.

Meditace

Změněný stav vědomí při meditaci umožňuje vnímat a zpracovávat informace ne rozumem, ale stavem bytí. Právě manipulací vědomí náležitým způsobem je možné poznat skutečnost díky principu zrcadlení vnějšího světa ve světě vnitřním. Je mnoho typů meditací a každá dopomůže k jiným věcem.

Ve výzkumu této alternativní metody se ukázalo jako účelné dojít meditační praxí do takové úrovně meditace, kdy místo duálního vnímání světa v režimu pozorovaný objekt a pozorovatel se vědomí transformuje do singulárního stavu vědomí ve formě splynutí. To umožňuje hluboký vhled a pochopení důvodů mnoha jevů i projevů zkoumané skutečnosti, protože příčiny a důsledky jsou vnímány jako celek jiným způsobem nahlížení právě díky změněnému stavu vědomí. Stavy, které člověk díky meditaci rozpozná a identifikuje, je možné transformovat do informací pomocí slov, které je již možné v závislosti na jejich povaze případně ověřit klasickými vědeckými metodami, pokud to je možné. V tomto ohledu je nutné brát vždy v úvahu aspekt ověřitelnosti takto získaných informací, který bývá nejtěžší z hlediska nalezení jeho způsobu jakým ověřitelnosti dosáhnout. Meditace není omezena na zkoumání hmotných jevů, ale i nehmotných, u kterých je ale problémové z hlediska výzkumného procesu výsledky k něčemu hmotnému vztahovat a ověřovat, protože stavy získané pomocí meditace mohou reálný svět stavět nejen do pozice důsledků světa neviditelného, ale i do pozice méně reálného než objevené světy vnitřní. Vědecké postupy však často vyžadují hmotnou základnu, proto využití této metody je vhodné jen do míry kompatibility s vědeckými postupy.

Doporučený postup je pomocí meditace pochopit určité principy, které je pak nutné vědecky ověřit.

Hypnóza

Při experimentech s hypnózou bylo prokázáno, že člověk může změnit své vědomí takovým způsobem, že může výrazně posílit či změnit dočasně určité své vlastnosti, vědomosti a schopnosti.

Velice výrazně lépe lze zpřístupnit např. paměť, kdy hypnotizovaný může přistupovat a zpětně analyzovat svůj paměťový záznam zpravidla až do určité doby těhotenství matky hypnotizovaného, do doby ještě před narozením (lze se dostat v paměťové stopě i dále do minulosti, ale paměťová stopa zpravidla přeskočí do období tzv. minulého života, což už patří do oblasti tzv. regresní hypnózy). U hypnózy je nezbytné ještě nalézt spolehlivý způsob, který by byl schopen zajistit rozlišení přísluhu informací zakládajících se na realitě od představ. Jelikož je nutné preventivně vycházet z toho,

že získané informace mohou být jen představy, je nutné mít k dispozici spolehlivý způsob ověření zpravidla skrze ověření s věcmi ve vnější realitě. Pokud však k ověření dojte u nějakého výroku, neznamená to, že jsou ostatní informace také ověřeny.

Výzkum se dále zabýval oblastí regresní a progresní hypnózy. Využití metod regresní hypnózy je považováno za přínosné zejména v oborech zabývajících se historií a to z důvodu, že může pomoci vnitřně pocítit bytí v určité době (at' už na bázi představivosti nebo skutečnosti), což vede k novým pohledům na zkoumanou problematiku klasickými metodami. Z hlediska posílení schopností člověka se při experimentu ukázalo možné dočasně hovořit jazykem jiným než naučeným v současném životě. (Hypnóza umožnila dočasně si rozpomenout např. na latinské názvy rostlin, díky tomu, že hypnotizovaná osoba tvrdila, že byla v minulé inkarnaci drogistou v Rakousku). Pokud je vedena hypnóza správně a hypnotizovaná osoba má určitou praxi v tom, jak postupovat, lze čerpat velké množství jiným způsobem nezískatelných informací, jejichž hodnota však pro vědce může být na počátku zpravidla jen inspirací pro další kroky výzkumu vzhledem ke složitosti jejich ověřitelnosti.

V oblasti progresní hypnózy je problémové to, že získané informace z oblasti budoucnosti při experimentu neodpovídaly z jisté části tomu, jak se situace v budoucnosti odehrála. Problém bývá v tom, že proces bezprostředního získání informace mění průběh budoucího děje, takže se již zpravidla provede jiným způsobem, než je v hypnóze zjištěno, což je zřejmě způsobeno jakýmsi refreshem způsobeným obdržením informace o pomyslné budoucnosti. Refresh se ukázal být rozlišný ve své rychlosti v různých situacích. Při zkoumání určitých situací bylo zjištěno, že hypnotizované osobě se situace měnila tak rychle, že se jí dokonce údaj, který měla v budoucnu přečíst, měnil před očima tak rychle, že to nešlo postřehnout. Důvodem se předpokládá právě fakt, že proces čtení této informace zřejmě bezprostředně ovlivňoval budoucí hodnotu čteného údaje, avšak podrobnější a přesnější závěry jsou předmětem dalšího výzkumu. Ukázalo se, že možnost refreshu, tedy ovlivnění procesem získání informace, umožňuje věci v budoucnosti rozdělit na dvě skupiny: konstanty a proměnné. Konstanty jsou ty situace a věci, které se zjištěním informací o nich a díky již ustálené kauzalitě v budoucnosti nemění. Proměnné jsou ty, u nichž dochází ke změně, a tedy neodpovídají skutečné budoucnosti. S progresní hypnózou je třeba pracovat velmi opatrně a střízlivě, protože je třeba mít skutečně dobře vyvinutý odstup a neúčastenství. Jsou zde spojena také přidružená etická a morální dilemata. Její význam je spatřován v možnosti získání informací ohledně konstant. Způsob identifikace informace jako konstanty je předmětem dalších výzkumů,

protože se během výzkumu objevilo ještě více faktorů, které mají zásadní význam při zjišťování informací pomocí progresní hypnózy. Zvláštní inspirací mohou však být informace získané z období vzdálených v řádu tisíců let ať už z oblasti regresní nebo progresní hypnózy a to z toho důvodu, že množství, kvalita, dostupnost, spolehlivost a přesnost za použití klasických metod s rostoucími roky výrazně klesá a od určité doby (v řádu tisíců, desítek tisíc či stovek tisíc let) se dají informace získané regresní či progresní hypnózou brát v jistém smyslu přínosnější z hlediska možné představy o dané době. Jejich výhoda je, že míra detailu s časem neklesá, pokud je schopno vědomí hypnotizované osoby vůbec takové informace interpretovat (při experimentu se jevil rok 6025 jako hraniční pro konkrétní hypnotizovanou osobu, ale předpokládá se, že je toto případ od případu individuální), přesto je však ověřitelnost nyní přinejmenším obtížná, pokud nechceme do zkoumané doby čekat.

Hypnózu doporučujeme použít jako zdroj informací, které mohou vědce inspirovat ke vzniku nových teorií.

Sen

V oblasti snů se při experimentech ukázalo jako maximálně důležité mít blízko místa spánku možnost maximálně rychle zaznamenat při případném náhlém probuzení stav, se kterým se člověk probudí, aby mohl rychle zapsat, co se mu zdálo, protože právě sny umožňují představivosti, aby pracovala na bázi jiných typů omezení v jiném prostředí. Často právě inspirace ze snu vede k realizaci informací snem získaných. Usínání se dá také vhodně kombinovat s autosugescí, pokud máme v úmyslu sny předem ovlivňovat nějakým směrem.

Další způsob využití snů je jako tvůrčí platforma, kdy sny doprovází uvědomění si snění. Bližší metody jsou pak uváděny ve zdrojích zabývajících se oblastí lucidního snění.

Lucidní snění

Lucidní snění je oproti hypnóze spíše platforma, která umožňuje být dobrým alternativním kreativním nástrojem bez využití výpočetní techniky s omezeními danými pouze představivostí a schopnostmi práce s lucidními sny. Pro vědeckou práci má význam z hlediska modelování určité situace za jiných podmínek (ve snu fungují jiná pravidla) a to především se zapojením i emocí.

Intuice

Intuice může být dobrým pomocníkem v oblastech výzkumu, kde bychom jinak za podmínek výzkumu volili náhodný výběr či směr z důvodu nedo-

statku informací získaných racionální cestou. Vzhledem k tomu, že opodstatnění určité intuice bývá neznámé a její obsah často i neracionální ve vztahu k logice, myšlení a uvažování, můžeme brát intuici jako nižší úroveň vhledu, kdy člověk používající intuici nezná proces získání informací ani způsob jak a kdy funguje. Její využití dle vůle je navíc u každého velice individuální.

Vhled

Vhled bývá zpravidla zapříčiněn možností využití tzv. astrálních smyslů, případně je umožněn na základě přenášení samotného vědomí či za pomocí jiných duchovních entit. Tuto vlastnost můžeme najít na velice malém vzorku populace a využitelná je proto opravdu velice výjimečně, pokud naleznete osobu, která vhled má a může při výzkumu proto i pomoci. Při experimentech bylo zjištěno, že je možné pomocí vhledu získat informace jiným způsobem než fyzickými smysly. Zároveň je důležité při využití těchto schopností zkoumat čistotu vhledu, která by měla být co nejčistší a nejkonkrétnější. Kvalita a čistota se může měnit ze dne na den a proto doporučujeme kvalitu vhledu jednoduchými krátkými testy průběžně ověřovat a to eventuálně i v dílčích složkách podle míry vyvinutí, které bývá u jednotlivců maximálně rozdílné (jasnosit, jasnovid, jasnosluch...).

Ostatní alternativní způsoby získávání informací

Následuje výčet položek odkazující na různé způsoby získávání informací alternativními metodami:

- různé formy zasvěcení (umožňuje chápání/prožít zcela novým způsobem – např. 4. buddhistický vnor),
- OBE (Out of body experience) / astrální cestování,
- mentální cestování,
- mediální psaní,
- mediální hraní,
- mediální kresba,
- práce s médiem/spiritismus,
- blízká setkání třetího, čtvrtého (a tzv. pátého) druhu,
- ostatní metody (např. práce s virgulemi, kyvadlem, kartami, věštění, telepatický či mediální kontakt s duchovními bytostmi/mimozemšťany apod., využití astrologie, magie, kabaly, alchymie či různých mystických stavů, případně v rámci nějakého náboženství nebo filosofie, získání informací z oblasti exopolitiky, aj.).

Ve většině oblastí podobných směrů funguje princip vazby mezi vnitřním světem a světem vnějším. Vazba je využívána různým způsobem ve výše uvedených metodách a je klíčem k nalezení principu fungování metod.

Právě práce s vědomím v kombinaci v interakci s vnějším světem nebo práce s jeho zrcadlením do světa vnitřního jsou společní jmenovatelé výše uvedených metod. Metody jsou pak způsoby uchopení a využití znalosti tohoto principu v různém stupni kvality a úrovně zapojení výše uvedených principů.

Schopnost některou z metod využívat je pak vždy přímo závislá na jejím uživateli, což ve výsledku znamená, že nelze hodnotit metodu samotnou jako takovou, ale vždy v kombinaci s použitím určitou osobou jako celek a to navíc ještě v určitém čase vzhledem k proměnlivosti výkonu a spolehlivosti používání v čase.³

Externí a esoterní směry

Pro úplnost je třeba uvést, že existují také církevní, duchovní směry necírkevního typu (externí) určené pro široké spektrum obyvatel a směry tajných učení (esoterní) určené pro užší skupinu zasvěcenců. Ve všech směrech se zrcadlí tytéž principy v různých úhlech pohledu na věc a právě schopnost umět vidět principy v systému místo projevů, jakožto důsledků fungování principů, je klíčové k pochopení těch kterých metod. V současnosti nejsou uznávaným způsobem principy fungování alternativních metod ve vědecké obci dostatečně popsány a zmapovány, přestože mnohé knihy duchovního charakteru mnohé principy dostatečně popisují⁴. Cesta k nim proto vede často složitě přes studium vědou neověřených pramenů, které umožňují orientaci i přes obtíže, které přináší rozdílná kvalita literatury popisující alternativní metody a způsoby nazíraní na jsoucno.

³ Parapsychologie/Psychotronika jsou vědní obory, které se částečně výzkumům výše uvedeným metodám věnují. V našem výzkumu se ukázaly některé alternativní metody velice užitečné, avšak jejich spolehlivost je třeba často testovat, neboť se v čase může velice rychle měnit, tak jak se vyvíjí, duchovně roste/padá uživatel těchto alternativních metod. Pokud získáme pomocí nějaké metody více informací, pak potvrzení jedné informace s pomocí důkazu klasickými metodami nikterak nevypovídá o informacích ostatních.

⁴ Jako malý příklad můžeme uvést knihu Květoslava Minaříka z webových stránek www.canopus.cz nebo Františka Bardona z knihovny na www.grimoar.cz.

4.2. Realita, vnímání a pravda

Je nutné ještě uvést, že různé alternativní směry vycházejí z velice různých, ba i naprosto odlišných předpokladů. Dokonce určité směry nepovažují realitu za to, za co ji mají jiné směry, a naopak.

Vůbec základním předpokladem zabývání se, ba dokonce využitím některé z uvedených metod, je schopnost na jedné straně přistupovat s kritickým myšlením, na druhé straně s naprosto otevřenou myslí, která nepodléhá předpojatosti, dojmům a očekáváním či falešným či neprokázaným představám. (Schopnost vědce umět nahlížet střízlivě, avšak pravdivě k alternativním metodám nepřímo měří jeho schopnost pro nezaujatou vědeckou práci a míru tolik potřebného osobního odstupu.)

4.3. Věda a odklon od duchovna

V dnešní vědě je patrný odklon od duchovní složky původních vědních oboř v mnoha odvětvích. Příkladem může být např. vznik oboru astronomie a odklon od astrologie nebo vznik oboru chemie a odklon od alchymie.

Tento fakt přináší mnoho výhod, ale i některé nevýhody. Jako hlavní výhody můžeme považovat velkou míru svobody v tvrzeních, které vznikají jakožto výsledky nestranného výzkumu, které není třeba oponovat vůči církvi či se hájit vůči nařčení z kacířství apod. To umožňuje publikovat své výsledky výrazně svobodněji (např. bez hrozby upálení).

Mezi nevýhody patří odklon od duchovních složek předmětu výzkumu nejen z důvodu náročného, ba i někdy nemožného zkoumání patřičných duchovních odvětví vědeckými metodami a postupy. Odklon do ryze materiální oblasti však s sebou nese i použití metod vhodných pro zkoumání téměř jen hmotné reality, takže původně používané vědomí badatele a práce s ním (např. v alchymii) je nahrazeno často jinými nepřímými způsoby práce např. pomocí nástrojů, strojů či počítačů v procesu vědeckého zkoumání. Právě tato redukce a změna paradigmatu může způsobit problémy v oblasti neúplnosti kontextu vnímání zkoumaného problému a vztahů s jinými než hmotnými entitami. Zvláště důležité je dávat si pozor na fenomény, které jsou kauzalitou hmotných projevů určité skutečnosti. Prvotním impulsem mnoha artefaktů je přece jen nějaká idea či myšlenka, hmotný výsledek (jako např. postavení budovy) je pak důsledek realizace určité ideje. (Pokud bychom např. studovali pouze hmotnou stránku postavené budovy, tedy její chemické složení, rozměry a jiné detaily, je takřka nemožné z toho odvodit důvody, které vedly k postavení budovy či kdo byl původcem této ideje.)

4.4. Využití alternativních způsobů nazírání ve vědecké práci pro získání informací

Alternativní způsoby, nejen ty uvedené v této publikaci, mohou být velice dobrým zdrojem informací, které mohou výborně posloužit pro vznik nové teorie, pakliže získáte informace pravdivé a relevantní (a to v podstatě jakýmkoliv způsobem) ve zkoumané oblasti, kterou se zabýváte. Mnoho vynálezů bylo vynalezeno ne na racionální bázi systematické vědecké práce, ale spontánně vytržením, transem, ve snu, nebo náhle díky nějaké situaci či změně stavu vědomí ve zdánlivě tomu neodpovídající situaci. Tento přístup je vhodný pro ty typy objevů, které nejdou logicky odvodit z dosavadního poznání. Informace takto získané je pak zpravidla nutné dokázat klasickými vědeckými metodami, které pak v případě správných informací a hypotéz potvrdí nově vznikající teorii, přičemž využití alternativních způsobů získání informací a podklady vedoucí ke vzniku hypotéz nejsou zpravidla publikovány, pouze výsledná teorie s důkazy pomocí všeobecně uznávaných vědeckých postupů a metod. (Míra využívání alternativních metod získávání informací je velice spekulativní a jen stěží jde objektivně měřit, ale předpokládá se, že díky stále většímu odklonu k výhradně racionálním metodám bude docházet stále více k výhradnímu upřednostňování systematického racionálního výzkumu. Tomu chce tato vědecká monografie částečně publikováním těchto informací předcházet, protože by se tím značně omezily vynálezy a objevy úplně nové nezakládající se na dosavadním poznání či logickém odvození.)

Při získání informací pomocí (klasickými metodami neověřených) alternativních metod nahlížení na jsoucno je vhodné informace ověřit všeobecně uznávanými vědeckými metodami a vůči jiným pramenům ještě před tím, než jsou použity jako podklad pro případné hypotézy, které se pak ověřují zpravidla již klasickým (vědeckou širokou veřejností akceptovaným) způsobem. Často je pak využíváno kreativní abdukce, čímž se dá vyhnout publikování způsobu, jak byl objev zjištěn, pokud by bylo z nějakého důvodu těžko přijatelné, jakou alternativní metodou jsme původně k objevu dospěli.

KAPITOLA V

**Specifika výzkumu v oblasti
ekonomiky a managementu**

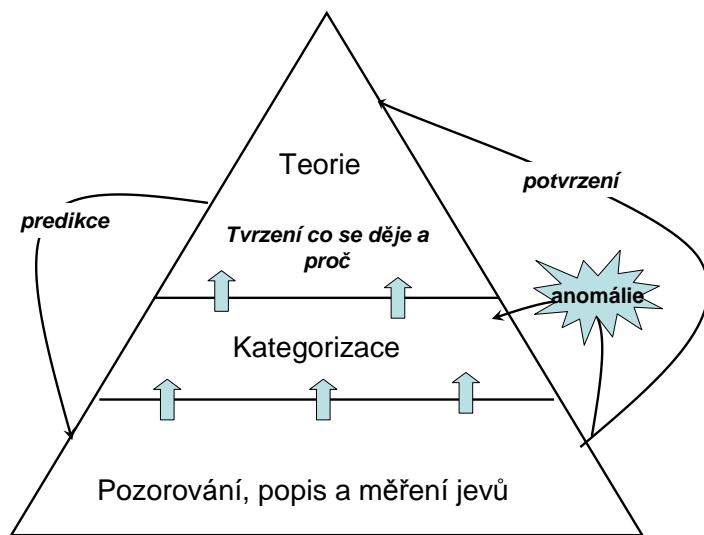
5. Specifika výzkumu v oblasti ekonomiky a managementu

Teorie je možné tvrzení o tom, co se děje a proč. Vědečtí pracovníci v oblasti managementu obyčejně provádějí třístupňový proces výzkumu: k tomu, aby vytvořili nějakou teorii.

1. Pečlivě pozorují, popisují a měří to, co se děje. Popisují to jednoduchožími pojmy, někdy náhodně vytvořenými a dokumentují to.
2. Potom, aby si zjednodušili život, seskupují svá pozorování do kategorií. Jednotlivé kategorie se od sebe liší atributy a výzkumníci se snaží vytvořit teorii, která vysvětluje, jak určitá množina atributů vede k určitým výsledkům.
3. To je ovšem jenom počátek vývoje teorie. Poté, co vytvoří výchozí teorii, se musí vrátit na spodek pyramidy a užijí teorii k predikci jevů, které mohou nastat v různých situacích.

Za této situace pak často výzkumníci zjistí anomálie, tj. situace, kdy jevy predikované teorií nenastanou a naopak. Je to proto, že teorie založená na atributech má snahu *zjistit korelace a nikoliv vysvětlit příčiny*. Výzkumníci pak nemohou vysvětlit, proč různé atributy vedou k různým výsledkům.

Potom jiní výzkumníci, kteří pozorují stejné jevy, vytvoří zcela jiné kategorizační schéma. Tím vznikají střety teorií a následně tak krok po kroku vznikne *správná a robustní teorie*. Ačkoliv řada výzkumníků se snaží vhnout těmto anomáliím, je právě odhalování anomálií tou správnou cestou k vytvoření *obecně platné teorie*.



Obrázek 5.1: Pyramida tvorby teorie v managementu

Navzdory tomu, že existuje dnes již etablovaný a historicky zakořeněný pojem Management Science (věda o řízení), nechová se praktický management podle paradigmátu této vědecké disciplíny. Je to dáno tím, že základním paradigmatem tzv. Management Science byly „tvrdé“ kvantitativní metody (operační výzkum). Od té doby došlo k výraznému posunu paradigmatu managementu směrem k respektování tzv. „měkkých“ disciplín jako je sociologie, psychologie apod. Metody těchto disciplín nejsou pro řadu „vědců“ dostatečně exaktní a management je jimi považován za příliš prakticky orientovaný a je mu dokonce vyčítána určitá „intelektuální prázdnota“.

Hlavní výhradou „vědců“ k výzkumu managementu je to, že zde není možno uplatnit podmínu „*ceteris paribus*“ tj. „za ostatních stejných podmínek“. Prostě není pro ně možné zřídit laboratoř. Sociotechnické a společenské systémy jsou živým organizmem a jejich vývoj není možné zastavit ani vrátit. Experimentování s těmito systémy je velmi obtížné a často nemožné proto, že je vždy přítomno příliš mnoho proměnných a že by to bylo příliš drahé. Jinými slovy náklady takového pokusu by jistě převýšily potenciální užitek získaný příslušným experimentem.

Esterby-Smith (viz Pavlica a kol., 2000) uvádějí tři okruhy problémů (specifika) výzkumu managementu:

- *Management má v praxi charakter eklektické činnosti*⁵, protože manažeři musejí ve své řídící praxi vedle nezbytných sociálních a psychologických aspektů (zejména při komunikaci se svými nadřízenými i podřízenými), ale musejí zohledňovat i celou řadu technických, ekonomických, legislativních a politických aspektů. Čili manažer se při své práci nemůže spolehnout na závěry jen jedné z disciplín, ale vždy je musí používat ve vyváženém kontextu a v závislosti na neustále se měnícím prostředí, ve kterém se jeho podnik nachází.
- Manažeři jsou velmi zaměstnaní lidé a „nemají na nic čas“, zejména na různá interwiev, dotazníky a „hlubokomyslné“ úvahy. Pokud si na takovou činnost udělají čas, pak nutně očekávají nějaký praktický výsledek, který jim zlepší jejich pozici v podniku, nebo zlepší pozici podniku na trhu.
- Manažeři mají často značnou moc a zejména jsou-li úspěšní, dávají tuto moc najev kromě jiného tím, že *sami nejlépe všechno vědí* a nepotřebují žádnou radu.

Z předchozího bodu také vyplývá, že manažeři *nemají zájem na nějakých „obecných“ pravdách*, ale chtějí praktický návod, jak řešit tu kterou konkrétní situaci, ve které se jejich organizace právě nachází. Čili chtějí řešit „projekt zavedení něčeho někde“.

⁵ Ekleticismus (viz Akademický slovník cizích slov) nestaví na vlastním novém přínosu ani nenavazuje na jeden vyhraněný myšlenkový podnět, ale vybírá si to, co mu vyhovuje z různých předloh a tyto prvky pak spojuje ve více či méně jednotném celku.

Možné šalby a záladnosti manažerského výzkumu

Rosenzweig ve své knize „Efekt svatozáře, a devět dalších podnikatelských šaleb/bludů/klamů, které klamou manažery“ (2009) upozorňuje na tyto záladnosti, se kterými se musíme vypořádat při každém empirickém výzkumu.

1. *Efekt svatozáře.* Platí všeobecná tendence dívat se na celkovou výkonnost podniku jako důsledek jeho kultury, vůdcovství, hodnot (values) atd. Ve skutečnosti mnoho věcí, které obecně považujeme za příčinu podnikové výkonnosti, jsou atributy, které vznikly v důsledku předchozí jeho výkonnosti.
2. *Šalba korelace a kauzality.* Dvě věci mohou být korelovány, ale my nikdy nevíme, která je příčinou a která důsledkem. Je spokojenost zaměstnanců příčinou vysoké výkonnosti? Jsou jasné důkazy toho, že je tomu právě naopak: úspěch podniku má silný dopad na spokojenost zaměstnanců.
3. *Šalba jednoduchého vysvětlení.* Mnoho studií ukazuje, že dílčí faktor, např. silná podniková kultura, nebo zaměření na vysoký stupeň vůdcovství, vede ke zlepšení výkonnosti. Ale pokud mnoho těchto faktorů je vzájemně korelovaných, pak efekt každého z nich je obyčejně menší, než se předpokládá.
4. *Šalba spojení vítězů.* Když vybereme určitý počet úspěšných podniků a zkoumáme, co mají společného, pak se nám nepodaří izolovat příčinu jejich úspěchu, protože nemáme možnost jejich srovnání s méně úspěšnými podniky.
5. *Šalba přesného/pečlivého výzkumu.* Jestliže máme k dispozici špatná/nekvalitní data, je jedno, kolik jich je a jakými sofistikovanými výzkumnými metodami byla zpracována.
6. *Šalba trvajícího/trvalého úspěchu.* Většina všech vysoce výkonných podniků časem pokleslo. Příslib plánu pro trvalý úspěch je sice atraktivní, ale nereálný.
7. *Šalba absolutní výkonnosti.* Výkonnost podniku je relativní, nikoliv absolutní. Podnik se může kdykoliv (v určitém čase) zlepšit, nebo naopak zhoršit vůči svým konkurentům.
8. *Šalba špatného konce hole.* Může být pravdou, že úspěšné podniky často jdou cestou vysokého zacílení na strategii, ale to neznamená, že to musí vést k úspěchu.
..

KAPITOLA VI

**Systémový přístup k vědeckému
zkoumání**

6. Systémový přístup k vědeckému zkoumání

Častým nedostatkem řešení vědeckých problémů je nesystémovost a nezohlednění souvislostí včetně absence respektování udržitelnosti. Nezasvěcený pozorovatel není schopen rozpoznat podstatné od nepodstatného, a tak všechno, co vidí a vnímá, považuje za důležité. Výsledkem je nutně informační zahlcení a mentální nezvládnutí problému. Způsob, jak rozpoznat podstatné informace a přiblížit je našim mentálním možnostem, je systémové myšlení a použití různých simulačních nástrojů.

6.1. Systémovost ve vědecké práci

6.1.1. Systém a systémová hierarchie

Pojem *systém* je možné aplikovat na jakoukoliv oblast světa či lidské činnosti. Možná i proto je tento termín používán čím dál tím více a často zní až frázovitě.

Většina lidí by pojem systém určitě zařadila do technických oblastí, což pramení z neznalosti. Slovo systém má kořeny ve filosofiích starého Řecka, kde odpovídalo dnešnímu významu složení. Budeme-li se zabývat definicí pojmu hlouběji, musíme ke slovu „složení“ přidat slovo „celku“, tedy „*složení celku*“. Vyberme jeden celek a podívejme se na něj dle jeho složení, např. člověk. Člověk jakožto živá bytost je složen z miliard buněk. Tyto buňky však nejsou samy o sobě nezávislé, ale mohou fungovat pouze ve vzájemné interakci s ostatními buňkami. Na interakce mezi jednotlivými prvky celku se můžeme dívat jako na spojnice, po kterých se přenáší data – tyto spojnice nazýváme *vazbami*. Mimo to musí existovat vazby, které systém propojují s okolím. Toto okolí je také systémem a člověk je součástí tohoto nadrazeného systému jako jeden z prvků tohoto systému. Od okolí získává člověk vše potřebné, aby zajistil funkci celku – nehmotná data a hmotné prvky potřebné k jeho životu, neboli k zajištění cíle celku (Vodáček & Rosický, 1997). Systém lze definovat mnoha způsoby. Systém je „*komplex prvků, nacházejících se ve vzájemné interakci*“, říká Ludwig van Bertalanffy v Obecné teorii systémů (1968) nebo dle pojetí Habra a Vepřeka (1986), zdůrazňujícího účelovost systému je „*systém je účelově definovaná množina prvků a množina vazeb mezi nimi, které společně určují vlastnosti celku*“. (Pozn.: Dnes se používá místo množina spíše termín třída či komplex.)

Vyjdeme z pojetí systému, které říká, že „systém je integrovaný souhrn vzájemně působících prvků, určených na kooperativní plnění předem stanoven-

né funkce“. Na základě této definice lze dobře popsat základní znaky systému:

- systém je složen z prvků,
- mezi prvky systému existují aktivní vazby (interakce),
- systém má vazby do svého okolí („komunikuje“ s okolím),
- systém existuje za určitým účelem, má nějaký cíl (zachování života).

Systém obvykle vymezujeme vůči jeho okolí a toto vymezení je také značně ovlivněno tím, kdo jej provádí. Především se rozlišují *dva typy systémů: uzavřený a otevřený*. U uzavřených systémů, které nemají žádné spojení se svým okolím, a tedy nepřijímají žádné vstupy z okolí ani nevydávají výstupy do okolí, lze na základě platných pravidel a zákonů (např. pomocí fyzikálních či matematických modelů) vypočítat jejich budoucí stavy. Otevřené systémy, jež jsou předmětem našeho zájmu, nemohou bez svého okolí existovat, neboť s ním provádí důležité hmotné, energetické, resp. informační výměny.

Komplexita (složitost) systému je určena počtem prvků a vazeb v něm identifikovatelných, proto začneme výklad systémem, který má těchto prvků a vazeb méně.

Tvrdé systémy jsou ve velké většině synonymem pro umělé technické systémy, jež vytvořil člověk, nebo technickým systémem vytvořené jiné technické systémy (bezobslužná výrobní linka). Systémy tohoto typu jsou předmětem zkoumání především exaktně budovaných věd jako je teoretická fyzika, astronomie či matematická ekonomie. Dle Checklanda (Checkland & Scholes, 1990) jsou tvrdé systémy vždy podmnožinou *systémů měkkých* (často technicko-sociálních systémů typu hospodářské organizace) a jejich výstup je vždy určen k dosažení výstupů jiných systémů, k využití člověkem. Chování těchto systémů lze dobře modelovat.

Zaměřme se na další prvek nacházející se ve většině systémů, a to na člověka. Mimo čistě technické systémy popsané výše, existují i *systémy technicko-sociální* a čistě *sociální*. Terminologie v této oblasti vystihuje jednu z vlastností měkkých systémů – není pevně zakotvena a její pochopení je často velmi subjektivní. Setkáváme se s termíny *přirozené systémy* (pro systémy vytvořené bez zásahu lidské ruky přírodou), sociální systémy (rodiny, církve, sportovní týmy), *systémy lidských aktivit* i se samostatným pojmem člověk ve významu systému. Měkké systémy jsou zpravidla adaptabilní vzhledem k měnícím se vlastnostem okolí a jejich prvky a vazby nebývají neměnné (Jančarová, 1992). Je zřejmé, že modelování měkkých systémů je složitější.

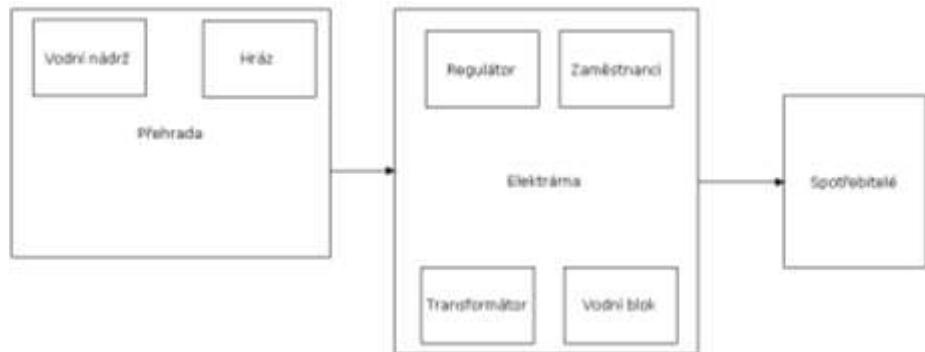
Objekty světa jsou určovány také *formou svého uspořádání*. *Systémová hierarchie* uvažuje sledovaný systém jako součást systému širšího a naopak každou část systému za autonomní systém. *Systém* je množina prvků a vazeb mezi nimi, které spolu určují vlastnosti, chování a funkce systému jako celku – systémem jsou např. atomy, molekuly, buňky, orgány, osoby, společenstva, státy, národy, svět, sluneční soustava, galaxie i vesmír. Každý výše uvedený systém je součástí systému vyšší úrovně.

Při zkoumání celku a jeho složení se musíme snažit správně definovat vrstvu, na které složení zkoumáme. Bylo řečeno, že člověk se skládá z miliard buněk, ale i tyto buňky mají své složení. Jsou samy o sobě systémem, subsystémem systému člověk. Při ještě hlubším pohledu lze definovat složení jednotlivých buněčných komponent atd. Na druhé straně sám člověk, jako systém, je podsystémem jiných systémů, například rodiny, kolektivu či pracovního týmu.

K výše popsaným základním znakům systému lze tak přidat další:

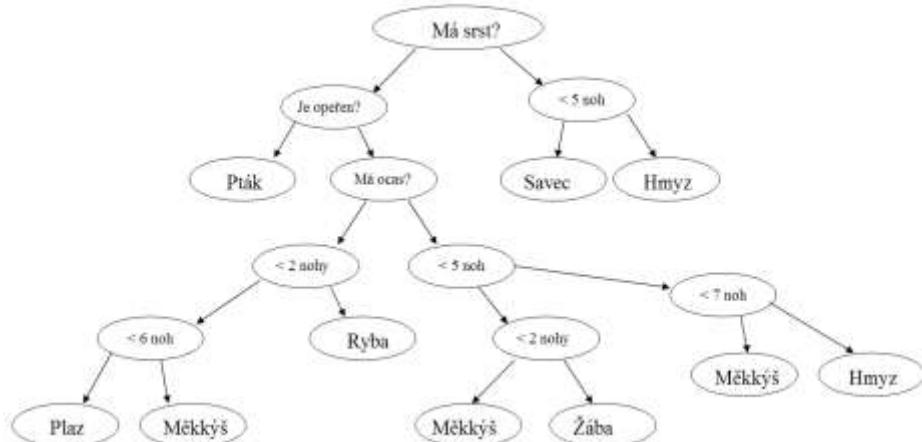
- v každém zkoumaném systému lze najít prvky, které tvoří vlastní samostatné systémy, subsystémy zkoumaného, a v nich opět další systémy,
- každý systém je prvkem (subsystémem) jiného systému.

Zobrazíme-li systémovou hierarchii diagramem subsystémů, pak například pro systém vodní elektrárny (a její produkce elektřiny) s vazbou na okolí, představovanou spotřebou elektrické energie lidským faktorem, může mít podobu uvedenou na obrázku 6.1:



Obrázek 6.1: Diagram subsystémů

Navážme na problematiku kategorizací, kterou jsme se zabývali v předchozích kapitolách a uvedeme příklad ke kategorizaci živočichů. Spojme zde uváděné principy ke kategorizaci s možností systémové hierarchie a provedeme schematizaci formou rozhodovacího stromu, viz obrázek 6.2. (Ze schématu také vyplývá, že metoda rozhodovacího stromu není jen pomocná metoda pro podporu rozhodování a metoda znalostního inženýrství, tak jak jsme zvyklí ji chápout.)



Obrázek 6.2: Rozhodovací strom

Aby byly závěry vědecké práce korektní, při zkoumání celku a jeho složení musíme respektovat *holistický princip*, že vlastnosti částí jsou dány organizačními vztahy celku. *Holismus* znamená *celostní pojetí systému*, jehož výslednou kvalitu nelze odvodit z vlastností jednotlivých prvků systému, ale pouze z celého systému.

6.1.2. Komplexnost

Problém *komplexních systémů* spočívá v nutnosti redukovat zkoumané vlastnosti takto komplexních systémů na ty entity a atributy, které jsou podstatné. Znalost podstatných částí komplexních systémů závisí na poznání, znalostech a zkušenostech pozorovatele. Pravě jejich míra je u vědce pro kvalitní vědeckou práci nutná v takové míře, aby mohl být takto komplexní systém vůbec smysluplně zkoumán. Pro zkoumání komplexních systémů je proto možno použít např. Checklandovy *metodologie měkkých systémů*, *systémovou dynamiku* nebo *multiagentní přístupy*.

6.1.3. Udržitelnost

Systém a systémové problémy je třeba vnímat především prostřednictvím *interakce*⁶. Když se hledají jen jednotlivé příčiny a přitom problémy vyplývají z interakce více vzájemně propojených příčin, nelze zpravidla dojít ke správnému řešení. Systém musí být chápán skrze příčinné vztahy navzájem propojených částí, které vytváří celek, a kde *emergence* (spontánní vznik makroskopických vlastností a struktur, jež není snadné odvodit z vlastnosti složek systému) je proces jak zdola nahoru, tak i shora dolů. Dále musíme při vědecké práci respektovat, že systém není ve vakuu – je ovlivňován prostředím a svou historií (tzv. *hystereze*). Prostředí, závislost současného stavu na předchozích stavech a kontext hrají důležitou roli v chování komplexních systémů a proto nemohou být ignorovány (Mitleton-Kelly, 2007).

Našemu pohledu na složité nelineární a nedeterministické systémy blízká – a zde nápomocná – může být *teorie komplexity*. Např. u organizací, které mají zdánlivě neřešitelné problémy, může pomocí identifikovat soubor příčin, které v organizaci spoluvytvářejí nějaký problém. Nejde jen o redukci komplexity⁷ neboli míry složitosti nějakého komplexního systému. Teorie komplexity popisuje chování komplexních systémů a zároveň nabízí aparát pro jejich uchopení.

Při vědeckém zkoumání ve směru udržitelnosti systémů lze využít z *teorie samoorganizace*. Ilya Prigogine získal za tuto teorii v roce 1977 Nobelovu cenu. Zjistil, že nerovnovážné systémy mají zcela překvapující vlastnosti. Ve vývoji takových systémů se objevují tzv. kritické body, kde se rozhoduje, jakou cestou se vývoj systému bude dále ubírat. Priggin si všiml, že po průchodu kritickým bodem se zprvu nahodilé chování systému významně mění, stále více se orientuje do určitého vzorce – systém se počíná chovat vysoce organizovaně. Nicolis a Prigogine (1989) ukazují, že když jsou systémy daleko od rovnováhy, v kritickém místě *bifurkace* se komponenty systému sebeorganizují, vytvářejí řád a vznikají nové struktury, jež nelze přesně předvídat.

⁶ Interakce lze dobře popsat pomocí dále uvedeného modelování agentů.

⁷ Redukcí komplexity je také metodické zjednodušování, jež je základem každé vědy.

Uvedeme příklad z organizace, jež byla součástí výzkumu na London School of Economics (Mitton-Kelly, 2007). Cílem bylo pomoci vytvořit příznivé prostředí, které by usnadnilo zlepšení vztahů mezi IT oddělením a ostatními součástmi podniku.

Pomocí nástrojů teorie komplexity byla nastolena mnohem užší integrace mezi IT a core podnikáním – vznikl nový celek, změnila se interakce mezi IT a částmi podniku, IT projekty a investice, dříve oddělené od obchodních investic, se staly součástí podnikové celkové investiční strategie. Součástí procesu změny bylo, že IT odborníci změnili způsob pohledu na IS, které stavěli, tj. zaměření se pouze na technologii, a zcela jednoznačný je přechod od technického na socio-technický přístup.

Zároveň se změnil způsob, jakým lidé pracovali. Emergentní proces ovlivnil jednotlivce i týmy a změny nastaly na mnoha různých úrovních. Myšlení IT specialistů a obchodních manažerů a následně jejich vztahy se vyvinuly prostřednictvím vzájemného vlivu. Tuto co-evoluci je třeba odlišit od prostého přizpůsobení, což je jednosměrný proces, kdy se např. účetní jednotka přizpůsobuje změnám ve svém prostředí. Zatímco při koevoluce se vzájemně ovlivňující subjekty společně vyvíjí s jejich širším ekosystémem (význam "co-evoluce" při použití v sociálním kontextu je třeba odlišit od metody v biologii). Tato spolupráce jako evoluční proces vytvořila novou organizační kulturu, která ovlivnila vztahy v celé organizaci, včetně sladění mezi IT a obchodními týmy a důrazu na větší spolupráci.

Přitom tento konkrétní výsledek nebyl ani určen, ani ho nebylo možné s předstihem detailně předvídat, v tom smyslu, že touha po zlepšení vztahů v kontextu IT byla poměrně mlhavá. Samotný proces formoval a řídil finální příčinu. Součástí tohoto procesu byl princip samoorganizace, podnik se odleplil od svých zavedených postupů a způsobů práce. Bylo vytvořeno prostředí udržitelnosti.

Dle Mitton-Kelly (2005) vznik nových způsobů organizace a s nimi související nové způsoby práce nejsou jednorázový proces, nové způsoby myšlení založené na teorii komplexity, nové vztahy, postupy, procesy, struktury, atd. musí být zakotveny v podnikové kultuře, mají-li být udržitelné. *Udržitelnost* dělá učení aktivním procesem, aby organizace byla flexibilní a reagovala na měnící se prostředí. To neznamená slepé přizpůsobení vnějším změnám, ale aktivní vzájemný vliv a co-evoluce s tímto prostředím. To je *co-evoluční udržitelnost*, která umožňuje organizaci měnit se s měnícím se životním prostředím, aniž by šlo o nepřetržitou restrukturalizaci, která má vysoké náklady z hlediska zdrojů (i morálky).

Pro udržitelnost v kontextu s ochranou životního prostředí se používají různé vědecké metody. Námi dále uváděná metodologie systémové dynamiky umožňuje rozšíření problematiky trvale udržitelného rozvoje o dynamickou dimenzi.

6.1.4. Objekt a předmět zkoumání

Dle standardních metodologických zásad vědecké práce je primární fází výzkumu *určení objektu a předmětu zkoumání*. Jejich správné vymezení lze ukázat na příkladu z doktorské disertační práce Manažerské simulátory pro podporu strategického rozhodování v malých a středních firmách (Beer, 2010, str. 16):

"Základním objektem zkoumání jsou malé a střední podniky a jejich strategie, neboť dopad tohoto sektoru na dnešní ekonomiku je signifikantní. Moderní doba klade zvýšené nároky na znalosti, schopnosti a dovednosti řídících pracovníků – manažerů, kteří svou činností a rozhodnutími směřování podniku výrazně ovlivňují. Právě úroveň a efektivnost využití informací pro manažerské rozhodování je často klíčem k úspěchu celého podniku. Obecným předmětem zkoumání proto je problematika manažerských simulátorů a jejich využitelnost pro podporu strategického rozhodování. Prostředkem k analýze využitelnosti manažerských simulátorů je vytvoření konkrétních modelových příkladů vedoucích k sestavení manažerských simulátorů pro podporu strategického rozhodování. Hlavními pojmy linoucími se celou prací jsou tedy: strategie firmy a manažerské simulátory."

6.1.5. Nezbytnost změn vědeckého myšlení

Schopnost logicky odvodit co je předmět a co objekt zkoumání souvisí velmi úzce se schopností *systémového pohledu a vědeckého myšlení*.

Nezbytností moderní vědecké práce je chápání a analyzovat problémy systémově, změnit svoje nazírání na problémy a systémy. Musíme se posunout od zkoumání samostatných událostí a jejich příčin a vidět systém jako síť vzájemně propojených částí. *Systémový pohled*, který vnímá vzájemné vztahy a ne jednotlivé věci, charakterysty změn a ne okamžité stavy, poskytuje základní rámec pro zkoumání struktury komplexních systémů.

Schopnost porozumět světu jako komplexnímu systému a porozumět změnám a událostem, které způsobují další změny ve světě, je nazývána *systémovým myšlením*.

Zamysleme se nad tím, jak často je používán pojem "*systémový*". Je používán ve správných souvislostech?

Jak přispět ke změně našeho myšlení směrem k rozvoji systémového myšlení?

Jsou cesty, jak nejen o systémovosti a systémovém myšlení hovořit či jej používat jako propagační slogan, ale jak jej reálně ve vědecké práci používat. Schopnost využít potenciálu systémového myšlení je na nás, jak dále čtenář uvidí.

Pojďme se v dalších kapitolách, sedmé a osmé, seznámit s možnostmi modelové a počítačové podpory tohoto procesu. A to prostřednictvím modelování a simulačních experimentů, a také disciplín, které je umožňují: *disciplíny systémová dynamika* jako způsobu uvažování – „systémového myšlení“ a metodologie na řešení reálných systémových problémů a prostřednictvím *teorie multiagentních systémů a principu samo-se-organizující kritikality*. Jsou to jedny z cest, jak překonávat určitá omezení našeho myšlení vzhledem k realitě.

6.1.6. Variantnost řešení

Určitě jste se ve vašem výzkumu setkali s tím, že se pro řešení nějakého problému může nabízet několik variant. Jednou z vědeckých metod pro zhodnocení takové situace je *vícekriteriální analýza*, vhodná zejména tam, kde se hodnotí důsledky volby dle několika víceméně konfliktních kritérií. Tato kritéria mohou být kvantitativní (např. cena) nebo kvalitativní (např. vzhled). Kritéria je též možno vhodně dělit na kritéria výnosová (čím více, tím lépe - např. zisk) a kritéria nákladová (čím méně, tím lépe – např. náklady).

Ideální by samozřejmě bylo všechny varianty vyzkoušet. To ale často není možné, neboť se mohou navzájem vylučovat, projevit až v dlouhém období nebo se neslučují s disponibilními zdroji. Cestou je různé varianty zkoušet na modelech napodobujících chování takového reálného systému. Pomocí modelu lze simulovat různé situace.

Modelování a simulace je určitý mezistupeň mezi teorií a zkušenostní praxí. Zvládnout dovednosti systémového myšlení, modelovat reálné dynamické systémy, vyjádřit své vlastní předpoklady o tom, co zapříčinuje, že se určité dynamické chování odvíjí tak, jak se odvíjí a navrhnout modelové nástroje pro řešení není jednoduché.

6.1.7. „Myšlení o nástrojích“ versus „myšlení o systémech“

Snaha o bohatší systémové myšlení a k nastolení rovnováhy mezi „*myšlením o nástrojích*“ a „*myšlením o systémech*“, k většimu využití systémové podstaty a studování sociálních a technických entit vědeckých problémů ve společném rámci vám může pomoci změnit tendenční výzkumný pohled.

Začlenění systémového myšlení a tvorby systémových modelů do vědecké práce v sobě zahrnuje nové požadavky – zvládnutí specifických dovedností a schopnost jejich aplikace při řešení vědeckých úkolů.

Kromě zvládnutí teoretických znalostí je třeba zvládnout i praktické dovednosti tvorby modelů ve specializovaném software. A nejen to. *Informační*

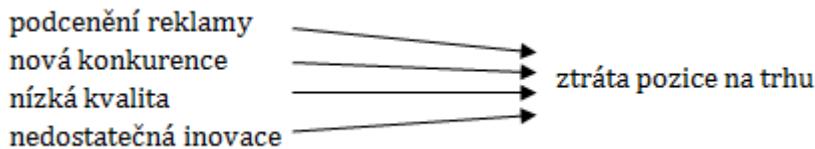
společnost je založena na *schopnosti práce s informacemi*. Tato práce dle Doucka (2010) je výrazně ovlivněna a podporována informačními a komunikačními technologiemi. Neznamená to tedy, že se pouze naučíte pracovat s nějakým programem, s nějakou aplikací. Zahrnuje také schopnosti a dovednosti využít a aplikovat naučené postupy v nových kontextech, při řešení konkrétních problémů, dále schopnosti a dovednosti jako jsou porozumění a práce s informacemi, tedy rozeznat kdy jakou informaci potřebuji, v jaké podobě, definovat příslušné informační zdroje, informaci umět správně interpretovat, začlenit nové informace do systému poznatků a struktury znalostí, jak jsme ukázali v kap. 1.5.

Model umožňuje měnit nastavení a zkoušet nové strategie v simulovaném prostředí, což vědci umožňuje *testovat* jimi navržené *hypotézy* a přispívat tak ke *znalostnímu učení*, a tím k hlubšímu osvojování nových vědomostí. Na důležitost ověřování/vyvracení vědeckých hypotéz jsme již v kap. 2.2. upozornili a ještě se tímto problémem budeme zabývat v kap. 9.

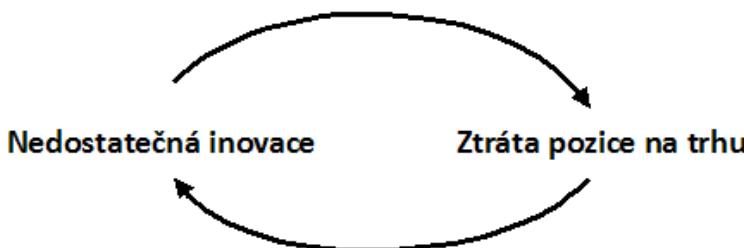
Jedna z hlavních bariér k uskutečnění těchto změn je zřejmě naše omezená schopnost změnit své *paradigma myšlení*. Pokud tuto bariéru překonáme a změníme své myšlení, budeme schopni lépe odhalit problémy a jejich vliv na chování světa.

Velmi často, především vlivem empirické evidence, nahlížíme na vazby v realitě pouze prostřednictvím jednoduchých kauzálních závislostí. Na otázku typu „Co způsobuje něco?“ si v současném dominantním paradigma myšlení vymyslíme pravděpodobně jako odpověď dlouhý výčet faktorů příčin problému. Předpokladem tohoto procesu myšlení je, že každý faktor přispívá k účinku jako příčina, příčinná souvislost probíhá jen jednou cestou, každý faktor působí nezávisle na ostatních.

Předved'me si výše popsané na příkladu a hledejme odpověď na otázku: „Co způsobuje ztrátu pozice na trhu?“ Popsaná struktura procesu mentálního modelování vygeneruje pravděpodobně podobný seznam, jako je tento níže uvedený:



To ale není správně, řešení otázky je třeba postavit na principech, že každá z příčin je spojena jak s jejím účinkem, tak i s každou další příčinou v tzv. smyčce se zpětnou vazbou, viz obrázek 6.3.



Obrázek 6.3: Zpětnovazební smyčka

6.2. Systémové myšlení a paradigma vědy

6.2.1. Změna paradigmatu vědy

Při řešení aktuálních vědeckých problémů – a nejen zde – se dostáváme do situací, kdy klasické přístupy nepřinášejí požadované výsledky. Naše kognitivní schopnosti limitují provádění spolehlivých mentálních simulací, a to i na základních množinách vztahů. Přitom svět kolem nás je stále komplexnější a vzájemně provázanější, což se promítá i do nároků na adekvátní metodologickou a metodickou podporu. Ve vědecké práci, resp. ve všech disciplínách a oblastech života je potřebné se zabývat *otázkou změny paradigmatu*, jež je obecně přijímán odbornou veřejností. Cílem podkapitoly je představit *systémové myšlení*, jež usnadňuje a rozšiřuje pochopení světa, jeho vztahů a vazeb. Seznámíme čtenáře s podstatou systémového myšlení a s možnostmi dosáhnout určitého posunu *tradičního paradigmatu vědy*.

Současně chceme přispět k multioborové diskusi odborníků a dát podnět k zamýšlení, zdali již nenazrál čas k podstatnější změně paradigmatu ve vědě. Jak jsme popsali v kap. 1.1., termín *paradigma* bývá definován jako myšlenka, postoj, názor na danou problematiku, způsob jejího řešení, který

je obecně přijímán odbornou veřejností. Paradigma souvisí s našimi mentálními modely a určuje způsob, jakým lidé rozumí okolnímu světu. Změna paradigmatu je velice složitý proces, který je zcela individuální a není možné ho docílit pouze vnějším působením. Pokud ale jedinec chce řešit komplexní úlohy úspěšně, musí dlouhodobě pracovat na svém vnímání světa a korekci svých *mentálních modelů*.

Vycházíme z toho, že tzv. *tvrdé vědy* a v rámci nich hlavně vědy přírodní, hluboce mění svůj přístup k poznání a k chápání objektivní reality (Potužáková & Mildeová, 2011). Chceme poukázat na nezbytnost reagovat na změněnou situaci také ve *společensko-vědních disciplínách*, a zvláště pak v *informatics*. Zaměřujeme se na nezbytnost globálnějšího myšlení pro pochopení dnešních problémů a v tomto rámci se zabýváme *systémovým myšlením*.

6.2.2. Systémové myšlení

Prvek světonázoru, který souvisí se systémovým myšlením, je odlišné vnímání reality jednak na úrovni fyzické „tvrdé“ základny, která se řídí zákony, jež je nezbytné respektovat, a oproti tomu na úrovni konstruované sociální „měkké“ nadstavby, tj. sociálního světa s kulturou a sociálními vztahy.

Systémové myšlení je ve své podstatě paradigmatem, představuje určitý pohled na svět, určitý sdílený světonázor a soubor metod, modelů, dovedností, přístupů a hodnot (Vojtko & Mildeová, 2007). Zároveň je ovšem paradigmou systémového myšlení ovlivňováno celkovým *paradigmatem společnosti*.

Nezdravost dnešního světa pramení z naší neschopnosti vidět jej vcelku, říká Senge (1990). Systémové myšlení je disciplína, ve které je svět vnímán jako celek, v průběhu změn a ne jen ve statických „momentkách“.

Paradigma systémového myšlení je postaveno na principech, že každá z příčin je spojena jak s jejím účinkem, tak i s každou další příčinnou v tzv. *smyčce se zpětnou vazbou*. Vede nejen k porozumění systémům jako celku, ale i k výraznému posunu ve vidění světa. Richmond definuje systémové myšlení jako umění a vědu o tom, jak formulovat spolehlivé závěry o chování systému, a to na základě hlubokého pochopení jeho základní struktury (1993).

Systémové myšlení stojí na několika obecných principech, jež jsou uplatnitelné v řadě oblastí. Obsahuje také řadu technik a nástrojů, jež mají původ především ve dvou zdrojích: v *koncepci zpětné vazby z kybernetiky* a v *inženýrské teorii servomechanismů* z 19. století.

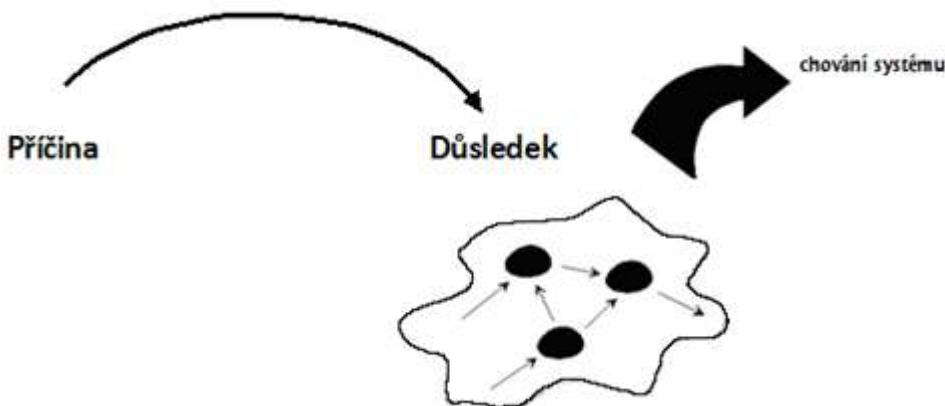
Systémové myšlení znamená:

- posun od nezávislých faktorů k *vzájemně závislým*, kde faktory nemají statickou váhu, tj. posun od pohledu na svět jako na soubor statiky a vztahů akce či reakce k pohledu na svět jako na trvající, vzájemně závislý, sám sebe podporující *dynamický proces*,
- citlivost pro jemné vzájemné souvislosti, které dávají živým organismům jejich unikátní charakter,
- "pohled z 10 km" – situace se vždy jinak jeví z nadhledu při oproštění se od vlivu situace a rozšíření vnímání systému, pouze z nadhledu lze vnímat celistvost a podstatné souvislosti, které nejsou vidět ze vnitř (tzv. „provozní slepota“),
- „vhodnost postavení“ určuje, kde stojíme vzhledem k problému, determinuje, jak vnímáme daný problém (tzn. jak vnímáme a rozlišujeme podstatné a nepodstatné), a také, jaký význam přiřazujeme problému, který vnímáme,
- pěstování schopnosti vidět „struktury“ skryté v komplexních situacích a rozeznávat příčiny změn různých úrovní.

6.2.3. Dovednosti systémového myšlení

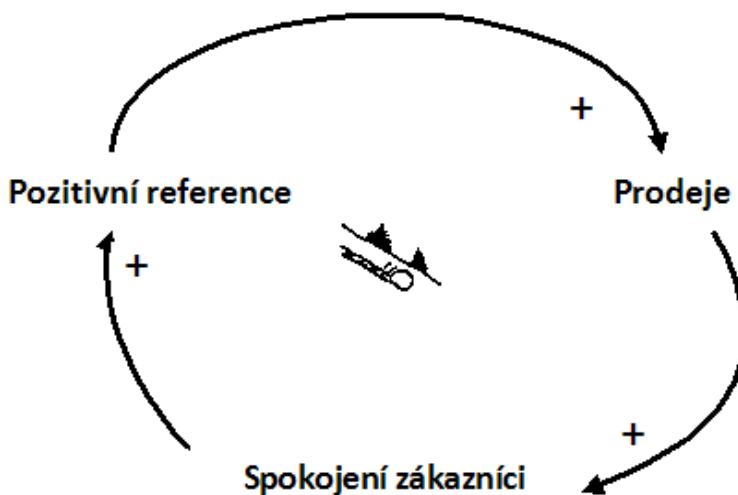
Systémové myšlení v sobě zahrnuje tři základní dovednosti – *příčinné myšlení* (Cause Thinking), *myšlení v uzavřených smyčkách* (Closed-loop Thinking) a *operacní myšlení* (Operational Thinking).

Příčinné myšlení je založeno na přesvědčení, že problémy, které se vyskytují v systému, jsou vyvolány jeho *struktureou* (viz obrázek 6.4). Problémové chování, tedy chování, které vyvolává problémy a neodpovídá požadovanému stavu, bývá častěji (a nesprávně) přiřízeno vnějším faktorům.



Obrázek 6.4: Příčinné myšlení

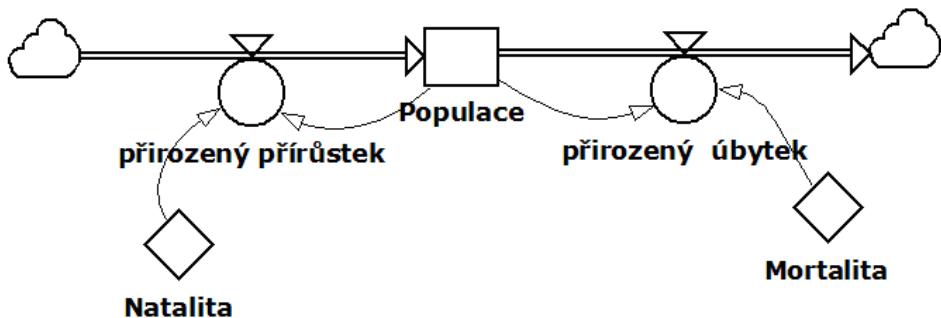
Myšlení v uzavřené smyčce představuje druhou část systémového myšlení, struktura je příčinnou chování a struktura je daná chováním, uspořádání je do zpětnovazební smyčky. Příčinné souvislosti nejsou jednosměrné, ale protisměrné (viz obrázek 6.5).



Obrázek 6.5: Myšlení v uzavřené smyčce

S dvěma výše popsanými dovednostmi úzce souvisí jeden z důležitých poznatků systémového myšlení, a to, že určité struktury chování se stále opakují a lze je ve formě tzv. *systémových archetypů* rozpoznat.

Operační myšlení dotváří celý proces myšlení, tvoří ho *hladiny a toky*, které jsou uspořádány pomocí *zpětných vazeb*, jak ukazuje obrázek 6.6.

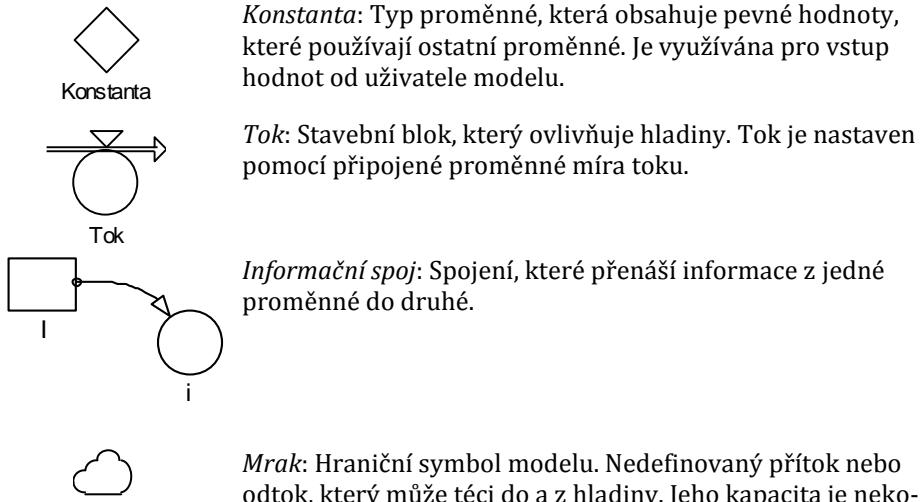


Symbolika



Hladina

Hladina: Typ proměnné, která akumuluje změny. Ovlivňují ji toky – zobrazuje aktuální stav přítoků a odtoků, které v simulaci doposud proběhly.



Obrázek 6.6: Operační myšlení

6.2.4. Vědecké myšlení

Za součást systémového myšlení a jednu z jeho dovedností je považováno kromě výše uvedeného také *vědecké myšlení*. Vědecké myšlení v tomto smyslu úzce souvisí s *kvantifikací*, tj. s číselným vyjádřením nutným pro odvození logických důsledků chování modelu v čase.

Vědecké myšlení znamená v souvislosti se systémovým myšlením také být rigorózním při *testování hypotéz*, vyjádřených předpoklady o příčinách problému, chování systému a jeho důsledcích. Tyto hypotézy jsou testovány v interakci s procesy tvorby modelů. Obvykle se používá testování založené na *ceteris paribus*, kdy měníme pouze jednu proměnnou a sledujeme reakci modelu na její změny (Vojtko & Mildeová, 2007).

6.2.5. Limity systémového myšlení

Systémové myšlení nemůže být všechny na problémy. Neposkytne přesné postupy a návody na řešení problémů. Poskytuje ale soubor metod a pohledů, které mohou rozvoji vědy pomoci. Používáním systémového myšlení se zvyšuje pravděpodobnost, že naše zásahy do systému přinesou očekávané výsledky. V systémovém myšlení můžeme vidět způsob správné vědecké práce, myšlení a učení se.

6.2.6. Systemické x systematické x systémové myšlení

Systémové myšlení si nelze plést s obdobnými pojmy, které jsou ve vědecké práci také relevantní, a kterými jsou *systemické a systematické myšlení*, viz tabulka 6.1.

Tabulka 6.1: Systemické x systematické x systémové myšlení

Systemické myšlení	Systematické myšlení	Systémové myšlení
nalézt a vidět systémové vzory	myslet metodicky	vidět věci v interakci s ostatními

6.3. Struktury a analogie struktur

Ačkoliv vědecké postupy a moderní věda se mohou z hlediska dlouhodobé historie jevit jako časem neprověřený, zatím velice krátkodobý experiment, jehož smysluplnost není dlouhodobou historií zatím prověřena, jde přesto o široce společností uznávaný způsob poznávání světa. Je také možné i v dnešní moderní vědě použít princip analogie jako způsob poznávání na bázi podobnosti v různých prostředích či systémech.

V historii se v mnohých kulturách pracovalo hojně se symbolikou a analogií a právě analogie struktur byla pro mnohé zasvěcené v historii klíčem k získávání mnohých znalostí, zkušeností i objevů bez použití nejmodernějších technologií, kterými dnes disponuje dnešní moderní věda.

Využití principu analogie struktur při vědecké práci spočívá v tom, že pochopení určitého systému, který je analogický k jinému systému, nám umožňuje získat informace o obou systémech, přestože máme informace pouze o systému jednom avšak za předpokladu, že známe principy, dle kterých se daná podobnost zrcadlí v systému druhém. V nejobecnějším měřítku bylo využíváno této znalosti např. v oblasti analogie mikrokosmu a makrokosmu, tedy podobnosti vnitřního světa (malého universa) a vnějšího světa (velkého universa), a to zejména ve starých původních svatých vědách⁸. Aplikace těchto znalostí umožňovala používání např. astrologie mnoha tisíc let v různých historických etapách (např. i ve věku Býka ve starověkém Egyptě).

V současnosti jsou tyto principy částečně používány i v moderních technologiích. Nepřímo lze spatřit např. v oblasti dobývání znalostí z databází (data mining) zrcadlení principu analogie struktur skrze pravidla, pomocí kte-

⁸ Alchymie, Astrologie, Magie, Kabala

rých jsme schopni ze struktury databáze a uložených dat odvozovat i dodatečné vlastnosti a vztahy.

„Analogie umožňuje proniknout do jevů, které svými smysly nemůžeme postihnout buď pro rychlosť, nebo pro neviditelnost.“ (Wimmer, 1964). Analogii jakožto metodu vědeckého myšlení doporučujeme využít s ostatními metodami, protože sama o sobě není důkazem zjištěných skutečností, protože rozpoznávání závisí na znalosti a přesnosti podobností, dle kterých je systém analogický k pozorovanému systému. Význam analogie je zejména důležitý z hlediska rychlosti pochopení neznámých systémů díky podobnostem s jiným systémem, který daný systém umožňuje pochopit. Např. způsob fungování státu se odráží ve způsobu fungování Národního divadla nebo způsob šíření vlnění na hladině je analogický akustickým vlnám.

KAPITOLA VII

Modelování a simulační experimenty

7. Modelování a simulační experimenty

Modelování a simulační experimenty patří k nejpokročilejším metodám vědeckého zkoumání. Tento způsob zkoumání založený na vlastních objevech dává prostor pro rozvoj osobní tvořivosti a samostatného uvažování. Kapitola seznamuje s těmito výzkumnými přístupy a současně ukazuje čtenáři klíč ke tvorbě správného modelu.

7.1. Modelování a simulace

7.1.1. Model

Model je účelové zjednodušení skutečnosti, kdy jsou za účelem zvládnutelnosti opomíнутu méně důležité detaily reality. Model se tedy nesnaží zachytit všechny aspekty reálného systému, ale pouze ty aspekty, které mají na chování systému jako celku podstatný vliv.

Model je termín, který je v různých souvislostech stále diskutován, nejde jen o metodu vědecké práce (Křemen, 2007). Pokud bychom vyšli z firemního prostředí a tázali se manažerů, museli by připustit, že permanentně používají modely – mentální nebo formální – pro svá důležitá rozhodnutí. Na nich není volba, zda model použít, ale který model použít, a jejich zodpovědnost spočívá v použití toho nejlepšího dostupného modelu. Zde je cílem tvorby modelů pomoci manažerům k lepším rozhodnutím, rozhodnutím zformovaným díky nejlepšímu dostupnému modelu.

7.1.2. Hranice problému

Zásadní u vědecké práce je podrobné stanovení problému, který má *model* řešit. A abychom se nedostali už na začátku do slepé uličky, měli bychom aplikovat například princip Occamovy břitvy, která nám pomůže problém jasně definovat, určit jeho hranice a „odříznout“ nepotřebně a zatěžující informace. Zároveň jde o jeden ze základních principů, na kterých staví i moderní věda v řešení problému nekonečné rozmanitosti teorií, které vedou ke stejným výsledkům. *Occamova břitva* je velmi jednoduchou metodou, která nám umožní dostat se k jádru problému. Princip této metody spočívá v tom, že „odřezáváme“ zbytečné části našeho problému a snažíme se jej okleštit pouze na jeho jádro, které nás zajímá (Thorburn, 1918).

K tomu nám můžou pomoci následující otázky:

- Týká se to nás? – Takto vyloučíme problémy, které neovlivníme.

- Můžeme s tím něco udělat v rozumné době? – Obvykle řešíme problémy v horizontu týdnů a měsíců.
- Umíme o tom shromáždit potřebné údaje? – Pro řešení problémů potřebujeme fakta.
- Opravdu to chceme řešit? – Všichni musí mít zájem na vyřešení problému.

Tímto způsobem můžeme dojít ke skutečnému jádru problému. Rizikem této metody je „odříznutí“ nesprávného nebo příliš velkého celku. Tímto bychom se mohli dostat do situace, že nebudeme řešit náš původní problém, ale jinou problémovou situaci, kterou řešit nechceme a která nepovede ke kýženému výsledku. Zároveň platí, že jeden model může být současně využit pro různé účely.

Vytvoříme-li například model pro simulaci výroby elektrické energie ve vodní elektrárně, pak vlastní účel modelu/řešený problém může být pochopení principu výroby elektrické energie ve vodní elektrárně, sledování poměru výroby a spotřeby elektrické energie, zohlednění vazby na počasí a jeho zpětným působením na hladinu vody v nádrži, sledování poměru hladiny vody v nádrži při nestálém přítoku a různé spotřebě elektrické energie, chování elektrárny při změně poptávky s možností regulace přítoku vody do elektrárny lidským faktorem, simulace vyprodukovaného CO₂ (oxid uhličitý) v závislosti na průtoku vody, atd.

7.2. Mentální a explicitní (počítačové) modely

7.2.1. Mentální modely

Mentální modely, jež si vytváříme ve své mysli, sestávají z komplexní a multidimenzionální směsice obrazů a zkušeností. Mentální modely jsou filtry, kterými interpretujeme své zkušenosti, měníme plány a vybíráme z několika možností.

Mentální modely mají některé velké *výhody*:

- jsou nám vlastní a kdykoliv k dispozici,
- jsou flexibilní, adaptovatelné na nové situace,
- dokáží pojmut značně více informací než pouhá číselná data,
- mohou pracovat s různými typy informací, nejen kvantitativními.
- jsou okamžitě modifikovatelné s příchodem nové informace,
- mohou obsahovat mnoho informací a znalostí, které jinde nelze nalézt.

Mentální modely mají ale i *nedostatky*:

- často nejsou správné, a tak při rozhodování můžeme chybně odhadnout důsledky našich činů,
- jsou nejasné a neúplné, obvykle bez přesněji specifikovaných předpokladů,
- jsou omezeně racionální,
- rychle se mění,
- obtížně se komunikují a sdílejí,
- jsou z části nevědomé.

Problémy s mentálními modely jsou dány tím, že ostatní lidé naše mentální modely často chápou špatně, jejich interpretace našeho, pro nás tak jasného mentálního modelu, se liší. To, že máme problémy s chápáním mentálních modelů jiných lidí, je celkem pochopitelné, říká Vojtka (2005). Horší je, že ani my sami nejsme příliš dobře vybaveni pro konstrukci a chápání vlastních mentálních modelů či pro jejich používání při tvorbě rozhodnutí.

Předpoklady, na nichž jsou mentálními modely založeny, je těžké zkoumat, z toho dále plyne možnost výskytu rozporů. Naše osobní mentální modely jsou velmi omezené, můžeme brát v úvahu pouze několik málo aspektů a velmi často chybujeme v odhadu konsekencí. Je propastný rozdíl mezi tím, jaký je mentální model, a tím, co skutečně vnímáme. Psychologové prokázali, že jedinec je schopen zpracovat maximálně sedm (5 ± 2) různorodých proměnných najednou, jak uvádí v diskuzích o limitech modelů Sterman (1991). Jinými slovy, mentální modely, které používáme k tvorbě rozhodnutí, jsou velmi jednoduché až primitivní.

Mentálním modelům obsahově podobný pojem „světonázor“ (angl. „worldview“, něm. „Weltanschaung“) zavedl P. Checkland ve své *metodologii měkkých systémů* (Checkland & Scholes, 1990).

K ilustraci diference našich mentálních modelů a jejich ovlivnění toho, co a jak vnímáme, můžeme použít tzv. „*GESTALT FLIP*“ obrázek ženy (anonymní autor 2012).



Obrázek 7.1: Obrázek ženy

Ženu z obrázku 7.1 lze vnímat dvojznačně – bud' jako starou bábu nebo jako mladou dámu, ale nelze vidět obojí současně. Tato dvojznačnost byla využita při psychologických experimentech, které zkoumaly vliv mentálních modelů na uvažování. Pokud byly pokusným osobám nejdříve ukázány obrázky s některými detaily, jež blíže určovaly bud' mladou, nebo starou ženu, pak tyto osoby viděly stejnou ženu i v obrázku, jenž byl víceznačný. To dokazuje, že i naprosto stejná informace může být vnímána a dále zpracovávána odlišným způsobem. Tento princip lze promítnout i do vědecké práce: závisí na našich mentálních modelech, zda budeme zkoumání vidět jako těžké (stará bába), nebo jako s potenciálem krásné (mladá dáma).

7.2.2. Mentální mapy

Způsob, jak vyjádřit mentální model, je *mentální mapa*. Pomocí mentální mapy se snažíme shrnout všechny oblasti, které mají co do činění s hlavní myšlenkou. Myšlenková mapa by měla vycházet z hluboké analýzy řešené problematiky. Z tohoto důvodu může být dosti obsáhlá a složitá. Při řešení problémů v praxi je téměř nezbytné zohlednit všechny informace, které mapa obsahuje.

Pro tvorbu mentálních map existuje celá řada softwarových produktů, jako jsou NovaMind, FreeMind či MindMaps. Svými nástroji umožňují vědci rozvíjet nejen schopnosti systémové analýzy problému, ale i schopnosti kreativního myšlení.

Na následujícím schématu na obrázku 7.2 jsou rozepsány faktory, které ovlivňují rozhodování manažera o ceně výrobku. Tyto ovlivňující faktory jsou dále rozvedeny na nižší, detailnější úrovně tak, aby bylo jasné, co který pojem obsahuje a jak dále ovlivňuje manažerské rozhodnutí.

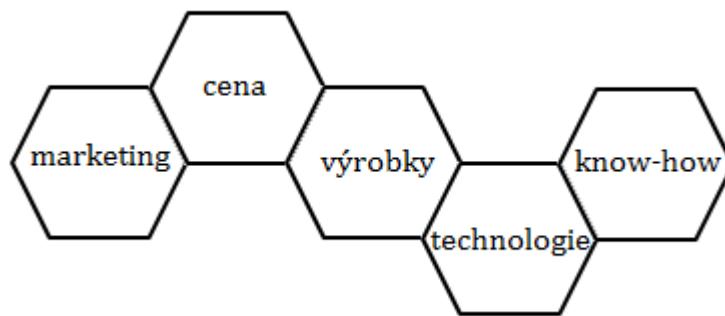
Situace je postavena na vysokém stupni komplexity. Tato skutečnost je taktéž zahrnuta do mentální mapy – je zde naznačena vzájemná návaznost a provázanost jednotlivých ovlivňujících se faktorů, které vstupují do hry a které jsou přímo či nepřímo ovlivňovány manažerským rozhodnutím. (Pro větší názornost by mapa mohla být doplněna i grafickými prvky a obrázky.)



Obrázek 7.2: Myšlenková mapa

K vyjádření mentálních modelů lze dle Šusty (2004) dále použít další prostředky:

- *šestiúhelníky*, pomocí nichž vyjadřujeme základní závislosti tak, že prvky, které spolu souvisí, se dotýkají hranami, jak vidíme na obrázku 7.3.
- *příčinné smyčkové diagramy*, které umožňují zobrazení tendenze a směru informačního spoje a z toho vyplývající příčinnost, jak si vyšetříme dále,
- *diagramy toků*, jež nejdokonaleji vyjadřují poměry v dynamickém systému, a proto se jim ještě budeme věnovat.



Obrázek 7.3: Šestiúhelníky

Z dalších nástrojů zmíňme ještě alespoň *pojmové mapy*, *Rich Pictures* z měkké systémové metodologie a *procesní mapy*.

7.2.3. Explicitní (počítačové) modely

Výše jsme si ukázali, co chápeme pod pojmem *mentální model*. Nyní si představíme možnosti, jak některé z popsaných nedostatků mentálních modelů co nejlépe překonat. Jako nástroj či pomůcku lze použít počítače a od mentálních modelů přejít k *modelům explicitním*. Dobrý *počítačový model* může poskytnout jakési zrcadlo našim mentálním modelům, můžeme je navzájem srovnávat a vyvzovat z nich smysluplné závěry, překonat nedostatky a omezení vyplývající z mentálních modelů. Je však třeba si především plně uvědomit, jaká to přináší omezení, k čemu je počítač vhodným nástrojem a k čemu již ne.

Provedli jsme výzkum (Mildeová, 2007), kdy jsme porovnávali, jak je řešen určitý praktický problém:

1. při užití pouze mentálních modelů a
2. při rozšíření mentálních modelů pomocí počítačové simulace.

Výsledky výzkumu potvrdily, že při používání mentálních modelů není rozhodnutí vytvářeno na základě racionálního posouzení cílů, možností a důsledků, jak ukážeme dále. Důležité jsou však tradiční postupy a stereotypy myšlení a chování.

Jak vypadalo v našem průzkumu rozhodování ovlivněné pouze mentálními modely?

Ukázalo se, že mentální modely, které byly použity k tvorbě rozhodnutí, byly velmi jednoduché až primitivní. Často nebyly správné, při rozhodování byly chybně odhadnuty důsledky rozhodnutí.

Výzkum potvrdil to, co jsme již výše uvedli, tedy, že mentální modely jsou výrazně limitovány tzv. pravidlem 5 ± 2 . Zkoumané osoby řešili tudíž pro-

blém s určitými omezeními, navíc si nedokázali představit dynamické souvislosti.

Z toho lze vyvodit, že pochopit komplexnost, dynamiku a chování složitějších produkčních, technických, či biologických systémů je pro jednotlivce těžko dosažitelné.

Možností, jak překonat toto omezení, bylo tedy v našem výzkumu simulační modelování. Simulace sloužila k manipulaci se zrcadlenými modely našich mentálních modelů. Pomáhala pochopit souvislosti, vazby mezi příčinami a následky v našich mentálních modelech. Modelování a simulace pomohly pochopit, jak věci fungují. Umožnila vyvarovat se chyb a rozšířila naše mentální modely tak, abychom chápali souvislosti, příčiny a jejich následky.

Přesvědčili jsme se tak o základních *přínosech počítačových modelů*, tak jak je uvádí Sterman (1991):

- jsou explicitní, musí být určitým způsobem formalizovány a jsou popsány základní předpoklady modelu, čímž je umožněna jejich následná kontrola,
- na základě takového modelu jsou počítače schopny korektně vypočítat jeho logické následky ve smyslu vztahu struktura – dynamické chování, což umožňuje experimentovat s modelem ve zhuštěném čase,
- jsou srozumitelné, relativně snadno komunikovatelné a mohou brát v úvahu mnoho faktorů najednou.

Na druhé straně je třeba vzít v úvahu, že ne vždy jsou explicitní počítačové modely tak ideální. Mohou se projevit i určité *slabé stránky počítačových modelů*, nedostatky, jež by se daly shrnout jako důsledky opomenutí následujících zásad:

- model není cílem sám o sobě, cílem je vyřešení nějakého problému a získání poznatků, pro které je model pouze nástrojem,
- model není realita, je pouze jejím zobrazením s mnoha limity, reálný svět se může chovat jinak, než předpokládáme,
- model by měl být co nejjednodušší, příliš složitý model se stává „černou skříňkou“ (někdy i pro samotného tvůrce). Což ale neznamená, že by měl model být simplistický, tj. zjednodušený na úkor podstatných faktorů

Dalším obecným problémem počítačových modelů je, že pro vyvození důsledků potřebují *kvantifikovaná data*. Abychom opravdu konzistentně znázornili mentální modely, je nutné kvantifikovat i vztahy a charakteristiky, které nejsou v realitě měřitelné, nebo je jejich měření z různých důvodů velmi obtížné. Obvykle jsou zařazovány mezi tzv. měkké faktory. Příkladem

může být vliv stresu na pracovní výkonnost a chybovost, nebo motivace pro různé typy rozhodování. I když je jejich exaktní zpracování poměrně komplikované, opomenout je není možné. Jejich případné opomenutí by totiž znamenalo, že mají nulový vliv, což je jediná hodnota, o které víme, že je s jistotou špatná, říká Sterman (1991). *Měkké charakteristiky* jsou často klíčem k vysvětlení chování systému a bez nich není možné provést nápravu problému z dlouhodobého hlediska. Zjištění těchto charakteristik je samozřejmě značně nelehké, a proto byly vyvinuty některé techniky speciálně pro tento účel. Ty jsou založeny na kvalifikovaných odhadech parametrů a vztahů v modelu odvozených z nutných podmínek a jinak skrytých (tacitních) znalostí z mentálních modelů.

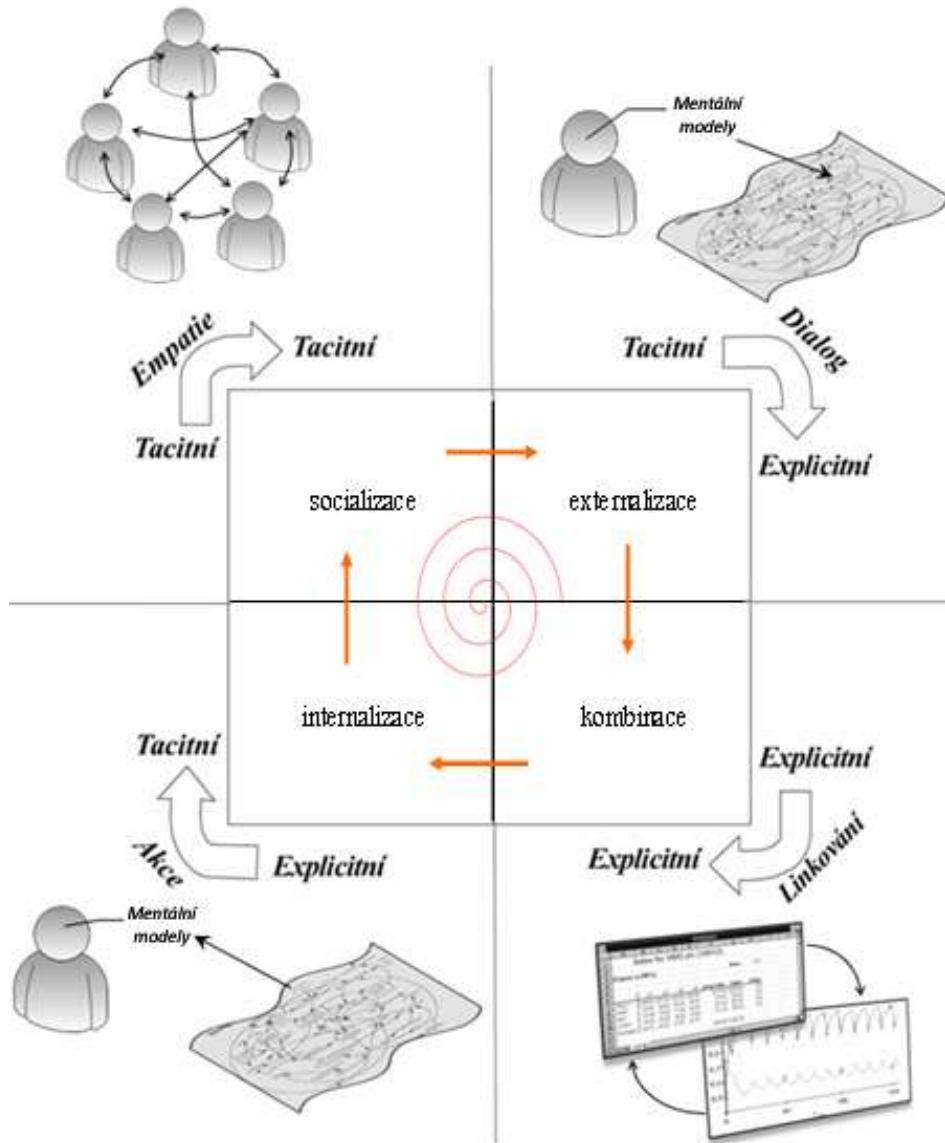
7.2.4. Znalosti v explicitních modelech

Roli znalostí v explicitních modelech lze dle Mildeové a Klase (2006) diskutovat z různých pohledů: jakou roli hrají znalosti při konstrukci modelů, jaké znalosti lze pomocí nich získat a jaké jsou obecně limity těchto modelů z pohledu znalostí.

Explicitní modely mohou pomoci při formulaci znalostí dvojím způsobem. Za prvé se jedná o artikulaci znalostí a zkušeností do explicitního tvaru, za druhé jde o získání znalostí z modelace, např. v případě simulačních modelů půjde o chování systému na základě chování vytvořeného modelu.

Zkoumejme případ simulačních modelů v organizaci. Využít můžeme z již v kap. 1.5. popsaného *SECI modelu* Nonaky a Takeuchiho (1995), který názorně popisuje, jak se pracuje se znalostí. Pro vyjádření vztahu explicitních modelů a znalostí lze SECI model modifikovat. V rámci této rozšířené struktury SECI modelu lze zkoumat jednotlivé fáze spirály znalostí, viz obrázek 7.4. Začneme fází *tacitní – tacitní*. *Tacitní znalosti* jsou latentní, jak jsme v kap. 1.5. popsali, a jejich nositel si často ani není vědom, že touto znalostí disponuje a lidé tyto tacitní znalosti sdílejí intuitivně. Explicitní model může být využit jako nástroj ke kodifikaci těchto tacitních znalostí, které jsou uloženy jako mentální modely či zkušenosti v hlavách jednotlivců, do explicitní formy vyjádřené modelem. V této fázi *tacitní – explicitní* může být využita forma polostrukturovaných rozhovorů, hloubkové analýzy či workshopů s různými zúčastněnými stranami (Mitleton-Kelly, 2005). Takový model pak není jen formalizací podnikových znalostí, ale i představ. Na základě chování vytvořeného modelu se získají znalosti o chování systému. Následně ve fázi *explicitní – explicitní* dochází ke střetu statických a dynamických modelů firmy, střetu explicitních znalostí jednoho a druhého, koordinaci činností např. různých oddělení díky tomu, že znalosti jsou explicitně vyjád-

řeny. Manažeři, či obecně zaměstnanci, používáním znalostí z explicitního modelu obohacují své mentální modely, srovnají externalizovanou znalost se svými stávajícími znalostmi a začlení ji do svého „portfolia“ znalostí. Fází *explicitní – tacitní* práce se znalostí nekončí, cyklus dále pokračuje. Pracovníci uplatňují získané znalosti, učí se nové věci a návyky, které mezi sebou sdílejí. Znalost může podnítit vznik další nové znalosti a spirála začíná znova. Na základě explicitních modelů tak dochází k rozšiřování znalostní základny organizace (Mildeová & Klas, 2006).



Obrázek 7.4: Spirála znalostí SECI při modelování

Z výše popsaného vyplývá, že pokud použijeme *modelování jako metodu vědecké práce a zkoumání*, nevznikají nové znalosti jen na základě modelových výstupů, ale v celém procesu tvorby modelu a jeho užívání.

7.3. Pravdivost modelu

Jak můžeme pro svá vědecká zkoumání dojít k „nejlepšímu dostupnému modelu“? Jednou z možných cest je správný postup ověřování.

Otázka *ověřování pravdivosti modelů* je neprávem opomíjena. Nejen proto, že model je produkt, který je často vytvořen pro jiného uživatele, než je jeho tvůrce, musí být podroben důkladnému otestování. Je třeba ho otestovat především pro to, aby byl dostatečně kvalitní. I když je totiž systém (problém, realita) modelován na základě kvalitní analýzy, je možné, že se bude model nakonec chovat jinak než by uživatel očekával, a de facto je v rozporu s realitou (Rosický & Pavláček, 2010).

Popišme stručně specifické testy a procedury, tak je popisuje Sterman (2000) a také Mildeová s Dalihodem (2010), které bychom měli dodržet k otestování vhodnosti modelu, odhalení jeho vad a zvýšení pravděpodobnosti, že model bude užitečný.

7.3.1. Dimenzionální konzistence

Zahrnuli jsme do modelu i měrné jednotky, které nemají v reálném světě svůj význam? *Dimenzionální konzistence*, jakožto nejdůležitější test, by měla vždy být dělána jako jeden z prvních testů. Znamená to specifikovat měrné jednotky pro každou proměnnou modelu. Neshody v konzistenci nemusí odhalit nic více než typografickou chybu, mnohem častěji ale odhalí chyby v jednotkách, důležité nedostatky v chápání struktury systému či v rozhodovacím procesu, který se snažíme vymodelovat.

7.3.2. Stanovení parametrů

Před rozhodnutím, jaký parametr by měl být vybrán, či má-li jeho hodnota své opodstatnění, je nutné se ujistit, že veškeré *konstanty a proměnné* mají svůj význam v reálném světě. Dále je nutné rozhodnout, jak určit hodnoty každé proměnné. Zda to bude na základě statistického výpočtu z numerických dat, jak lze najít v kap. 9., nebo pomocí úsudku.

Nedostatky v numerických datech mohou znemožnit naplnit všechny parametry v modelu. Proto musíme být také schopni určit parametry podle úsudku s využitím názorů expertů, které získáme z interview, workshopů, archivních materiálů, přímé zkušenosti, atd.

7.3.3. Test extrémních podmínek

Test extrémních podmínek poskytuje kritický test v oblasti, kdy je systém mimo známou fyzickou realitu, popř. omezení pozorovaná v minulosti.

Modely by měly být odolné i v extrémních podmínkách. Odolnost v extrémních podmínkách znamená, že by měl model fungovat bez ohledu na to, jaké vstupy na něj působí. Není např. reálně možné, aby docházelo k neustálému úbytku zásob i ve chvíli, kdy jsou zásoby reálně již nulové a fyzicky tedy nedostupné; nebo produkce při propuštění všech zaměstnanců by měla klesnout samozřejmě na nulu či poptávka po produktu nebude žádná, když cena vyroste závratně vysoko; obdobně nelze vyrábět bez materiálů, práce, strojů a dalších zdrojů atd. Test extrémních podmínek se ptá, jestli model funguje tak jak má, jestli je výstup přijatelný a správný, když vstupy nabерou své maximální resp. minimální hodnoty.

7.3.4. Test dynamických hypotéz

Aby použití modelů přispělo maximální měrou k efektivnímu vědeckému výzkumu a k procesu učení se, je třeba, aby si vědci/uživatelé vytvářeli *hypotézy*, které posléze pomocí modelace ověřují, nebo vyvracejí.

Rozhovory s významnými spolupracovníky a experty, prostudování literatury či archivních materiálů a v neposlední řadě také přímá zkušenosť se zkoumaným systémem napomáhá poznat a navrhnout dané *procesy* a zejména ty, které označujeme jako *endogenní*. Vytvoření *dynamické hypotézy*, tj. hypotézy, která se v čase mění, pak napomáhá navrhnout jak zapojit další možné zpětné vazby, které by mohly změnit dynamiku, popřípadě směřování modelu.

Naopak je nutné posoudit, zda-li je možné vynechat potencionálně nedůležité zpětné vazby, a tím tak vytvořit jednoduší a přehlednější model.

7.3.5. Validace a verifikace

Testování je někdy provedeno tak, aby „dokázalo“, že model má „pravdu“, což je přístup, který je pro kvalitní vědecká zkoumání neakceptovatelný a nakonec může nahlodat prospěšnost modelu a poškodit důvěryhodnost tvůrce modelu. Tvůrci modelů mohou trpět předsudky, snažit se prezentovat data, která jsou vyhovující již předem učiněným závěrům, a poté se drží své představy navzdory důkazům.

Tvůrci modelů často mluví o „*validaci*“ modelu či uvádí, že mají „*verifikovaný*“ model (Gruhl & Gruhl, 1978). Položme si ale otázku, zda je validace a verifikace modelů vůbec možná. Pojem „*verify*“ lze interpretovat jako *prav-*

da nebo jako zjistit pravdu, správnost či realitu. „Valid“ lze přeložit jako „mít správně odvozen závěr z premis“, tj. pojem souvisí s tzv. objektivní pravdou. S těmito formulacemi nemůže být žádný model spojován, protože žádný model nemůže být zcela validován⁹.

Užitečný, poučný nebo přesvědčivý jsou mnohem vhodnější termíny pro vyjádření podstaty modelů než validní.

7.3.6. Užitečnost modelu

Abychom mohli odpovědět na otázku: Je model užitečný?, musíme se nejprve zeptat: Užitečný vzhledem k jakému záměru? Samozřejmě jsou modelové výsledky závislé na počátečním nastavení proměnných. Ty musí co nejpřesněji odrážet stav reálného světa. Jedna z cest, jak potvrdit validitu modelu je modelovat případy z reálného světa jak ukazuje Dlouhý (2007) a následně nechat experty rozhodnout, zda jsou hodnoty relevantní a dávají smysl. Pokud je model takto ověřen, je užitečný.

Tvůrci/uživatelé modelů musí v závislosti na jejich záměru kriticky stanovit ohraničení modelu, jeho časový horizont a úroveň agregace. Hranice modelu určuje, které *proměnné* budou pokládané za *endogenní* (proměnné, jejichž hodnoty jsou určeny řešením modelu), které budou *exogenní* (proměnné, které ovlivňují řešení modelu, ale jejich hodnoty jsou zadány mimo model), a které budou zcela vyloučené. Faktory relevantní k záměru musí být brány endogenně. Pokud bychom je zachytily exogenně, nebo je vyneschali, zpřetrháme zpětné vazby. Úzce vymezené modely nezachycují odezvy systému na okolí a nechávají modeláře (uživatele), aby je považoval za nepředvídané vedlejší efekty.

7.3.7. Replikace historických dat

Položme si otázku, zda schopnost modelu replikovat historická data bezprostředně znamená, že je model užitečný, a opačně, zda neschopnost replikovat historická data musí nutně znamenat, že by model měl být zavržen. Správná odpověď zřejmě bude, že užitečnost modelu nemůže být posuzována jen podle souladu s historickými daty. Spíše je třeba, aby tvůrce modelu ověřil, zda *struktura a pravidla rozhodování* korespondují se strukturou a pravidly rozhodování používanými v realitě a to vzhledem k záměru modelu. To vyžaduje, aby v případě, že s modelem nebude pracovat přímo jeho tvůrce, modelář s jeho budoucím uživatelem detailně prozkoumali předpo-

⁹ Zatímco pravdivost modelu nemůže být potvrzena, jeho nepravdivost naopak může.

klady modelu, provedli rozhodovací analýzu a prozkoumali *citlivost modelu* na další možné předpoklady.

Shodně se Stermanem (2000) jsme přesvědčeni, že tvůrci modelů často přikládají příliš velkou váhu souladu modelu s historickými daty, aby přesvědčili, že jejich model je správný. Samozřejmě grafy ukazující těsný soulad dat a modelu jsou působivé, nelze ale být takovýmito grafy ukolébání a další testy neprovádět.

7.3.8. Iterativnost procesu tvorby modelů

Proces modelování, resp. tvorba teorií a testování teorií, není lineárním dějem, který po ukončení posledního kroku končí, ale je to *proces iterativní*. Často je nutné se vrátit a pozměnit, či doplnit dříve vykonané fáze při respektování integrity celého modelovacího procesu.

7.4. Měl pravdu George P. E. Box?

Předpokládáte, že lidé jednají racionálně a optimalizují svůj výkon? Počítá Váš model s omezeností poznání, s organizačními skutečnostmi? Jsou simulovaná rozhodnutí postavena na informacích, které ti, co rozhodují, skutečně mají? Mnoho otázek je v souvislosti s modely a jejich testováním výzvou pro další zkoumání. Jak poznáme, že jsme se mylili?

Je možné, že použijeme špatnou metodu k danému případu, a tím dosáhne me špatných závěrů o chování daného systému. Modelování systému lze provést v nesprávném čase, ze špatných důvodů a se špatnými nástroji ("špatné" nemusí nutně znamenat nesprávné, máme spíše na mysli nevhodné). Výsledky testů nám mohou říci, zda-li je model v souladu se znalostmi z reálných systémů. Všechny *formální modely* jsou limitovaná, zjednodušená reprezentace reálného světa. Od reality se v menší či větší míře odlišují. V procesu tvorby modelu se sám model stává realitou – je jedním z objektů reálného světa. Ukažme si tuto dualitu na příkladu z oblasti modelování informačních systémů: model dokumentuje reálný svět (např. informační systém), jeho existence tvoří součást reálného světa – at' už ve formě aplikace či dokumentace (Exnarová, 2010).

Užitečnost modelu není záležitostí jen statistického testování a souladu s historií, ale je nevyhnutelně hodnotovým soudem, který tvůrce i uživatel musí provést. Soulad modelu s historickými daty je důležitý (Sterman, 2000). Porovnání výstupu modelu s numerickými daty je mocným nástrojem jak nalézt chyby ve formulaci modelu. Nicméně soulad modelu s historickými daty nestačí k prohlášování *platnosti modelu* a nemůže

ochránit tvůrce modelu před kritikou. *Zkoumání souladu s historickými daty* by mělo být součástí většího procesu testování směrem k vylepšování modelu. Místo hledání jediného testu pro validaci, na jejímž základě model projde či nikoliv, bychom měli hledat styčné společné body mezi modelem a realitou. Namísto předkládání důkazů, že model je validní, bychom se coby tvůrci modelů měli zaměřit na omezení modelu, aby mohl být vylepšen a aby byl ve vědecké práci použit správně a byl užitečný (Toman, 2009). Ztráta jistoty, že model je užitečný, vede k selhání implementace.

Ekonom a statistik George P. E. Box – s odvoláním na statistické modely pravděpodobnosti – řekl, že "Všechny modely jsou špatné – ale některé (modely) jsou užitečné" (1979). Toto do značné míry nesprávně pochopené, ale přesto slavné vyjádřilo Boxův názor, že je třeba činit rozhodnutí i s neúplnými informacemi, které lze obhájit tím, že se jedná o nejlepší dostupné modely. Mnoho autorů dokazuje, že explicitní modely jsou užitečné pro modelování reálných systémů. Sharif (2005) například ukazuje, že modelovat výrobní zařízení lze jako sérii procesů toků nebo jako posloupnost inženýrských rozhodnutí, nebo dokonce jako vizuální „mapu mysli“ závislostí a interakcí související s tavením, válcováním, razítkováním, zárukou kvality a dodacími procesy.

Na základě našich zkušeností při modelování situací v reálném světě můžeme, obdobně jako Sharif, pozměnit Boxovo slavné vyjádření a podporovat tvrzení: "Všechny modely jsou špatné, ale explicitní počítačové modely mají tendenci být pro vědecká zkoumání užitečné".

7.5. Klasifikace modelů

Počítačové modely můžeme pro naše účely rozdělit do dvou základních kategorií na *modely optimalizační a simulační*, z nichž každá má svá další specifika. (Kategorizací dle různých hledisek by bylo možné provést podstatně více.)

7.5.1. Optimalizační modely

Optimalizačními modely se snažíme nalézt nějaké *optimální řešení* – at’ již maximum, či minimum. Většinou se skládají ze tří částí, kterými jsou cílová funkce, omezující podmínky a proměnné rozhodnutí. U tohoto přístupu je třeba si uvědomit určitá omezení, zejména ve vztahu ke komplexním sociálním systémům, kdy je problémem určení cílové funkce, která velmi často závisí na perspektivě pohledu.

7.5.2. Simulační modely

Pro účely vědecké práce se budeme primárně zabývat druhým typem počítačových modelů, kterými jsou modely simulační. Název vychází z latinského slova „*simulare*“, napodobovat. Cílem simulačních modelů je tedy napodobovat chování reálného systému, aby mohlo být zkoumáno.

Takovéto simulační modely vytvářejí „*mikrosvěty*“, s kterými lze provozovat různé vědecké experimenty v komprimovaném čase, v reálném světě neuškutečnitelné. Na rozdíl od optimalizačních, simulační modely umožňují zahrnout mnoho specifik komplexních sociálních systémů, ať již jsou to zpětné vazby, zpoždění, či nelinearita. Používají se prakticky především na analýzu typu „*jestliže-pak*“ („what-if“), testování dopadů různých scénářů, strategií, apod. Použití počítačovým simulačních modelů pro experimentování může vědcům poskytnout řadu neocenitelných poznatků.

Typický simulační model musí splňovat dva základní předpoklady. Prvním je respektování určitých materiálních determinant fungování systému, např. kapacitního omezení, zpoždění v tocích materiálu, apod. Druhým předpokladem je nezbytnost reflexe chování aktérů zejména ve smyslu, jakým způsobem utvářejí svá rozhodnutí. Koherentní popis utváření rozhodnutí aktérů v systému v závislosti na odlišných podmínkách a informacích, pokud je nejsme schopni z různých důvodů zjistit (a někdy dokonce ani odhadnout), může být ovšem problematický.

7.5.3. Simulační experimenty

Výhody simulačních experimentů jsou (Sterman, 2000):

- Vědci často tráví mnoho času přípravou pokusu a pak jeho následným vyhodnocením, přičemž čas vysoce kvalifikovaného pracovníka je velmi drahý. Modely jsou nízkonákladové laboratoře pro provádění pokusů oproti provádění pokusů v reálném světě. Nespotřebovává se žádný fyzický materiál a počítačové modely, resp. *Informační a komunikační technologie* výrazně usnadňují sběr dat a řádově zkracují následné vyhodnocení.
- Modely dokážou překlenout velké časové mezery mezi událostmi, které se vyskytují v reálném světě. Pokus, který by v reálném světě trval desítky, a i třeba tisíce let, je možno uskutečnit v rámci několika vteřin. To umožňuje snadné ověření teoretických předpokladů o zkoumaném systému. A to i v případě systémů, u kterých by bylo toto ověření v realitě neuskutečnitelné.
- Experimentování se může provádět opakovaně za stejných podmínek. V realitě se výsledky jednotlivých měření vždy liší, jsou třeba

způsobeny chybou měření, může dojít ke změně klimatických podmínek, které výsledky pokusu ovlivní, či se nedodrží podmínka *ceteris paribus*. Oproti tomu, za stejných podmínek dochází počítačový model vždy ke stejným závěrům.

- Experimentování se může provádět opakováně za změněných podmínek. Změna podmínek pokusu v realitě může být věc značně komplikovanou, neboť změna parametrů pokusu může být například limitována rozlišovací schopností čidel. Oproti tomu změna výchozích podmínek v počítačovém modelu je věc značně jednoduchá.
- Experiment je kdykoliv možné zastavit a vyhodnotit. Reálné experimenty, pokud se jednou spustí, často nejdou zastavit. A to i v případě, kdy je zcela zřejmé, že se pokus vyvíjí špatným směrem a pokus nebude nicím jiným, než znehodnocením použitého materiálu a času.
- Lze vykonávat experimenty, které jsou v realitě neuskutečnitelné, nebezpečné popř. neetické. Toto je zcela evidentní výhoda zvláště v ekonomii, kde je nemožné dělat pokusy pro ověření teoretických modelů a teorie lze tak ověřovat až *ex ante* – z vývoje naměřených empirických dat.

7.5.4. Zachycení času

Klíčovým východiskem pro algoritmický popis dynamických vlastností je způsob zachycení času. Podle hodnot, kterých může simulační čas nabývat, se rozlišuje čas *spojitý* a *diskrétní*. V modelech se spojitým časem může nabývat simulovaný čas všech reálných hodnot, oproti tomu v modelech s diskrétním časem může nabývat simulovaný čas pouze hodnot z předem určené diskrétní množiny, tedy nikoliv v kterýkoli časový okamžik.

Druhým východiskem je průběh změn stavu systému podle toho, zda se stav systému mění pouze v určitých okamžicích nebo průběžně. V prvním případě se jedná o diskrétní aktivity, zatímco ve druhém o aktivity spojité, případně o jejich kombinaci (Dlouhý a kol., 2007).

Podle výše popsaných východisek dynamického chování modelu a typu aktivit vyskytujících se v systému se tak rozlišují simulace:

- diskrétní,
- spojité,
- kombinované (diskrétně-spojité).

7.6. Disciplína systémová dynamika

Systémová *dynamika* kombinuje teorie, metody a filozofii pro analýzu chování systémů; je tak *multidisciplinárním přístupem* pro modelování systémů. Systémová dynamika pomocí *počítačových modelů*, kde počítač simuluje chování reálných systémů, zobrazuje důsledky chování systémů v různých situacích. Modelováním systému a znázorněním jeho dynamické povahy můžeme vyjádřit *zpětnovazebnost*. J. W. Forrester, americký vědec a výzkumník, zakladatel systémové dynamiky a průkopník v oblasti kybernetiky a počítačů, vysvětluje strukturu zpětné vazby jako kruhový proces, kde nějaké rozhodnutí způsobí změny, na něž reagují další rozhodnutí. Všechny činnosti systému jsou vykonávány prostřednictvím *zpětnovazebných smyček* (Forrester, 1998).

Systémová dynamika jako věda se rozvíjí po celém světě a její význam má v dnešních systémech stále větší váhu. Využívá se pro získání manažerského vhledu, k moderním analytickým postupům a zjištění informací o vazbách v systémech.

7.6.1. Model systémové dynamiky

Jádrem systémové dynamiky je vytváření *explicitních modelů*. Nejedná se přímo o modely okolní reality – spíše se jedná o externí rozšíření, či jakousi „materializaci“ našich vlastních *mentálních modelů*. Hlavní důraz je kladen na roli struktury a jejího vztahu s dynamickým chováním systému, modelovaném pomocí *sítě zpětnovazebních smyček*.

Model systémové dynamiky umí:

- modelovat skutečný svět,
- pojmet složitosti a vazby na zpětné struktury, které jsou v komplexních systémech.

Modely systémové dynamiky jsou:

- pomůcka pro studium systémů,
- laboratoř pro experimentování s cílem rozvoje poznání,
- nástroj pro simulování reálných procesů, spojených s potřebou zajištění adekvátních informací.

Na rozdíl od *operačního výzkumu* je u vytvářených modelů kladen důraz na simulaci, čili jejich *primárně deskriptivní a experimentální charakter*.

7.6.2. Etapy tvorby modelu

V systémové dynamice se dle Stermana (2000) a Mildeové (2003) setkáváme s pěti základními kroky modelování, (mezi nimiž je ještě mnoho dílčích):

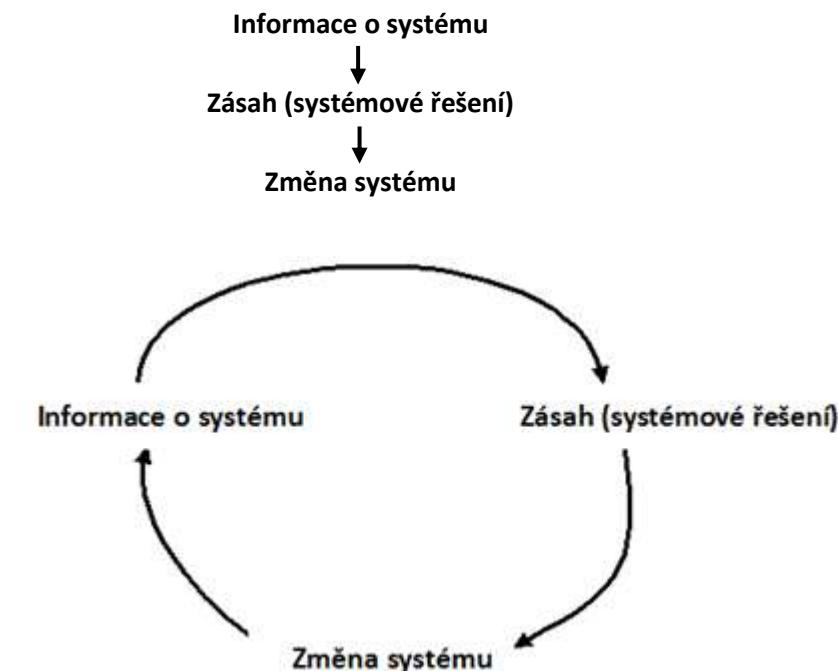
1. Prvním krokem je *definice účelu*. Tento krok je nejdůležitější, neboť ten, kdo modeluje danou situaci (modelář) pomocí účelu rozlišuje podstatné od nepodstatného a stanovuje si úroveň analýzy, hranice modelu, celkovou problémovou situaci, kterou chce vyřešit. Na základě účelu také stanovujeme časový horizont a zjišťujeme dosavadní historické chování důležitých proměnných, tzv. referenční módy.
2. Krok 2 je shrnut pod pojmem *dynamická hypotéza*, tzv. předběžná osnova hlavních interakcí a zpětných vazeb, které mohou popsat a vysvětlit dynamické chování systému jako celku pomocí jeho endogenních charakteristik. Z perspektivy modelování je dynamická hypotéza významná část, která redukuje komplexitu – dává jakýsi smysl a řád do chaosu reálného světa. Základními nástroji formulování dynamických hypotéz jsou *diagramy zpětnovazebních smyček* a *diagramy stavů a toků* viz dále v kap. 7.6.3. a 7.6.4. Jedná se o grafické nástroje, které – na rozdíl od běžného jazyka – umožňují srozumitelně popsat chování systému, včetně cirkulárních zpětnovazebních struktur. Takovýto popis je vhodný také pro komunikaci jednotlivých mentálních modelů zúčastněných aktérů, tj. modelářů, manažerů (klientů), technických pracovníků, popř. dalších zaměstnanců.
3. Krok 3 formulující *simulační model* transformuje dynamickou hypotézu do *diagramu stavů a toků* a koresponduje s algebraickými rovnicemi použitými v modelu – doplňujeme *matematické vztahy* mezi prvky modelu. Simulační model lze vytvářet téměř v každém programovacím jazyce, pro tvorbu systémových modelů ale byly vytvořeny (a permanentně jsou zdokonalovány) speciální softwarové nástroje, jako je *Powersim*, *VenSim*, *Stella*, *iThink* či *Insight Maker*.
4. Krok 4 *testování* ověřuje, zda je možné tento model použít s důrazem na reálný svět. Tento, čtvrtý, krok spočívá především v testování konzistence s účelem a hranicemi modelu, testování chování produkovaného modelem ve vztahu k referenčním módům, robustnosti modelu za nastavení extrémních podmínek, citlivosti modelu na počáteční podmínky, míru neurčitosti, a další. Na počítačovém modelu testujeme vytvořené dynamické hypotézy o přičinách chování systému. Tato fáze byla podrobně popsána v obecných zásadách validace modelu v kap. 7.3.
5. Krok 5 je posledním, tedy pátým krokem, určeným k ohodnocení modelu a ke zjištění, zda model reprezentuje problém, který byl na začátku stanoven. Součástí této závěrečné etapy je *návrh* nových re-

álně použitelných *pravidel rozhodování*, strategií a struktur vedoucích k nápravě problému.

Všechny tyto kroky je třeba chápout jako cyklickou smyčku, ne jako lineární sled, jak jsme již ukázali v kap. 7.3.8. *Iterace* je nedílnou součástí celého procesu. Krok 2 může zpětně ovlivnit fázi 1, atd.

7.6.3. Příčinný smyčkový diagram

Z podstaty věci vyplývá, že u zpětnovazebních procesů ztrácí smysl obvyklé hledání příčiny či příčin nějakého jevu pouze jako událostí, které jevu předcházejí. Tím dojdeme k důsledkům, které jsou chybné, neboť záleží pouze na jevu, od kterého začneme vysvětlování – v námi níže popsaném případě na obrázku 7.5 to jsou informace o systému jako počáteční příčina, což je samozřejmě scestné. Pouze rozbor celého systému jako zpětnovazebního systému může vést ke správnému *porozumění systémového chování* a strukturám, které je generují.



Obrázek 7.5: Kauzality

Klíčem k systematickému vidění problematiky systémů je rozpoznat smyčky vzájemných vlivů a ne jen příčinné lineární řetězce (Richmond, 1993).

Hledejme tedy příčinnou zpětnovazební strukturu, která je za problematické chování systému odpovědná.

Ve vidění vzájemných vztahů spíše než lineárních řetězců příčin a následků, a ve vidění procesů změn spíše než statických řezů reality spočívá podstata celého systémového myšlení, které jsme si již vysvětlili.

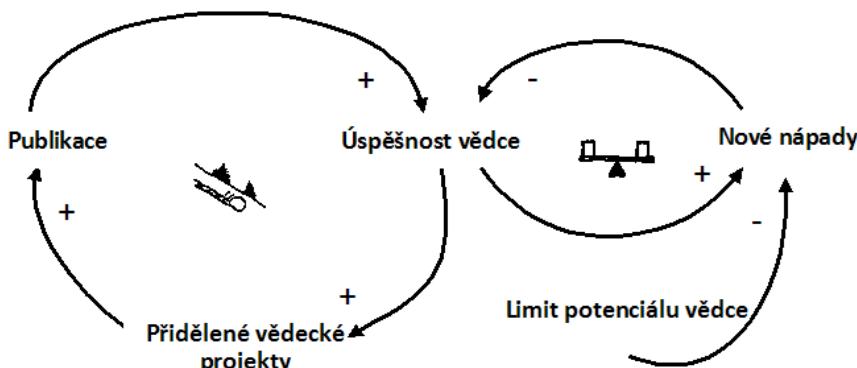
Pochopení významu pozitivních a negativních zpětnovazebních smyček je základní znalostí pro konstrukci *příčinného smyčkového diagramu*.

Základními procesy, které řídí zpětnovazební smyčky, jsou:

Zesilující procesy, jež zvyšují změnu ještě větší změnou ve stejném směru. Může se jednat jak o *pozitivní* (ve smyslu kladné vazby – zvyšující se hodnota jednoho ukazatele způsobuje zvýšení druhého), tak i *negativní vazbu* (zvyšující se hodnota prvého způsobí snížení druhého ukazatele).

Vyvažující procesy, což je druh zpětné vazby, která udržuje v systému *rovnováhu*. Tato vazba se snaží dovést systém k určitému cíli, stavu, nebo tento stav udržet, tedy snaží se o rovnováhu, stabilizaci, nebo stagnaci, což také může znamenat odpor ke změnám. Skutečnost je srovnávána s chtěným, cílovým stavem. Pokud je zde rozdíl, systém provádí opravu směrem k požadovanému stavu věcí. S přibližováním se k cíli se snižuje intenzita oprav. Tedy na velkou odchylku vzniká velká reakce, na malou malá.

Příčinný smyčkový diagram si můžeme ukázat na příkladu vědecké práce a její prezentace formou publikací. Vlevo je posilující smyčka charakterizující růst úspěšného výzkumníka – čím více má úspěchů, tím větší se mu dostává podpory např. formou vědeckých grantů, které zpětně vedou k dalšímu růstu úspěšnosti. Tento růst ale není nekonečný, limitem může být třeba potenciál vědce přicházející s novými nápady. Tento limit startuje vyvažující smyčku (vpravo), která bude růst úspěšnosti vědce zpomalovat.



Obrázek 7.6: Zesilující a vyvažující procesy v příčinných smyčkových diagramech

Symbolika

pozitivní vazba: když se změní první proměnná, druhá se změní ve stejném směru; symbol na šipce je + nebo S

negativní vazba: první proměnná způsobí ve druhé proměnné změnu v opačném směru; symbol na šipce je - nebo O

zesilující smyčka: smyčky, jež jsou motorem přírůstků a růstu nebo naopak ro-

toucího poklesu – symbol uprostřed smyčky je +, R nebo "sněhová koule" 

vyrovnávající (stabilizující) smyčka funguje tehdy, jde-li o cílově zaměřené chování – symbol uprostřed smyčky je -, B nebo "váhy" .

7.6.4. Diagram stavů a toků

Systémově dynamický *model* je *formalizovaným vyjádřením* reálného nebo imaginárního *systému*. Diagramy stavů a toků jsou nejčastějším prvním krokem při vytváření systémových modelů, protože pomáhají definovat typy proměnných, které jsou nezbytné pro vytváření chování systému. Stavy mají zásadní význam pro vytváření chování systému, toky pak umožňují stavy měnit.

Diagramy stavů a toků jsou stejně jako příčinné smyčkové diagramy používaný pro zachycení zpětnovazební struktury systému, která je uložena v našem mozku v podobě mentálního modelu. Oproti příčinným smyčkovým diagramům nezobrazují diagramy stavů a toků pouze pozitivitu či negativitu vazeb, ale jsou vylepšeny tím, že odlišují *hladiny a toky*. Umožňují reprezentovat strukturu systému s podrobnějšími informacemi, než jak to umí diagramy příčinných smyček. Rozlišováním *stavových a tokových proměnných* se vyhýbají interpretačním problémům, které mohou vznikat u příčinných smyčkových diagramů.

Stavy jsou také někdy nazývány jako úrovně, hladiny, akumulace nebo stavové veličiny. Stavy mění své hodnoty tím, že akumulují nebo integrují toky. To znamená, že hodnoty stavů se v průběhu času neustále mění i přesto, že toky se mění nesouvisle.

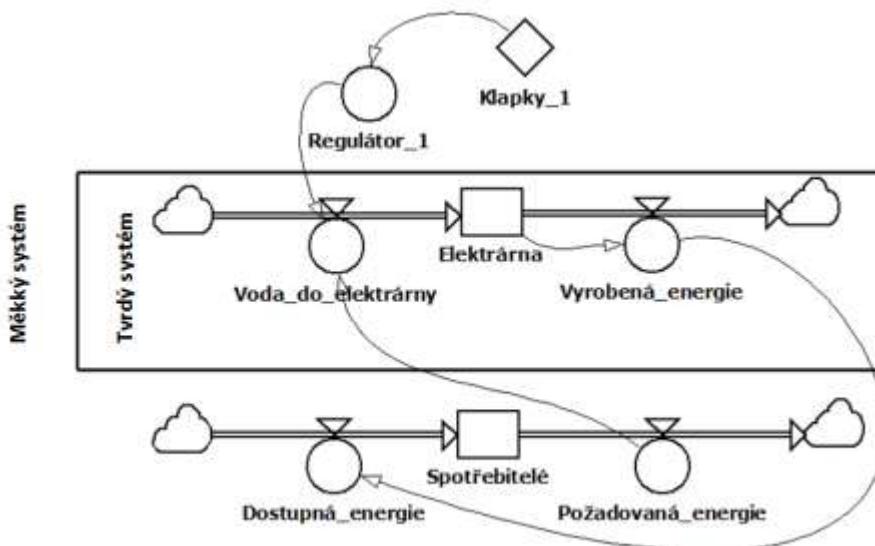
Toky, známé taky jako míry, mění hodnoty stavů. Hodnota toků není závislá na předchozích hodnotách daného toku. Hodnoty toků spolu s exogenními vlivy určují stav v systému.

Při vytváření diagramu stavů a toků je nutné zvážit, jaké proměnné se akumulují v průběhu času. Jiným přístupem, jak určit tyto proměnné, je zamyslet se nad tím, které proměnné zůstanou nenulové, pokud ve zvažovaném systému zpomalíme čas na nulu. Například pokud naléváme vodu do sklenice, voda obsažená ve sklenici je tokem. Pokud bychom zastavili čas, nalévání

(tok) by se zastavilo, ale přesto by ve sklenici bylo vidět množství vody (stav). Jakmile víme, jaké stavы budeme potřebovat, vytvoříme je jako první. Až pak přidáme toky a pomocné proměnné. Budování modelu bývá iterativní a nemá proto cenu snažit se dostat do modelu vše hned napoprvé. Prvky je možné změnit nebo doplnit později.

Symbolika diagramů stavů a toků, která se využívá při vytváření modelů systémové dynamiky, je zcela obecná. Pro *diagramy* stavů a toků však existuje několik podobných, nicméně mírně odlišných notací, které odrážejí určitá specifika různých softwarových nástrojů, ve kterých se modely systémové dynamiky vytváří.

Na obrázku 7.7 je pomocí diagramu stavů a toků zobrazen model tvrdého versus měkkého systému elektrárny, který jsme si již dříve popsali.



Obrázek 7.7: Model tvrdého versus měkkého systému

KAPITOLA VIII

**Metody diskrétní simulace jako
nástroj vědecké práce**

8. Metody diskrétní simulace jako nástroj vědecké práce

Tato kapitola je zaměřena na metody diskrétní simulace zejména jako vhodného nástroje pro studium a experimentální práci v oblasti komplexních systémů a výzkumu emergentních jevů.

Kapitola je rozdělena na tři tematické části. První se zabývá vlastním významem diskrétního přístupu k chápání světa, vlastnostmi modelů a doporučenými zásadami pro zajištění intersubjektivity mezi modely jako konstrukty, napříč odbornou komunitou.

Druhá část se zabývá klasifikací v oblasti multi-agentních přístupů, jako jedné z nejvýznačnějších větví v oblasti diskrétní simulace. Na dokladech z aplikací v rámci zahraničních studií diskutuje průlomy v oblasti výzkumu komplexních systémů dosažených pravě za pomocí výpočetních simulačních modelů založených na této bázi.

Třetí část poskytuje výsledky vybraných aplikací multi-agentní simulace pro zkoumání jevů z podnikové a ekonomické praxe.

V tomto textu se pojednává pouze o simulaci a simulačních modelech ve smyslu výpočetních simulačních modelů v počítačovém prostředí a o tvorbě grafických konceptuálních modelů jako formy jejich vizuální reprezentace.

8.1. Diskrétní paradigma a náležitosti modelu

8.1.1. Specifika diskrétní simulace

Simulace je imitace fungování procesů v reálném světě nebo systému v průběhu času (Bank, 2001). Vlastní procedura simulace pak vychází ze simulačního modelu, jehož dynamika se vyvíjí ve vzájemně oddělených časových krocích, proto mluvíme o diskrétní simulaci. Je důležité si uvědomit, že aktuální výpočetní technika je založena na diskrétním základě. Mluvíme o digitální technologii jako protikladu technologií analogové.

Diskrétní chápání se prolíná také do chápání interních stavů a výskytů událostí v rámci simulačního modelu. Událost v daném časovém kroku nastane či nikoliv. Binární chápání světa, ano nebo ne. Vybraný objekt simulace se nachází ve stavu A, ano či ne. Oproti analogovému, resp. spojitému přístupu, zde nedochází k přesunům mezi různými veličinami v rámci kontinua, ale zde k přesunům mezi jasně oddělenými stavami, podle toho jakým počtem objektů s kolika stavovými proměnnými je simulační model tvořen.

Náležitosti návrhu modelu pro simulační účely sdílí mnohé s tvorbou konceptuálních informačních modelů z oblasti vývoje informačních systémů. Mendling (2008) staví svoje vymezení termínu model na syntéze starší definice modelu:

- “výsledek zjednodušeného mapování z reality, které slouží specifickému účelu” (Stachowiak, 1973)

spolu s akcentací:

- “využití symbolů umožňuje modelu nejen nahradit nebo doplnit přirozený jazyk pro potřeby representace komplexních otázek, ale také odhalit podstatu předmětné oblasti v mnohem ucelenější a srozumitelnější podobě než při jiných formách reprezentace” (Nordsieck, 1932).

Výsledkem Mendlingovy syntézy, těchto dvou, je pak následujících šest kvalit, které má model vlastnit:

1. *Zobrazení* – mapování, které zakládá reprezentaci přirozených či umělých originálů.
2. *Abstrakce* – pouze ty atributy originálu, které jsou považovány za relevantní, jsou do modelu namapovány, zatímco zbytek je vynechán.
3. *Účel* – model je jeho tvůrcem používán v jistém časovém bodě a za jistým účelem místo vlastního originálu/-ů.
4. *Jasnost* – model má mít takovou formu, která nebude bránit nahlédnutí do podstaty modelovaného problému.
5. *Stručnost* – model má být pouze natolik obsáhlý, aby bylo dosaženo účelu, který je důvodem jeho konstrukce.
6. *Přesnost* – ty aspekty originálů, které jsou do modelu zahrnuty, musí věrně korespondovat se skutečností.

Klíčovým atributem modelu je ‘účel’, dle kterého se odvíjí způsob uchopení všech ostatních atributů modelu. Uchopíme-li model jako účelu podřízenou a výběrovou abstrakci prvků přirozeného či umělého světa, pak do simulačního modelu přejímáme pouze ty aspekty modelované domény relevantní pro sledovaný účel.

8.1.2. Subjektivita modelů

Dle konstruktivistického přístupu není akt modelování a souvisejícího poznávání deterministickou úlohou (Boghossian, 2006). Model je výsledkem myšlenkového konstruktu provedeného jeho tvůrcem. K dosažení potenciální inter-subjektivity v oblasti tvorby modelů je doporučeno dodržovat pevné zásady (Schuette, 1998):

1. *Korektnost* – model musí být syntakticky korektní. Tento požadavek vyžaduje používání povolených modelových elementů a jejich kombinace dle stanovených pravidel. Model musí být také sémanticky korektní. Musí být tedy formálně korektní a konzistentní s reálným světem.
2. *Relevance* – toto kritérium požaduje, aby pouze zajímavé části z oblasti předmětu zájmu byly reflektovány v modelu.
3. *Ekonomická úspornost* – tento požadavek zavádí kompromis mezi přínosy a náklady na přidání dodatečných aspektů do modelu. Například sémantická korektnost může být částečně oslabena, pokud je její dosažení spojeno s prohibitivními náklady.
4. *Jasnost* – silně subjektivní požadavek na srozumitelnost a uchopitelnost modelu jeho uživateli. Primárně spojeno s konvencemi pro rozložení modelu a jeho komplexitou.
5. *Porovnatelnost* – vyžaduje systematické využívání definovaných postupů v rámci modelovacího projektu. Zejména se jedná o dodržování terminologických a dalších konvencí napříč celým projektem tvorby modelu.
6. *Systematický design* – vyžaduje jasnou separaci jednotlivých modelových pohledů a definovaný mechanismus pro jejich vzájemnou integraci.

8.2. Multiagentní systémy

Multiagentní systémy¹⁰ jsou takové systémy, které jsou založeny na interakci množství jednotek (agentů). Agenty jsou míňeny jednotky, které sledují nějaký předem daný cíl/účel a tomuto podřizují své jednání. V závislosti na účelu daného systému či úlohy, kterou je potřeba řešit, jsou agentům nastaveny charakteristiky a chování, které mají dodržovat. Čím sofistikovanější toto chování má být, tím vzniká potřeba jej vhodně vyjádřit a následně realizovat. Z tohoto pohledu je tedy aplikace multi-agentních systémů přímo spjata s použitím metod souvisejících s oblastí umělé inteligence.

To souvisí také s principiálním náhledem na multi-agentní systémy: „*Veškeré úvahy týkající se chování a součinnosti v multi-agentovém systému vycházejí ze schémat a představ o kooperaci a koordinaci činnosti cílevědomých biologických jedinců, zejména lidí jako inteligentních bytostí, v uzavřené komunitě*“. (Mařík et al., 1997)

¹⁰ Dále v textu také jako MAS – Multi-Agent Systems

Tvorba multi-agentních systémů je tedy do jisté míry antropomorfizací designu řešení zvolené úlohy, tj. jedná se o návrh řešení inspirované způsobem, jakým vzájemně interagují reální inteligentní aktéři při řešení úloh (primárně lidé). To je např. i velmi názorně vidět v oblasti objektových programovacích jazyků a způsobu výstavby programů na nich založených (o vhodnosti realizace multi-agentních úloh v objektově orientovaných programovacích jazycích viz dále).

8.2.1. Agenti

Vezmeme-li tedy výše uvedenou citaci, vychází nám následující okruh stěžejních prvků, které jsou pro multiagentní systémy zásadní:

- Jedinci – termín systém bývá obvykle definován jako účelově uspořádaná množina prvků a vazeb mezi nimi. V multi-agentním systému je tímto základním prvkem struktury právě agent.
- Kooperace – agenti se spolu dorozumívají a společně plánují směr svých budoucích kroků tak, aby tyto byly v souladu s jejich účelem/cílem.
- Koordinace – agenti přijímají informace o svém okolí, ostatních agentech a jejich stavech, aby mohli svoje chování tomuto přizpůsobit. Při tom mohou být zcela autonomní či semiautonomní.
- Cílevědomost – agenti svým chováním sledují daný účel/cíl. Tento závisí na případném typu agenta a také na úloze, kterou systém řeší.
- Inteligence – agenti sledují v systému danou množinu cílů, přičemž zde dochází k interakci mezi nimi navzájem. Pro specifikaci jejich chování bývají používány metody umělé inteligence, počínaje jednoduchými logickými pravidly, fuzzy logiky a následovány dalšími pokročilými metodami spadajícími do oblasti umělé inteligence.
- Komunita – celý multiagentní systém je tvořen agenty, kteří vytvářejí jakousi komunitu agentů. Se členy této komunity přichází jednotliví agenti do styku a interagují mezi sebou. S tímto jsou spojené i otázky složení této komunity z hlediska počtu agentů jednotlivých tříd.

8.2.2. Klasifikace agentů

V literatuře se setkáváme s mnoha klasifikacemi agentů (Mařík et al., 1997; Cahlík et al., 2006):

- Reaktivní – Reaktivní agenti se vyznačují tím, že mají předem danou sadu pravidel, jak reagovat na nejrůznější stav prostředí, ve kterém působí. Jak uvádí (Mařík et al., 1997) jsou tato pravidla podobná

struktury rozhodovacích pravidel v jednoduchých expertních systémech. Velmi jednoduší reaktivní agenti mohou pracovat jen s několika málo proměnnými prostředí a jednoduchou množinou možných reakcí.

- Intencionální – Intencionální agenti podřizují svoje reakce na informační vstupy z okolí pro dosažení jim daného cíle. Na základě vstupu z okolí pak volí takovou reakci, která je posune blíže k dosažení kýzeného cíle. Při reagování na tyto podněty mohou složitější agenti plánovat i mnoho kroků dopředu a dále také při volbě reakce brát v potaz informace o dalších agentech v okolí. Vhodné se zde jeví např. používání heuristických metod pro dosažení daného cíle. Může se jednat například o úlohy na hledání cesty v bludišti a podobně.
- Sociální – Sociální agenti pracují při rozhodování o svých krocích s očekávaným chováním agentů ve svém okolí. Tato očekávání vyhází z předchozího pozorovaného chování okolních agentů a mohou být tedy v čase proměnlivá, začnou-li v chování agentů v okolí převažovat nové trendy.

Dle typu komunity agentů pak můžeme rozpoznat dva protipóly v rámci chování agentů:

- Kooperativní Agenti – v rámci komunity kooperativních agentů sledují tito společný cíl/účel a svoje vzájemné jednání koordinují takovým způsobem, aby tohoto cíle/účelu bylo dosaženo. Případně jsou k takovému jednání koordinování zvenku řídícími prvky systému (v případě, že se nejedná o autonomní agenty).
- Kompetitivní Agenti – je-li systém tvořen kompetitivními agenty, pak cíle, které jednotliví agenti sledují, jsou vzájemně neslučitelné. Jednotliví agenti upravují svoje jednání takovým způsobem, aby dosáhli vlastních cílů (čímž znevýhodňují agenty ostatní).

8.2.3. Oblasti využití agentů a umělé inteligence

Na základě výše uvedeného se nám zde naskytají víceméně dvě stěžejní oblasti pro využití systémů založených na agentech (Mařík et al., 1997) a umělé inteligenci:

- Distribuované řešení problémů – se zaměřuje na návrhy systémů, kde jsou pravomoci a rozhodování rozděleny tak, aby se efektivně dosáhlo řešení dané úlohy. Úlohy jsou zde relativně jasné dané a celý systém i s agenty je relativně pevně svázaný bez přílišného prostoru pro vlastní autonomní chování agentů. Tato oblast je samo

- o sobě velmi podobné modulárnímu či komponentovému řešení výpočetních úloh (resp. dalších dle typu systému).
- Multi-agentní systémy – agenti jsou v tomto případě vybavení možností autonomního chování (při respektování a sledování daného účelu). V těchto systémech nelze příliš mluvit o nějakém rigidním řízení jednotlivých prvků systému ale spíše o jejich usměrňování pomocí nastavování vhodných proměnných v rámci prostředí. Tyto systémy se hodí zejména pro řešení obecných úloh a pro modelování a simulaci reálných systémů.

Simulační modely využívající distribuovanou umělou inteligenci jsou vhodnými nástroji pro zkoumání socioekonomických jevů. Jak argumentují ekonomičtí klasikové tzv. rakouské školy, je v rámci trhu a společnosti znalost rozptýlena (distribuována) mezi množství jednotlivců, z nichž nikdo nevlastní veškeré informace o stavu trhu v daném okamžiku. Znalost je zde parcializována mezi účastníky trhu, z nichž každý vnímá jen omezenou část svého bezprostředního okolí. Je proto nasnadě, že pro existující systém (trh), který se sám vyznačuje distribuováním znalostí a rozhodováním, je vhodný přístup k výzkumu právě za pomoci multiagentních přístupů. Z pohledu oboru aplikované informatiky, jehož cílem je využití systémů založených na informačních a komunikačních technologiích pro podporu činností v hospodářské oblasti a také podporu poznávání princip a zákonitostí fungování jevů hospodářského života, je právě tento přístup dle autorova názoru velice významný.

Význam poznávací složky aplikace poznatků z nástrojů informatiky do hospodářské oblasti je dále umocněn následujícím: výzkum v oblasti socio-ekonomických systémů klade před výzkumníky klíčovou překážku a tou je problém experimentování. Socio-ekonomické systémy jsou složeny z lidí a experimentovat v oblastech, jako je institucionální uspořádání nebo realizace různých politik, není dost dobře možné. Je také potřeba zmínit morální aspekt experimentování na lidech. Důležitým prvkem, který dále dělá výzkum socio-ekonomických systémů obtížným, je otázka času, zejména když některé procesy mohou trvat výrazně déle, než je život jednotlivých výzkumníků.

Morel a Rangaraj (1999) poskytují následující přehled konceptů v rámci teorie komplexních systémů a nástrojů pro jejich zkoumání.

Tabulka 8.1: Přehled přístupů v rámci teorie komplexních systémů (Morel & Rangaraj, 1999)

Koncept z CST ¹¹	Popis	Příklady / Aplikace
Samo-se-organizující kritikalita	Systémy, jejichž dynamické projevy se vyznačují pozorováním tzv. $1/f$ zákona. ¹²	Simulační model haldy píska Fenomén přerušované rovnováhy
Samo-organizace	Spontánní tvorba komplexních struktur jako výsledek interní dynamiky systému.	Biologická evoluce Emergence hierarchií
Komplexní adaptivní systémy	Celulární automaty tvoření interaktivními adaptivními agenty.	Zkoumání chování inteligentních a komunikujících agentů.
Celulární automat	Technika počítačové simulace využívající mřížku (diskrétní prostor), interaktivních komponent a iterativních pravidel evoluce (diskrétní čas)	Umělý život Komunity Laboratorní studium emergentních vlastností

8.3. Simulace dynamiky podnikových systémů

Morel a Rangaraj (1999) aplikovali ve své studii zkoumající dynamiku a spouštěče vnitro organizačních změn, kombinaci přístupu založeného na aplikaci teorie grafů a multi-agentní simulace. Úloha využívá strukturu náhodného grafu jako formu uspořádání agentů sledující vlastní interní rozhodovací pravidla.

8.3.1. Shrnutí a přínosy simulační úlohy

Simulační úloha vychází z konceptu vzájemné interakce jednotek uspořádaných v grafové struktuře, za účelem sledování chování se v čase. Principiálním přínosem tohoto simulačního experimentu je ozřejměný jakým způsobem může nekoordinovaná organizace absentující centrální řízení stabilně zlepšovat své výkonné charakteristiky sledováním relativně primitiv-

¹¹Teorie komplexních systémů – Complex Systems Theory (CST)

¹²Vhodným příkladem je časový vývoj indexů pro sledování finančních trhů, či vývoje cen akcií, kde se projevuje tzv. efekt dlouhodobé paměti trhu.

ních pravidel pro interakci mezi dílčími podsystémy. Sledované emergentní chování pozorované v rámci simulace je potvrzením předpokladu dřívějších autorů v oblasti populačního přístupu k organizační teorii, pracující s předpokladem nahodilosti výsledků jakýchkoliv organizačních změn v organizačních adekvátní komplexity (Hannan & Freeman, 1984).

8.3.2. Principy simulační úlohy

Morel a Rangaraj (1999) využívají ve svém simulačním modelu následující pravidla:

1. Organizace je reprezentována jako množina agentů rutin/org. jednotek ($R_i; i = 1, N$).
2. Jednotliví agenti jsou uspořádání do podoby stromového grafu. Algoritmus generování náhodné organizace pro simulaci spočívá v následujících krocích:
 - a. Pokud je počet agentů rutin $< N$, vytvoř nového agenta.
 - b. Každého nového agenta rutiny propoj s náhodně vybraným agentem z množiny již existujících agentů.
 - c. Opakuj od bodu a.
3. Každému agentu je přiřazeno náhodné číslo v intervalu (0,1) reprezentující výkonnost daného agenta v rámci struktury organizace.
4. Každému spoji mezi agenty přiřad hodnotu v intervalu (0,1) reprezentující vzájemnou závislost mezi propojenými agenty.
5. Organizace se chová racionálně a je schopna rozpoznat nejméně výkonnou jednotku.
6. Vybraná jednotka dostává přiřazenou novou náhodnou hodnotu v intervalu (0,1), neboť aplikujeme předpoklad nahodilosti výsledků organizačních změn.
7. Provede se test přenesení změny, kdy hodnota síly vazby stanovené v bodě 4 je pravděpodobností přenesení této změny. Přenese-li se změna pak:
 - a. sousední jednotce bude přiřazena nová náhodná hodnota v intervalu (0,1),
 - b. rekurzivně se bod č. 7 aplikuje na všechny sousední jednoty spojené s takto pozměněnou jednotkou.

Model navržený podle těchto principů dokáže simulovat na agregované úrovni simulovat jev popsáný pro chování podnikových procesů při dlouhodobém sledování, kdy dochází k střídání fázi tzv. inkrementálních změn a fázi tzv. reengineeringu podnikového procesu (Hammer & Champy, 1993),

tj. střídání fází relativně lineárního vývoje výkonosti procesu se skokovými přesuny na kvalitativně vyšší úroveň.

8.3.3. Rozšíření úlohy

Cahlík a kolektiv (2006) publikují sadu příkladů aplikace diskrétní simulace na bázi interakci agentů pro potřeby teoretického zkoumání ekonomických jevů, zejména chování trhů a populační migrace.

Následující sada pravidel ukazuje možný směr rozšíření úlohy z podkapitoly 8.2. o prvky modelu z (Cahlík, et. al., 2006):

1. Simulační prostředí je obsazeno dvěma typy agentů: Firmami a Zákazníky
2. Každý agent typu zákazník dostává přiřazenu náhodnou hodnotu v intervalu $(0,1)$ určující jejich pravděpodobnost asociování se s nejvýkonnější firmou v jednom kole simulace.
3. Agenti typu zákazník si vytvářejí asociace vždy na jednoho agenta typu firma. Tato asociace sémanticky značí vztah 'zákazník dané firmy'.
4. Firma, která nemá asociovaného ani jednoho zákazníka typu je ze simulace vyřazena. Sémanticky se toto rovná krachu dané firmy a jejímu zániku.
5. Je-li počet firem v rámci simulačního prostředí menší, než je hodnota parametru pro maximální počet firem v prostředí, je na začátku každého kola proveden test na přidání potenciální nové firmy do simulačního prostředí. Pravděpodobnost vstupu nové firmy se řídí pravděpodobností $p = \frac{MO - TO}{2MO}$, kde:
 - a. TO – je aktuální počet agentů typu firma v simulaci,
 - b. MO – je maximální povolený počet agentů typu firma v simulaci.

Simulační úloha je zejména významná pro zkoumání případů penetrace trhu novými firmami a vlivu konzervativního chování zákazníků na vývoj podílů na trhu. Na výsledcích vývoje tržního podílu agentů firem je patrný projev tzv. adopční křivky (Rogers, 1962), dělící spektrum zákazníků dle jejich ochoty adopci nového výrobku/služby na *inovátory, brzké osvojitele, brzkou většinu, pozdní většinu a opozdilce*. Simulace nezohledňuje detailnější aspekty stojícími za vysvětlením jednotlivých typů chování a ani o to neusiluje. Přesto jsou zde patrné vzory chování pro obě extrémní skupiny Rogersova dělení. Při vstupu nové firmy dochází ke změně asociace nejdříve u agentů zákazníků s největší pravděpodobností přesunu na novou organizaci. Nevýhodou je zde fakt, že tato skupina vyznačující se největší mírou

volatility je také tou, která má největší šanci přestat být zákazníky dané firmu, vyskytne-li se jiná. Druhým významným fenoménem pozorovatelným v simulaci je setrvávání na trhu u takových firem, které si dokázaly podmanit v nějakém časovém bodě silně konzervativní zákazníky (agenti typu zákazník s nízkou pravděpodobností přesunu). Tyto firmy pak setrvávají v simulaci přesto, že jejich výkonnost zaostává v porovnání s ostatními firmami, ačkoliv je vidět, že vývoj jejich podílu pozvolna klesá také.

8.4. Využití diskrétních simulací

Význam simulačních úloh a modelů řídících se diskrétním dělením času a využívajícími multi-agentního paradigmatu se projevuje zejména v oblasti zkoumání komplexních systémů a emergentních jevů. Zásadní výhodou používání těchto přístupů je možnost ověřování hypotéz a předpokladů v laboratorních podmínkách v případech, kdy je provádění experimentů v reálném prostředí de facto nemožné.

Etické a ekonomické aspekty mohou bránit experimentální práci na reálných subjektech. Zde máme na mysli především zkoumání socio-ekonomických jevů a reakce populace na různé externí podmínky či zkoumání interní dynamiky vzorku při libovolně zvoleném rozložení vybraných charakteristik v rámci populace.

Kromě etických a ryze ekonomických bariér má simulační experimentální přístup v možnosti urychlení celé procesu experimentu. Časové měřítko, ve kterém probíhá mnoho jevů ve společnosti, biologických systémech, geologií a dalších, nejsou svojí povahou přístupné pro pozorování v reálném čase, např. z důvodů přesahu časového horizontu některých jevů přes trvání jednoho lidského života. Simulační experiment probíhá v rámci výpočetního prostředí a jako takový dovoluje téměř libovolnou míru urychlení celého procesu v laboratorních podmínkách.

Zejména pro studium socio-ekonomických fenoménů je simulační přístup šancí posunout úroveň odborných prací na kvalitativně vyšší úroveň zralosti a přiblížit ji více vědám přírodním, tak jak uvažuje např. T. S. Kuhn (1962).

KAPITOLA IX

**Statistické metody
pro vědecký výzkum**

9. Statistické metody pro vědecký výzkum

Chceme-li ve výzkumu něco ověřit, obvykle se neobejdeme bez statistických metod. Platí to v rozličných oblastech, od přírodních věd přes technické až po ekonomické vědy. Pokud plánujeme připravit článek o tom, jaké výhody má nově navržená metoda, součástí by mělo být ověření našeho tvrzení. Například jsme navrhli nový postup pro analýzu dat. Abychom mohli zdůvodnit, že je vhodné navržený postup aplikovat, je třeba ho porovnat s metodami dosud běžně používanými. Je tedy nutné provést experimenty, k čemuž lze využít bud' sadu vygenerovaných dat, nebo sadu dat reálných (nejlépe obojí). Poté je potřeba provedené experimenty statisticky vyhodnotit.

Možnosti aplikace statistických metod mají však mnohem širší záběr. Využívají se pro posuzování závislosti mezi sledovanými ukazateli, pro modelování různých ekonomických jevů a procesů, k odhadům neznámých hodnot. Pro tyto účely je třeba provést výběr objektů ze základního souboru.

Často kladenou otázkou je dotaz na potřebný počet vybraných objektů, tj. na rozsah výběrového souboru, na jehož základě lze vyvodit smysluplné závěry. Při odhadu určitých charakteristik (střední hodnota, rozptyl, podíl) či parametrů modelu platí, že čím větší je rozsah souboru, tím nižší je směrodatná chyba odhadu. To znamená, že je vyšší přesnost odhadu. Protože testování hypotéz (viz část 9.2.1.) bezprostředně souvisí s odhady, je třeba i v případě statistického testování vzít v úvahu výše uvedenou skutečnost.

Více než na rozsahu souboru záleží na tom, jak byl soubor získán, tj. na způsobu výběru objektů ze základního souboru (populace). Zda jde skutečně o prostý náhodný výběr, jak vyžaduje většina základních statistických postupů, nebo zda byla data pořízena jiným způsobem. Ve druhém případě by klasické testy neměly být použity. To ovšem neznamená, že data nelze analyzovat. Pro zjištění intenzity závislosti proměnných a posouzení, kdy je závislost vyšší a kdy nižší, je vhodný téměř libovolný datový soubor.

Při testování hypotéz je třeba vzít v úvahu fakt, že na základě velmi malého souboru (desítky objektů) je velmi obtížné usuzovat na závislost proměnných, naopak u rozsáhlého souboru (desetitisíce objektů) lze usoudit na závislost poměrně snadno. To je jeden z důvodů, proč v profesionálních sociologických setřeních je počet dotazovaných respondentů od několika set do několika tisíc.

Analytik by neměl zapomenout na nutnost splnění předpokladů pro aplikování určitých metod. Například pro chí-kvadrát testy by teoretické četnosti

měly být alespoň 5. S tím souvisí další podmínky týkající se rozsahu souboru při zkoumání závislostí na základě četnosti v kontingenčních tabulkách. Jednoznačná univerzální odpověď na dotaz ohledně rozsahu datového souboru tedy neexistuje, neboť výzkumník obvykle provádí více analýz různých typů. Obecně platí, že velmi záleží na kvalitě provedeného výběru. Při aplikaci vybraných metod musí být dodržen minimální rozsah, a čím větší datový soubor, tím lepší. Z odborné literatury lze doporučit například knihu (Pecáková, 2011).

Nejdůležitější je ovšem *výsledná interpretace* a vyvození závěrů z toho plynoucích. Pokud není analýza provedena na základě kvalitního výběru, nelze výsledky zobecňovat na základní soubor. Samozřejmě *definice základního souboru* je stěžejním úkolem.

V této kapitole budou uvedeny postupy především pro takové datové soubory, v nichž jsou pro určitý počet objektů známy hodnoty sledovaných proměnných. Existují i jiné datové struktury, například časové řady, pro které existují speciální metody. Analýzy lze realizovat buď v obecných statistických programových systémech, nebo v systémech specializovaných na daný typ analýz. Vhodnou literaturou k analýze časových řad může být například (Arlt & Arltová, 2009).

9.1. Příprava dat pro statistickou analýzu

Předpokládejme, že u vybraných objektů byly zjištěny hodnoty sledovaných proměnných. Například ve vybraných prodejnách byly zjištěny ceny určitého stanoveného zboží, u vybraných domácností byly zaznamenány výdaje na určité služby, jsou známy názory vybraných respondentů na politickou situaci podle různých hledisek. Před statistickou analýzou v programových systémech je třeba definovat soubor, do něhož budou vloženy zjištěné údaje. Součástí přípravy souboru je jeho detailní popis, často je potřeba vypočítat odvozené proměnné nebo stávající proměnné překódovat či jinak transformovat. Součástí některých programových systémů je specifikace typů proměnných. Současné verze těchto systémů se snaží uživatele „nasměrovat“ k výběru správných metod a některé procedury není možné aplikovat, pokud nejsou pro analýzu zadány proměnné požadovaných typů.

9.1.1. Typy proměnných

Existují různé způsoby klasifikace proměnných. Pro využití základních statistických metod je hlavním hlediskem vztah mezi hodnotami. Podle tohoto hlediska se rozlišují proměnné

- *nominální*, u jejichž hodnot můžeme pouze určit, zda jsou stejné nebo různé, nemůžeme stanovit jejich pořadí (např. typ absolvované střední školy, typ profese, druh výrobku),
- *ordinální (pořadové)*, u jejichž hodnot můžeme stanovit pořadí, nemůžeme však určit, o kolik je jedna hodnota větší či menší než druhá (např. stupeň spokojenosti, dosažený stupeň vzdělání),
- *kvantitativní*, u jejichž hodnot můžeme určit, o kolik je jedna hodnota větší či menší než druhá, případně též kolikrát je jedna hodnota větší než druhá (jde o číselné hodnoty), které můžeme dále členit
 - *diskrétní*, nabývající pouze celočíselných hodnot (počet automobilů v rodině), a
 - *spojité (metrické)*, jež mohou nabývat libovolných hodnot z určitého intervalu reálných čísel (věk respondenta, cena výrobku, roční příjem domácnosti).

Při analýze dat se můžeme dále setkat s pojmem *kvalitativní* proměnné. V literatuře se vyskytuje dvojí výklad tohoto termínu. První přístup takto označuje proměnnou nominální, druhý pod pojmem kvalitativní zahrnuje jak nominální, tak ordinální proměnnou (zejména pokud vyjadřuje stupeň kvality). V dalším textu je tento termín používán v širším uvedeném smyslu. Pro některé metody je potřeba rozlišit pouze dvě skupiny proměnných, a to *kvantitativní spojité* a *kategorialní*. Ve druhém případě jde o proměnné nominální, ordinální nebo kvantitativní, jejichž obor hodnot je tvořen kategoriemi. Zvláštní postavení v této skupině zaujímá proměnná *dichotomická (alternativní)*, která nabývá pouze dvou různých variant hodnot (kategorií). Příkladem takových dvojic hodnot mohou být hodnoty kuřák – nekuřák, ekonomicky aktivní – ekonomicky neaktivní, spokojen – nespokojen. U dichotomických proměnných můžeme dále rozlišit proměnné

- *symetrické*, které mají obě kategorie stejné důležitosti (muž a žena),
- *asymetrické*, jejichž jedna kategorie je důležitější („pacient se uzdravil“ je důležitější než „pacient se neuzdravil“).

U tohoto typu se při výpočtech předpokládá, že jde o proměnné binární, které nabývají hodnot 0 a 1 (například číslo 1 znamená „pacient se uzdravil“ a číslo 0 pak „pacient se neuzdravil“).

9.1.2. Příprava datového souboru

Data můžeme připravit buď v databázovém systému, nebo v Excelu, případně přímo v některém ze statistických programových systémů. Problematiku budeme ilustrovat na přípravě datového souboru, do něhož budou vkládána data z dotazníku, viz dotazník 9.1.

Předpokládejme, že jsme od respondentů získali potřebný počet vyplňených dotazníků. Před vložením do souboru pomocí zvoleného programového systému je vhodné si připravit

- názvy jednotlivých proměnných,
- kódy pro jednotlivé odpovědi,
- kódy pro případ, že respondent neodpověděl.

Dotazník 9.1: Dotazník k šetření v předmětu XY

Milí doktorandi,
jsem potěšena, že jste do svého studijního individuálního plánu zařadili právě předmět XY. Ráda bych měla představu o vašem zaměření, proto se na vás obrácím s žádostí o vyplnění následujícího dotazníku. Předem děkuji za spolupráci a přeji vám mnoho úspěchů ve studiu.
Garantka předmětu XY

DOTAZNÍK PRO DOKTORANDY PŘEDMĚTU XY

1. Kdy naposledy jste při studiu na VŠ absolvoval(a) nějaký předmět ze statistiky?
o v bakalářském studiu,
o v magisterském studiu,
o v doktorském studiu,
o žádný předmět ze statistiky jsem zatím neabsolvoval(a).

2. Pokud jste nějaký předmět ze statistiky absolvoval(a), naposledy to bylo
o na VŠE,
o na jiné VŠ, a to

3. Ohodnoťte svůj zájem o následující téma na škále od 1 (o toto téma nemám vůbec zájem) do 5 (toto téma mě velice zajímá).

- analýza kontingenčních tabulek,
 korelační a regresní analýza,
 analýza časových řad,
 neparametrické testy,
 jiné metody, uveďte jaké (hlavní)

4. Které z uvedených postupů budete ve své disertační práci využívat? (Můžete označit více možností.)

- popisnou statistiku (tabulky a grafy četnosti, průměry),
- analýzu závislosti dvou kategoriálních proměnných,
- regresní analýzu,
- analýzu časových řad,
- jiné postupy, uveďte jaké (hlavní).....,
- v disertační práci nebudu využívat žádnou statistickou metodu.

5. Jste absolventem (absolventkou VŠE)?

- o ano,
- o ne.

6. Nyní jste v doktorském studiu v ročníku

- o prvním,
- o druhém,
- o v třetím či vyšším.

7. Studujete ve formě

- o prezenční,
- o kombinované.

7. Jste

- o muž,
- o žena.

9. Kolik je Vám let?

.....

Na obrázku 9.1 je část vložených dat (odpovědi od deseti respondentů) ve struktuře, v níž lze data načíst do statistických programových systémů. Řádky odpovídají statistickým objektům (zde respondentům) a sloupce proměnným. V prvním řádku jsou uvedeny názvy proměnných (tyto názvy by neměly obsahovat mezery). Je zřejmé, že odpovědím byly přiřazeny číselné kódy (první odpovědi je přiřazena hodnota 1 atd.). Texty se vkládají pouze v případě volných odpovědí, konkrétní číselné hodnoty u proměnné *vek*. V tabulce se vyskytují i hodnoty 0. Ty byly vloženy v případech, kdy respondent na danou otázku nevyznačil žádnou z možných odpovědí.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	abs_statistiké	misto_abs	jina_VS	zajem_AKT	zajem_KRA	zajem_ACR	zajem_NPT	zajem_JM	jina_metoda
2	1	1		3	4	5	1	1	
3	3	1		5	4	3	1	1	
4	1	1		2	5	5	2	1	
5	1	1		4	2	2	4	3	shluková analýza
6	2	2	UK	1	3	3	1	1	
7	1	1		4	4	1	2	4	faktorová analýza
8	1	1		3	3	3	3	1	
9	1	1		2	2	5	0	0	
10	2	2	UHK	0	0	0	4	0	

	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	popis_stat	kateg_prom	regrese	cas_rady	jiné_post	jake_postupy	zadna_m	abs_VSE	rocnik	forma	pohlavi	vek
2	1	0	1	1	0		0	1	1	1	1	25
3	1	1	1	0	0		0	1	3	1	2	28
4	1	0	1	1	0		0	2	1	1	2	26
5	1	1	0	0	0		0	1	1	2	2	27
6	1	0	0	0	0		0	2	2	2	1	25
7	1	1	1	0	0		0	1	1	2	1	30
8	1	0	0	0	0		1	1	2	1	2	29
9	1	0	0	1	0		0	1	1	1	2	27
10	0	0	0	0	1	neparametrické	0	2	1	2	1	26

Obrázek 9.1: Ukázka datového souboru pořízeného na základě šetření v předmětu XY (Microsoft Excel)

V uvedeném příkladu jsou použity různé vztahy otázek, nabízených odpovědí a způsoby zaznamenání do tabulky. Některým otázkám odpovídá jedna proměnná (otázky 1 a 5–9). Pokud jsou u otázek jak nabídky, tak možnost volné odpovědi, jsou proměnné dvě (otázka 2), případně více. To se týká otázek 3 a 4, kdy proměnné odpovídají jednotlivým nabízeným položkám či odpověďmi. U otázky 3 jsou do proměnných vkládána hodnocení pro jednotlivé části otázky. U otázky 4 lze vybrat více nabízených odpovědí, pro každou odpověď proto byla vytvořena jedna binární proměnná.

9.1.3. Transformace datového souboru

Datové soubory obsahující údaje z provedeného šetření je obvykle třeba před analýzou různým způsobem modifikovat. Často se z hodnot původních proměnných vytvářejí nové proměnné. Můžeme rozlišit transformaci kvantitativních proměnných, kategorizaci kvantitativních proměnných, překodování kategoriálních proměnných a výpočet nové proměnné na základě hodnot dvou či více původních proměnných.

Pokud jde o *transformaci kvantitativních proměnných*, pak lze například vytvořit proměnnou obsahující

- logaritmy hodnot,
- normované hodnoty (od jednotlivých původních hodnot je odečítán aritmetický průměr a rozdíl je dělen směrodatnou odchylkou dané proměnné),

- hodnoty z intervalu $\langle 0;1 \rangle$, získané z nezáporných hodnot dělením zjištěnou maximální hodnotou,
- pořadí hodnot (výsledkem je ordinální proměnná),
- příslušnost původních hodnot ke skupinám hodnot vymezených kvantily (výsledkem je ordinální proměnná).

Poslední uvedená možnost je vlastně *kategorizace*, neboť kvantitativní proměnná je převedena na kategoriální, přičemž každá kategorie zastupuje určitý interval hodnot (obvykle jsou intervaly různě dlouhé). Kategorie lze z hodnot kvantitativní proměnné vytvořit libovolným způsobem tak, že stanovíme stejně dlouhé intervaly (případně kromě posledního a prvního), například z proměnné věk můžeme vytvořit proměnnou věková *kategorie*. U kategoriálních proměnných se často provádí *překódování*, a to z různých důvodů. Jedním z nich je splnění podmínek kladených na použití některých metod (například chí-kvadrát testů, jak již bylo zmíněno na začátku této kapitoly), případně dosažení významnosti proměnných v některých vícerozměrných metodách (například u logistické regrese). V takových případech se některé kategorie spojují. U *ordinálních proměnných* je to *slučování hodnot podél stupnice*, u *nominálních proměnných* při *spojování kategorií* rozlišujeme:

- připojení málo obsazených kategorií k více obsazené kategorii, která je obsahově příbuzná,
- spojení málo obsazených kategorií s příbuzným obsahem,
- spojení málo obsazených kategorií, které nemají společný obsah, do typu „ostatní“.

Málo obsazené kategorie také můžeme pro další analýzy vynechat, například tak, že kód pro danou kategorii definujeme jako chybějící údaj.

Speciálním případem spojování kategorií je *dichotomizace*, při níž vznikají pouze dvě kategorie (kromě kódů pro chybějící údaje).

Jiným důvodem překódování může být to, že některé procedury vyžadují jako vstup číselné hodnoty. Pokud jsou kategorie označeny textovými kódy, je třeba nahradit je čísly.

Další transformace jsou prováděny z důvodu, aby bylo možné zahrnout nominální proměnné do metod určených pro proměnné kvantitativní. Příklady vytváření nových proměnných za tímto účelem budou uvedeny později v tabulkách 9.2 až 9.4.

9.1.4. Problematika chybějících údajů

Některé údaje nemusí být při šetření zjištěny, v datovém souboru pak chybí. V dalším textu budou tyto prvky datové matice označovány jako *chybějící*

údaje. Příčin nezjištění hodnoty přitom může být více. Pokud byla data získána pomocí dotazníků, pak respondent bud' neodpověděl, nebo označil více odpovědí místo jedné.

V programových systémech se bud' nevekládá žádná hodnota, nebo se vkládají speciální kódy. Tehdy jde o *uživatelem definované chybějící údaje*. Pro tyto údaje můžeme v některých případech zadat způsob zpracování (například zda se mají brát v úvahu při vytváření tabulky četnosti či nikoli). V některých statistických programových systémech lze pro různé proměnné zadat různé uživatelské chybějící údaje, přičemž pro jednu proměnnou lze zadat například 1 až 3 diskrétní hodnoty, případně interval hodnot. Speciální kód bývá přiřazován také odpovědím typu „nevím“, které jsou mimo množinu platných odpovědí.

Pokud vytváříme nové proměnné, mohou vznikat další chybějící údaje, například jako výsledky výpočtů, které nelze uskutečnit (dělení nulou). V takovém případě jde o *systémové chybějící údaje*.

Existují dva postupy pro manipulaci s chybějícími údaji, kterými jsou

- ponechání chybějících údajů, což vyžaduje speciální postupy při matematických výpočtech a při použití statistických metod,
- nahrazení chybějících údajů konkrétními hodnotami.

Ve druhém případě můžeme použít různé způsoby nahrazení. Některé z nich jsou uvedeny například v publikaci (Řezanková a Löster, 2009). Jde o následující postupy.

Nahrazení průměrem. Je určeno pro kvantitativní proměnnou a spočívá v nahrazení chybějících údajů aritmetickým průměrem spočteným z ostatních hodnot dané proměnné. Nelze použít, chybí-li mnoho hodnot.

Nahrazení skupinovým (podmíněným) průměrem. Hodnoty proměnné, v níž se vyskytují chybějící údaje, jsou rozděleny do skupin podle hodnot jiné proměnné (má smysl, pokud se liší statistické charakteristiky). V těchto skupinách je vypočten aritmetický průměr, případně zjištěn modus, tj. nejčetnější hodnota (u kategoriální proměnné). Chybějící hodnota je nahrazena aritmetickým průměrem (resp. modem) z příslušné skupiny, případně náhodně vybranou hodnotou z této skupiny.

Nahrazení podle vzoru. Hodnoty vybraných proměnných u objektu (případu), u něhož se vyskytuje chybějící údaj, jsou porovnávány s hodnotami těchto proměnných u jiných objektů. Pokud je nalezen objekt se stejnými hodnotami, nahradí se chybějící údaj hodnotou příslušné proměnné vyskytující se u tohoto objektu. Není-li takový případ nalezen, pak lze zvolit jednu z následujících variant:

- postup se opakuje pro jiné proměnné,
- případ se náhodně vybere,

- hodnota se nenahrazuje.

Existují ještě další metody, například kromě substituce aritmetickým průměrem může být prováděna substituce mediánem, minimální či maximální hodnotou a nulou, které je možné využít i pro nominální proměnné (místo minimální hodnoty se dosazuje hodnota s nejnižší četností apod.). Navíc lze hodnoty odhadovat na základě vícerozměrných statistických metod.

9.2. Metody statistické analýzy

První etapou statistické analýzy by měl být jednorozměrný popis dat. V případě kategoriálních proměnných jde především o zjištění četnosti jednotlivých kategorií a jejich prezentaci pomocí tabulek či grafů, nejlépe pomocí sloupcového (výsečový graf by měl být použit pouze pro nominální proměnnou). Pro kvantitativní proměnné se počítají základní charakteristiky polohy (úrovně) a variability, pro kvantitativní spojité proměnné lze hodnoty prezentovat pomocí histogramu rozdělení četností, které jsou zjištěvány pro intervaly hodnot (Hindls et al., 2007).

V rámci jednorozměrné analýzy lze využít též možnosti konstrukce intervalů spolehlivosti (například pro relativní četnosti, střední hodnotu a rozptyl) a testování hypotéz (kromě testů o parametrech modelu též neparametrické testy, například chí-kvadrát test dobré shody pro kategoriální proměnné). Datový soubor je však obvykle pořizován za účel zkoumání vztahů mezi proměnnými. V rámci vícerozměrné statistické analýzy zaujmí speciální postavení zkoumání vztahů pro dvě proměnné. Někdy se jako vícerozměrné označují ty metody, které zkoumají vztah tří a více proměnných (ve smyslu zkoumání více než dvou proměnných). V tomto významu bude termín použit i v další části knihy.

Statistické analýzy je možné provádět s využitím různých programových produktů. Pro základní analýzy postačí Microsoft Excel, pro méně běžné lze využít libovolný z desítek statistických programových systémů. Každý z nich zahrnuje nějakou specialitu ve srovnání s ostatními, takže jednoznačné doporučení nelze učinit. Existují též přídavné programy k Excelu. Ze známých komerčních statistických programových systémů můžeme zmínit například systémy SPSS (nyní IBM SPSS Statistics), SAS (modul STAT), STATISTICA, S-PLUS či Statgraphics Centurion.

9.2.1. Testování hypotéz

Pojem *hypotéza* byl již zaveden v části 2.2., a to ve smyslu obecné vědecké hypotézy. V matematické statistice se hypotéza testuje, a to za účelem

úsudku, zda na základě údajů zjištěných u prvků výběrového souboru můžeme zaujmout předpokládané stanovisko k základnímu souboru. Toto zobecňování je označováno jako *statistická inference* či *statistická indukce*.

Testovaná hypotéza se nazývá *nulová* (označuje se H_0) a vyjadřuje nějaký základní stav, např. „nová metoda není lepší ani horší než původní“. Aby mohla být testována, je potřeba stanovit hypotézu *alternativní* (H_1), vyjadřující jinou situaci, např. „nová metoda je lepší než původní“. Výsledkem statistického testování hypotéz je vyjádření, zda nulovou hypotézu zamítáme (ve prospěch alternativní hypotézy), či nezamítáme na zvolené hladině významnosti (přípustné pravděpodobnosti chyby, že zamítneme nulovou hypotézu, ačkoliv platí), např. 5 %.

Jako příklad si uvedeme jednoduchý *binomický test*. Stanovili jsme si hypotézu, že 40 % doktorandů na konkrétní fakultě bude ve své disertační práci analyzovat kategoriální proměnné. Ze seznamu doktorandů studujících na této fakultě jsme náhodně vybrali 25 jmen a dotyčných doktorandů jsme se dotázali, zda ve své práci budou analyzovat kategoriální proměnné. Z odpovědí jsme sestavili tabulku četností a zjistili jsme, že 5 doktorandů (tj. 20 %) odpovědělo kladně (kategorie 1) a 20 záporně (kategorie 2).

Základním souborem jsou všichni doktorandi studující v daném období na dané fakultě. Označme relativní četnost kladných odpovědí v základním souboru jako π_1 . Nulovou hypotézu zapíšeme ve tvaru $H_0: \pi_1 = 0,4$. Protože zjištěná četnost je menší než 40 %, zapíšeme alternativní hypotézu ve tvaru $H_1: \pi_1 < 0,4$. Zvolme hladinu významnosti 5 %. Dále buď zadáme test v některém ze statistických programových systémů, nebo zjistíme hodnotu distribuční funkce v bodě 5 binomického rozdělení s parametry 25 (počet doktorandů, tj. počet pokusů) a 0,4 (testovaný podíl). Výslednou hodnotu 0,0294 porovnáme se zvolenou hladinou významnosti 0,05. Protože $0,0294 < 0,05$, zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativní hypotézy. Výsledkem provedeného šetření je tedy úsudek, že doktorandů, kteří ve své disertační práci budou analyzovat kategoriální proměnné, bude méně než 40 %. Pokud bychom zvolili hladinu významnosti 1 %, tak vztah k výsledné hodnotě pro binomické rozdělení by byl $0,0294 > 0,01$, což znamená, že nulovou hypotézu nemůžeme zamítnout. Výsledkem provedeného šetření by tedy byl úsudek, že doktorandů, kteří ve své disertační práci budou analyzovat kategoriální proměnné, může být 40 %.

Uvedený příklad je ukázkou, jak na malém výběrovém souboru je „obtížné“ zamítat nulovou hypotézu. Pro výběrové soubory větších rozsahů lze binomické rozdělení approximovat pomocí rozdělení normálního. Minimální potřebná velikost se liší podle způsobu approximace, může to být například hodnota 26. Podrobněji o binomickém rozdělení viz (Řezanková, 2011).

V souvislosti s dříve zavedeným termínem je zde ale rozdíl, že námi formulovaná vědecká hypotéza je často v pozici alternativní. Pokud je obsahem vědecké hypotézy, že mezi dvěma proměnnými existuje závislost, je toto tvrzení obsahem alternativní hypotézy, zatímco nulová hypotéza vyjadřuje nezávislost. Po provedení výpočtů a jejich vyhodnocení bud' zamítáme, nebo nezamítáme hypotézu o nezávislosti (na zvolené hladině významnosti). Statisticky tedy nemůžeme říci, že potvrzujeme, či vyvracíme hypotézu o závislosti. Na závislost pouze usuzujeme, přičemž se můžeme mylit (a pravděpodobnost možnosti tohoto zmýlení je např. 5 %).

9.2.2. Dvouozměrná analýza

Při dvouozměrné analýze je zkoumán vztah mezi dvěma vybranými proměnnými. Je-li v datovém souboru proměnných více, pak můžeme zkoumat vztahy mezi všemi takovými dvojicemi, u nichž lze očekávat, že výsledek bude moci být smysluplně interpretován. V dotazníku v části 9.1.2. nebude mít smysl zkoumat závislost zájmu o určité statistické metody na věku a na pohlaví doktoranda, neboť tento zájem bude především souviseť s tématem disertační práce či tématy předchozích kvalifikačních prací, případně s pracovní náplní, pokud je student zaměstnán.

Existuje několik základních metod, které se aplikují podle toho, jakých typů jsou analyzované proměnné (viz část 9.1.1.). V rámci základních metod existují rozličné postupy a koeficienty, které vyjadřují sílu (intenzitu) závislosti. Stejně jako v případě testování hypotéz se předpokládá, že analytik má k dispozici výběrový soubor a vypočtené hodnoty koeficientů jsou odhady intenzity závislosti v základním souboru. Jde tedy o tzv. *výběrové koeficienty*. Některé jsou určeny pro hodnocení vztahu dvou proměnných bez ohledu na „směr“ závislosti, hodnotí tedy vzájemný (symetrický) vztah. Jiné hodnotí jednostranné (jednosměrné, asymetrické) vztahy. Názvy základních testů a koeficientů závislostí jsou uvedeny v tabulce 9.1.

Chybí-li v tabulce některá kombinace proměnných, používá se kombinace na „nižší“ úrovni (např. místo postupu pro ordinální proměnnou se použije postup pro nominální proměnnou), příp. se proměnné transformují.

Korelační analýza (pro kvantitativní a ordinální proměnné)

Nejčastěji využívaným postupem je zřejmě *korelační analýza* se zaměřením na *Pearsonův korelační koeficient*. Ten by měl být ovšem počítán pouze pro kvantitativní proměnné. Pro ordinální proměnné jsou určeny *koeficienty pořadové korelace (Spearmanův, případně Kendallův)*. Tyto koeficienty se používají též pro kvantitativní proměnné, zvláště v případě kdy nejsou splněny podmínky pro test o nezávislosti (viz níže). Korelační koeficienty hod-

notí intenzitu lineární závislosti dvou proměnných (příp. závislosti pořadí jejich hodnot), a to bez ohledu na „směr“ závislosti, tedy jako vzájemný (symetrický) vztah. Nabývají hodnot z intervalu $(-1; 1)$, přičemž 0 vyjadřuje lineární nezávislost, kladné hodnoty *pozitivní korelace* (se vzrůstajícími hodnotami jedné proměnné se hodnoty druhé proměnné obvykle také zvyšují) a záporné hodnoty *negativní korelace* (se vzrůstajícími hodnotami jedné proměnné se hodnoty druhé proměnné obvykle snižují).

Tabulka 9.1: Zkoumání závislostí pro dvě proměnné (testy a míry)

1. proměnná	2. proměnná	vztah	test o nezávislosti	míra závislosti
nominální	nominální	vzájemný	chi-kvadrát (Pearsonův)	kontingenční koeficient (Pearsonův), Cramérovo V
nominální	nominální	jedno-stranný	test o nulovosti koeficientu	koeficienty lambda a tau, koeficient neurčitosti
dichotomická	dichotomická	vzájemný	Fisherův exaktní	koeficient fí
dichotomická	dichotomická	jedno-stranný	pouze interval spolehlivosti	poměr šancí
ordinální	nominální	jedno-stranný	nepar. ANOVA (Kruskal-Wallis), mediánový test	-
ordinální	dichotomická	jedno-stranný	Mannův-Whitneyho test	-
ordinální	ordinální	vzájemný	t test o nulovosti koeficientu	pořadový korelační koeficient (Spearmanův, Kendallův), gama
ordinální	ordinální	jedno-stranný	t test o nulovosti Somersova d	asymetrické Somersovo d
kvantitativní	nominální	jedno-stranný	F test (ANOVA)	poměr determinace / koef. éta
kvantitativní	dichotomická	jedno-stranný	t test pro dva nezávislé výběry	
kvantitativní	kvantitativní	vzájemný	t test o nulovosti korelačního koef.	korelační koeficient (Pearsonův)
kvantitativní	kvantitativní	jedno-stranný	t test o nulovosti regresního koef.	koeficient determinace

Při testování nezávislosti se *testuje nulovost korelačního koeficientu*. Test v případě Pearsonova korelačního koeficientu může být aplikován pouze tehdy, pokud lze předpokládat, že proměnné jsou výběrem z dvourozměrného normálního rozdělení. Protože tento předpoklad nemusí být (zvláště v ekonomických vědách) splněn, používá se některý z koeficientů pro pořadovou korelací (obvykle Spearmanův).

Analýza kontingenčních tabulek (pro nominální proměnné)

Pro jiné typy proměnných a jiné typy vztahů existuje řada dalších postupů. Závislost dvou nominálních proměnných je označována jako *kontingence*. Základem pro zkoumání jsou sdružené četnosti, které bývají obvykle prezentovány ve formě dvourozměrné tabulky četností, tj. *kontingenční tabulky*. Intenzitu závislosti hodnotí *kontingenční koeficienty*. Tento název se používá především v souvislosti s jedním z nich, který se jmenuje *Pearsonův*. Na rozdíl od korelačního koeficientu, jehož absolutní hodnota se vždy nachází v intervalu $\langle 0; 1 \rangle$, hodnoty Pearsonova kontingenčního koeficientu nemohou hodnoty 1 dosáhnout (horní hranice závisí na počtu řádků a sloupců kontingenční tabulky). To je potřeba zohlednit při interpretaci síly závislosti. Nulová hodnota indikuje nezávislost analyzovaných proměnných. *Test o nezávislosti v kontingenční tabulce (test chí-kvadrát)* je založen na principu, že za předpokladu nezávislosti jsou sdružené četnosti v kontingenční tabulce rozloženy úměrně marginálním (okrajovým) četnostem. Vypočtou se tedy tyto očekávané (teoretické) četnosti v případě nezávislosti a zjištěné četnosti jsou s nimi porovnávány. Shodují-li se zjištěné a očekávané četnosti ve všech políčkách tabulky (což běžně nenastává, protože očekávané četnosti nemusí vyjít celá čísla), pak hodnota statistiky chí-kvadrát je nula a též odvozené míry závislosti (např. Pearsonův kontingenční koeficient) nabydou hodnoty nula.

Výše uvedený chí-kvadrát test vyžaduje, aby očekávané sdružené četnosti byly alespoň 5. Pokud tato podmínka není splněna, lze ji v některých situacích dosáhnout spojením některých kategorií (např. blízkých významem). Další možností je použít exaktní testy.

Zkoumáme-li vztah dvou dichotomických proměnných, pak se obvykle aplikují speciální postupy. Jedním je úprava chí-kvadrát statistiky na spojitost, druhým je použití *Fisherova exaktního testu*, který je možné použít i v případě malých četností. Jako míra závislosti se používá *Cramérovo V*; pro tabulku, jejíž jeden z rozměrů (počet řádků nebo počet sloupců) je 2, dostáváme jednodušší tvar jeho vzorce, pro který se používá název *koeficient f_i*. Při odvození vzorců pro výpočty statistik a koeficientů se předpokládá, že kategorie obou proměnných jsou kódovány jako 0 a 1. Za tohoto

předpokladu binárních proměnných získáme poměrně jednoduché vztahy, navíc lze používat stejné výpočty jako pro kvantitativní proměnné. Vzorec pro výpočet koeficientu f je stejný jako vzorec pro výpočet korelačního koeficientu (jak Pearsonova, tak Spearanova), získáváme tedy stejné hodnoty.

Koeficienty závislosti v kontingenční tabulce můžeme klasifikovat na základě

- typu tabulky (tj. podle počtu kategorií u sledovaných proměnných),
- typu proměnných (zda jde o proměnné nominální, ordinální či kvantitativní),
- způsobu výpočtu (zda je při výpočtu použita hodnota chí-kvadrát, zda je koeficient vypočítán jako míra jednostranné závislosti apod.).

Analýza rozptylu (pro proměnné různých typů)

V praxi se často vyskytují situace, kdy se zkoumá, zda existuje závislost mezi proměnnými různých typů, a jde o jednostranný (jednosměrný) vztah. Míra závislosti je posuzována pomocí asymetrických koeficientů. V takovém případě je jedna *proměnná vysvětlovaná* (v případě existence závislosti se nazývá *závislá*) a druhá *vysvětlující (nezávislá)*. V tabulce 9.1 je vysvětlovaná proměnná označená jako první a vysvětlující jako druhá.

Je-li vysvětlovaná proměnná kvantitativní a vysvětlující proměnná kategoriální (s menším počtem kategorií), pak lze jako míru závislosti použít *poměr determinace*, nebo jeho odmocninu, která bývá označována jako *koeficient éta*. Tyto míry vycházejí z metody, která se nazývá *analýza rozptylu* a pro kterou se vžila zkratka *ANOVA* (ANalysis Of VAriance). Pomocí ní lze testovat, že kvantitativní spojitá proměnná nezávisí na proměnné kategoriální. Za této situace by se střední hodnoty kvantitativní proměnné v jednotlivých skupinách (vytvořených podle kategorií vysvětlující proměnné) rovnaly. Pokud jsou rozdíly ve skupinových středních hodnotách statisticky významné, pak kvantitativní proměnná závisí na kategoriální. K testu se používá statistika, která má za předpokladu shody středních hodnot rozdelení F . Porovnává se přitom meziskupinová a vnitroskupinová variabilita (součet čtverců odchylek – jednak skupinových průměrů od celkového průměru, jednak jednotlivých hodnot od skupinových průměrů). Podíl meziskupinového a celkového součtu čtverců (odchylek jednotlivých hodnot od celkového průměru) se nazývá poměr determinace, viz výše.

Speciálním případem metody ANOVA je *t test pro dva nezávislé výběry*, které vzniknou na základě dichotomické vysvětlující proměnné. Lze odvodit, že použitá statistika t se Studentovým t rozdelením je speciálním případem statistiky F .

Při zkoumání závislosti pomocí metody ANOVA by měly být splněny určité předpoklady. Kvantitativní proměnná musí být výběrem z normálního rozdělení a ve vytvořených skupinách by měla být stejná variabilita (testuje se shoda rozptylů). Pokud předpoklad splněn není, obdobně jako při korelační analýze se do výpočtu místo původních hodnot zařazují jejich pořadí a aplikují se postupy pro ordinální vysvětlovanou proměnnou. Takové postupy jsou někdy označovány jako „*neparametrická ANOVA*“. Nejčastěji používaný je zřejmě *Kruskalův-Wallisův test*, při němž se testuje shoda mediánů ve vzniklých skupinách. Je-li vysvětlující proměnná dichotomická, pak se používá *Mannův-Whitneyho test*.

Analýza jednostranné závislosti v kontingenčních tabulkách

Princip zkoumání jednostranné závislosti na základě analýzy variability se využívá i pro nominální vysvětlovanou proměnnou, kdy se zkoumá shoda rozdělení četností v jednotlivých skupinách (případně konkrétně shoda modální kategorie). Míry závislosti vycházejí ze speciálních měr variability pro nominální proměnnou. Vzhledem k tomu, že existují tři různé způsoby zkoumání variability, existují také tři míry závislosti, a to *Goodmanovo-Kruskalovo lambda*, *Goodmanovo-Kruskalovo tau* a *koeficient neurčitosti* (též informační koeficient).

Regresní analýza (pro kvantitativní proměnné)

Existují také postupy pro zkoumání jednostranné závislosti v případě kombinace jiných typů proměnných, a to pro dvě kvantitativní, dvě ordinální a dvě dichotomické proměnné. U dvou kvantitativních proměnných lze vyjít z korelační analýzy, která zohledňuje oba asymetrické vztahy současně. Kromě toho, že můžeme na základě statistického testu usoudit na lineární závislost a pomocí korelačního koeficientu vyjádřit směr a intenzitu této závislosti, lze proložit přímkou v rovině zobrazené body, které představují jednotlivé objekty (hodnoty proměnných jsou odpovídajícími hodnotami na osách X a Y). Odhad parametrů přímky jsou prováděny v rámci *regresní analýzy*. Tato metoda umožňuje proložit body též pomocí jiných funkcí a používá se i v případě více vysvětlujících proměnných. V rámci ní se testuje vhodnost modelu (test je založen na principu metody ANOVA) a získané modely se hodnotí pomocí *koeficientu determinace*. Pokud je modelem přímka, pak je koeficient determinace druhou mocninou korelačního koeficientu (jde o obdobný vztah jako je mezi poměrem determinace a koeficientem éta v analýze rozptylu). Přímky pro oba odpovídající asymetrické vztahy se nazývají regresně sdružené. Odmocníme-li součin jejich směrnic, zís-

káme absolutní hodnotu korelačního koeficientu (nulová hodnota směrnice znamená nulovou hodnotu korelačního koeficientu).

Analýza závislosti ordinálních proměnných

U ordinálních proměnných se zkoumá počet konkordančních párů objektů (např. pro respondenty počet párů, v nichž jeden respondent hodnotí oba ukazatele vyšší nebo nižší úrovní než druhý), počet diskordančních párů (počet párů, v nichž respondenti hodnotí ukazatele rozdílně, tj. jeden vyšší a druhý nižší úrovní) a počet vázaných párů (počet párů, v nichž respondenti hodnotí některý z ukazatelů stejnou úrovní). Na základě těchto počtu párů bylo navrženo *Somersovo d*. Existují také symetrické míry založené na tomto principu, například symetrické Somersovo d (je harmonickým průměrem obou asymetrických variant) či *Kendallovo tau-b* (je geometrickým průměrem obou asymetrických variant), dále *Kendallovo tau-c* a *gama* (nezohlednuje počty vázaných párů).

Analýza závislosti dichotomických proměnných

Při zkoumání závislosti dvou dichotomických proměnných vyjdeme z kontingenční tabulky. Pro dichotomické proměnné dostaváme tabulku se čtyřmi políčky, tj. čtyřpolní. Hodnocení jednostranné závislosti se provádí pomocí *poměru šancí*. Tato zajímavá míra se liší od všech ostatních měr tím, že v případě nezávislosti nabývá hodnoty 1 (na nulu lze převést zlogaritmováním). Samotná hodnota udává, kolikrát má určitý jev větší (menší) šanci, že nastane (vysvětlovaná proměnná nabude hodnoty 1 a ne hodnoty 0) pro hodnotu vysvětlující proměnné 1, oproti šanci, když by vysvětlující proměnná byla 0 (nebo jiná tomu odpovídající kategorie). Místo testování hypotéz se počítají meze intervalu spolehlivosti. Pokud interval spolehlivosti obsahuje 1, pak (při dané spolehlivosti) vysvětlovaná proměnná nezávisí na proměnné vysvětlující.

Analýza souhlasu ve čtvercových kontingenčních tabulkách

Kromě závislosti lze u dvojic proměnných sledovat též jiné typy vztahů. Jako příklad lze uvést souhlas hodnot pro proměnné se stejnými kategoriemi. Jako míra souhlasu se obvykle používá *Cohenovo kappa*, které porovnává četnosti na diagonále s teoretickými četnostmi v případě nezávislosti, které jsou základem pro chí-kvadrát test.

Při porovnání koeficientu tau-b a kappa lze poznamenat, že oba koeficienty nabývají hodnot z intervalu $\langle -1; 1 \rangle$. Hodnoty 0 nabývá koeficient tau-b v případě lineární nezávislosti a koeficient kappa v případě, že se součet zjištěných sdružených četností na diagonále rovná součtu teoretických četností v případě nezávislosti. Záporné hodnoty svědčí o nepřímé lineární

závislosti (koeficient tau-b), resp. nepřímém souhlasu. Může nastat situace, kdy je zjištěna úplná nepřímá lineární závislost, hodnota koeficientu tau-b je -1, ale hodnota koeficientu kappa je nula. Záleží tedy na tom, zda má být hodnocena závislost, nebo souhlas.

Párové testy

Kromě testů o nezávislosti se v praxi využívají též *testy pro dva závislé (párové) výběry*. Pomocí nich testujeme, zda dvě ordinální proměnné jsou výběry ze stejného rozdělení. Existuje i speciální test pro dvě dichotomické proměnné, který je založen na četnostech ve čtyřpolní tabulce (*Mc Nemarův*). Podrobněji o výše uvedených mísách viz například (Pecáková, 2011) a (Řezanková, 2011).

Analýza podobnosti

Jiným vztahem je *podobnost*, která je obecnějším pojmem než závislost. Kromě mér závislosti lze využít *kosinovou míru* podobnosti, která bývá aplikována při vícerozměrné analýze dat pro ohodnocení vztahů jak u dvojic objektů, tak u dvojic proměnných (Řezanková, 2009). Kosinová míra podobnosti se zaměřuje na podobnosti hodnot objektů (např. respondentů) či proměnných. V případě, že by byly objekty charakterizovány dvěma proměnnými a zobrazeny jako body ve dvourozměrném prostoru, můžeme ke každému bodu graficky znázornit vektor s počátečním bodem v počátku soustavy souřadnic. Hodnota kosinové míry pro dva objekty se spočítá jako kosinus úhlu, který svírají příslušné dva takto znázorněné vektory. Pokud by byly hodnoty obou proměnných u obou objektů stejné, šlo by o shodné vektory a hodnota kosinové míry by byla 1. Obdobně lze postupovat v případě více proměnných a také při hodnocení podobnosti hodnot dvou proměnných.

Kosinová míra je obecně určena pro kvantitativní proměnné. Porovnáme-li dvě stejné proměnné, nebo jsou-li hodnoty jedné proměnné lineární kombinací druhé, je hodnota kosinové míry 1. Nabývá-li pro každý objekt vždy jedna z proměnných hodnoty 0, je hodnota kosinové míry 0. Při aplikaci na ordinální proměnné s hodnotami od jedné získáme pouze kladné hodnoty a nejnižších hodnot je dosaženo pro nepřímou lineární závislost.

9.2.3. Vícerozměrné metody

Vícerozměrná analýza může být realizována rozličnými typy zkoumání pomocí širokého okruhu metod (Hebák et al., 2005; 2007a; 2007b). Některé jsou rozšířením postupů pro dvě proměnné, jako je regresní analýza, analýza rozptylu či analýza kontingenčních tabulek. Jsou zkoumány závislosti více

(než dvou) *proměnných současně*, přičemž může jít o podmíněnou závislost (závislost dvou proměnných v závislosti na hodnotách třetí proměnné), nebo o závislost jedné proměnné na hodnotách dvou či více vysvětlujících proměnných, případně závislost více proměnných na jedné či více proměnných vysvětlujících.

Kromě toho existují *metody*, které jsou někdy nazývané jako *průzkumové* (explorační) a které se snaží nalézt v datech nějaké zajímavé vztahy. Například chceme odhalit skupiny podobných objektů, proměnných či kategorií, případně vztahy mezi prvky těchto skupin graficky znázornit. V některých programových systémech jsou do této skupiny zařazeny prakticky všechny vícerozměrné metody s výjimkou těch, které jsou zaměřeny na zkoumání závislosti (korelační analýza, vícerozměrné kontingenční tabulky, analýza rozptylu), příp. jejího modelování pomocí regresní analýzy.

Klasifikace metod vícerozměrné analýzy je velmi různorodá – každý programový systém má obvykle svoji vlastní. Navíc obvykle používané skupiny nejsou disjunktní. Některá metoda může být současně zařazena do více skupin. Kromě toho neexistuje jednotný výklad určitých názvů skupin. V dalším textu nejprve uvedeme vybrané skupiny metod a jejich zástupce a teprve pak zmíníme některé další používané klasifikace.

Závislost více proměnných

Příkladem rozšíření postupů pro dvě proměnné je regresní analýza, neboť model může zahrnovat více vysvětlujících proměnných. Jde o model *vícenásobné regrese*. Modeluje se tedy závislost kvantitativní spojité proměnné na dvou či více vysvětlujících proměnných, které musí být kvantitativní. Za předpokladu lineárních vztahů mezi proměnnými lze využít stejný princip odhadu parametrů modelu jako v případě jednoduché regrese (s jednou vysvětlující proměnnou). Navíc existují různé postupy pro výběr nejlepší podmnožiny ze zadaných vysvětlujících proměnných (některé proměnné nemusí být pro model vhodné).

Korelační a regresní analýza zahrnuje ještě další metody. Souvislost mezi dvěma skupinami kvantitativních proměnných zkoumá *kanonická korelace*. Vztahy mezi proměnnými mohou být ovšem i jiné než lineární, což řeší např. *nelineární regresní analýza*.

Také princip analýzy rozptylu se používá pro zkoumání závislosti kvantitativní spojité proměnné na dvou či více vysvětlujících proměnných, které jsou kategoriální. Metoda se nazývá *vícefaktorová analýza rozptylu*, neboť vícefaktorová ANOVA. Je možné také zkoumat současný vztah více vysvětlovaných proměnných na jedné či více kategoriálních vysvětlujících proměnných. V tom případě jde o *vícenásobnou analýzu rozptylu*, pro kterou je

používána zkratka MANOVA. Postup lze aplikovat například při hodnocení výsledků metod, jejichž cílem je vytvořit skupiny objektů charakterizovaných několika proměnnými (shluková analýza, viz dále). Výsledkem by měly být takové skupiny, aby vnitroskupinová variabilita byla co nejmenší a mezi skupinová co největší.

Rovněž princip zkoumání v kontingenčních tabulkách pro dvě kategoriální proměnné lze rozšířit na analýzy pro více kategoriálních proměnných. Speciálním případem je zkoumání dvou dichotomických proměnných při zohlednění kategorií třetí proměnné, kdy se provádějí *testy podmíněné nezávislosti* a odhaduje se *společný poměr šancí* (příp. jeho přirozený logaritmus).

Obecně lze proměnnou s více kategoriemi nahradit skupinou tzv. indikátorových proměnných. Nejčastější převod je naznačen v tabulce 9.2. Místo nominální proměnné *obor* se čtyřmi kategoriemi ($k = 4$) budou v modelu použity tři ($k - 1$) binární proměnné. Stejný postup lze použít i pro některé další metody.

Tabulka 9.2: Převod nominální proměnné obor na skupinu binárních

Obor	X ₁	X ₂	X ₃
informatika	1	0	0
matematika	0	1	0
statistika	0	0	1
ekonometrie	0	0	0

Po převodu vícekategoriálních proměnných na proměnné binární lze detailně analyzovat vztahy mezi více proměnnými pomocí *log-lineární analýzy* (zkrácený název pro logaritmicko-lineární analýzu). Závislost binární proměnné na vysvětlujících proměnných různého typu zkoumá *logistická regrese*. Konstruuje se model, v němž je jako vysvětlovaná proměnná tzv. logit, což je logaritmus šance, že vysvětlovaná proměnná nabude určité hodnoty (obvykle 1). Vysvětlující proměnné, které jsou vícekategoriální, se přitom převádějí na skupiny indikátorových proměnných (existují i jiné typy indikátorových proměnných, než je typ uvedený v tabulce 9.2). Lze kombinovat indikátorové i kvantitativní proměnné. Místo odhadů hodnot vysvětlované proměnné se počítají odhady pravděpodobností, že vysvětlovaná proměnná nabude hodnoty 1. Na základě předem stanovené prahové hodnoty (například 0,5) se pak vysvětlované proměnné přiřadí hodnota 0 nebo 1.

Rozšířením logistické regrese pro jiné kategoriální vysvětlované proměnné je jednak *multinomická logistická regrese* (pro vícekategoriální nominální

proměnnou, kdy se uvažuje závislost indikátorových proměnných), jednak *ordinální logistická regrese* (pro ordinální proměnnou). Výhodou procedur implementovaných v programových systémech pro logistickou regresi je to, že umožňují převádět vysvětlující proměnné, které nejsou kvantitativní, na skupinu binárních proměnných, jež mohou být do modelu zařazeny.

Stejným způsobem lze zařadit vícekategoriální proměnné i do některých jiných metod vícerozměrné analýzy, například do lineární regrese. Uživatel však musí indikátorové proměnné před analýzou v programovém systému připravit – převod není součástí procedur pro lineární regresní analýzu.

Klasifikační metody s vysvětlovanou proměnnou

Logistická regrese patří jednak do skupiny metod pro regresní analýzu, jednak do *klasifikačních metod*. Na základě známých hodnot vysvětlované a vysvětlujících proměnných je vytvořen (odhadnut) model. Pomocí něj pak lze na základě známých hodnot vysvětlujících proměnných odhadovat hodnoty (kategorie) vysvětlované proměnné. Protože odhadované hodnoty označují určité skupiny objektů, je odhad současně zařazením objektu do některé z předem známých skupin, což je označováno jako *klasifikace*.

Jsou-li vysvětlující proměnné pouze kvantitativní nebo binární (buď původní, nebo nově vytvořené v vícekategoriálních), lze pro zařazení objektů do předem známých skupin (definovaných pomocí kategorií vysvětlované proměnné) použít *diskriminační analýzu*.

Další skupinou metod, které jsou určeny pro zařazování objektů s využitím binární nebo vícekategoriální vysvětlované proměnné, jsou *klasifikační stromy*. Použitý základní princip je uplatněn také v případě, pokud je vysvětlovaná proměnná kvantitativní spojitá. V takovém případě jde o regresní stromy. Souhrnně jsou metody založené na stromových strukturách označovány jako *rozhodovací stromy*. Charakteristické pro tyto postupy je to, že vysvětlující proměnné se předpokládají kategoriální. Jsou-li proměnné kvantitativní spojité, nebo diskrétní s větším počtem hodnot, jsou při analýze vytvořeny kategorie, které mají největší význam z hlediska odhadů hodnot vysvětlované proměnné.

Při vytváření klasifikačního stromu se vybírají postupně proměnné, které mají největší vliv na zařazení objektů do skupin, tedy na jejich klasifikaci. Problematika je ovšem poněkud složitější, než je zde nastíněno (musí být stanoveny podmínky ukončení větvení stromu aj.). Výsledkem je jednak výběr vysvětlující proměnných (do modelu nemusí být zařazeny všechny), jednak vytvoření kategorií těchto proměnných, které jsou významné pro co nejlepší odhad hodnoty vysvětlované proměnné. Tyto kategorie mohou být shodné s původními kategoriemi, nebo jsou vytvořeny sdružením kategorií,

případně jsou vytvořeny na základě intervalů hodnot kvantitativní spojité proměnné.

V praxi jsou ke klasifikaci objektů využívány i jiné speciální metody, jako jsou *neuronové sítě*. Tyto postupy však již nebývají označovány jako statistické, i když řeší úlohy analýzy dat.

Klasifikační metody bez vysvětlované proměnné

Existují i metody, které umožňují zařazovat objekty do skupin i tehdy, pokud není k dispozici vysvětlovaná proměnná. V takovém případě nejenže nejsou k dispozici data, na základě nichž by mohl být vytvořen model pro odhad hodnot kategorií vysvětlované proměnné, ale navíc není ani znám počet skupin, do nichž je vhodné objekty zařazovat.

Základem pro tento typ klasifikace je obvykle stanovení míry podobnosti dvou objektů. Často je vytvářena matice vzdáleností pro dvojice objektů. Pro řešení této úlohy existuje celá řada metod, pro niž existuje zastřešující název *shluková analýza*, případně *metody shlukování*. Podstatou je vytvořit skupiny objektů (shluky) tak, aby dva objekty ze stejného shluku si byly více podobné než dva objekty z různých shluků. Počet shluků přitom není předem znám.

Základní postupy byly navrženy pro datový soubor obsahující kvantitativní proměnné. Pro dvojice objektů je počítána *vzdálenost*, která může být například definována jako druhá odmocnina ze součtu čtvercových odchylek hodnot zjištěných u jednotlivých proměnných (*euklidovská vzdálenost*). V současné době existují různé přístupy pro shlukování objektů charakterizovaných proměnnými jiného typu, případně proměnnými různých typů. Vždy však existuje řešení podobné tomu, které bylo uvedeno v předchozí části. Je to převedení proměnných, které nejsou kvantitativní, na skupinu binárních proměnných. Na rozdíl od modelů vytvářených na základě známých hodnot vysvětlované proměnné je potřeba převod provést tak, aby mohly být správně spočteny míry podobnosti. Převod pro nominální proměnnou je uveden v tabulce 9.3, převod pro ordinální proměnnou pak v tabulce 9.4.

Tabulka 9.3: Převod nominální proměnné na skupinu binárních

obor	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
INF	1	0	0	0
MAT	0	1	0	0
STA	0	0	1	0
EKO	0	0	0	1

Tabulka 9.4: Převod ordinální proměnné na skupinu binárních

reakce	X ₅	X ₆	X ₇
žádná	0	0	0
slabá	1	0	0
střední	1	1	0
silná	1	1	1

Významnou roli při shlukové analýze zaujímají rozličné *grafické výstupy*, pomocí nichž se zobrazují vztahy mezi objekty. Nejznámějším grafem je *dendrogram*, který znázorňuje postupné seskupování objektů až do vytvoření jednoho shluku, který zahrnuje všechny objekty. Jde stejně jako v případě klasifikačního stromu o stromový graf, který se ovšem vytváří na zcela jiném principu.

Metody shlukové analýzy jsou často používány i za účelem vytvoření skupin podobných proměnných, případně skupin podobných kategorií nominální proměnné.

Ke klasifikačním metodám s neznámým zařazením objektů do skupin patří též speciální metody, u nichž je grafické zobrazení objektů hlavním výstupem. Jde o propojení s problematikou, která bude probrána v následující části. Objekt, který je charakterizován m proměnnými a který by měl být tedy graficky zobrazen v m -rozměrném prostoru, se pomocí určitých transformací charakterizuje pomocí menšího počtu nových proměnných (dvou pro znázornění ve dvourozměrném prostoru). To je podstatou *vícerozměrného škálování*. Při následném grafickém zobrazení objektů jako bodů v prostoru lze (v případě, že v datech existuje určitá struktura) určit, kolik existuje skupin objektů. V případě menšího počtu objektů, které jsou vhodně v grafu popsány, lze určit i příslušnost jednotlivých objektů do těchto skupin.

Vstupem pro vícerozměrné škálování je matici vzdáleností. Tuto metodu lze stejně jako shlukovou analýzu aplikovat pro zjištění skupin podobných proměnných, případně kategorií.

Snižování počtu proměnných

V úlohách, kdy klasifikujeme objekty, at' už známe či neznáme, do jakých skupin mají být objekty zařazeny, bývá problémem, je-li objekt charakterizován velkým počtem proměnných. Z toho důvodu jsou intenzivně zkoumány metody, které umožňují snížit jejich počet, a tedy redukovat dimenzi (rozměr) úlohy (rozměr vektoru, kterým je objekt charakterizován).

Jedním způsobem je *výběr proměnných*, který přichází v úvahu především při použití vysvětované proměnné. Tento postup byl již naznačen v souvislosti s klasifikačními stromy. Obdobný způsob zkoumání významnosti proměnných lze použít před aplikací ostatních metod se známými hodnotami vysvětované proměnné. Dále je možné zjišťovat skupiny podobných proměnných (například na základě shlukové analýzy) a do analýzy zařadit pak pouze jednu reprezentující proměnnou.

Vhodnějším způsobem je však *vytvoření menšího počtu nových proměnných*, jak bylo zmíněno v souvislosti s vícerozměrným škálováním v předchozí

části. Základním přístupem je *analýza hlavních komponent*, pomocí níž se stanovují nové proměnné (hlavní komponenty) jako lineární kombinace původních proměnných tak, aby byla snížena redundancy v datech. Počet nových proměnných se pak určí tak, aby množina těchto proměnných do statečným způsobem zachycovala celkovou variabilitu původních proměnných. V praxi se tento princip realizuje v rámci *faktorové analýzy*, jejímž cílem je vyjádřit původní proměnné především pomocí společných *faktorů*, které vyjadřují korelace mezi proměnnými.

Metod redukce dimenze (dimenzionality) je však mnohem více. K tomuto účelu lze využít i „nestatistické“ postupy, zejména biologicky inspirované metody, jako jsou již neuronové sítě či genetické algoritmy.

Podrobnější zkoumání vztahů mezi proměnnými a kategoriemi

Pokud jde o zkoumání vztahů pouze mezi kategoriálními proměnnými, pak byl již zmíněn *log-lineární model*. U kategoriálních proměnných lze navíc zkoumat vztahy mezi kategoriemi, jak již bylo zmíněno v předchozích částech této kapitoly. Kromě již dříve uvedených postupů existuje metoda speciálně určená pro řešení daného problému, a to *korespondenční analýza*, která zkoumá jednak vztahy mezi kategoriemi jedné proměnné (na základě četností v kontingenční tabulce, tedy na základě vztahu dvou proměnných), jednak vztahy mezi kategoriemi více proměnných (*vícenásobná korespondenční analýza*). Na základě zjištěných vztahů je možno redukovat počty kategorií jejich sloučením, což může přispět k odhalení závislosti mezi proměnnými.

Způsoby klasifikace vícerozměrných metod

V této části vyjdeme z *klasifikací* používaných ve statistických programových systémech, které obvykle přebírají poznatky z literatury, ale mohou mít i své specifické způsoby. Budeme uvádět jen názvy softwarových produktů; podrobněji o programových systémech viz (Řezanková a Löster, 2009). Odlišnosti se objevují také v tom, které metody jsou označovány jako „vícerozměrné“ (pokud se tento pojem v nabídkách systémů objevuje).

Nejvíce metod v jedné skupině je v systému STATISTICA, v němž jsou ve skupině nazvané *Vícerozměrné průzkumné techniky* zařazeny metody

- shluková analýza,
- diskriminační analýza,
- analýza hlavních komponent,
- kanonická analýza,
- analýza spolehlivosti,
- klasifikační stromy,

- korespondenční analýza,
- vícerozměrné škálování,
- diskriminační analýza.

Ostatní metody se nacházejí buď v rámci skupiny *Pokročilé lineární/nelineární modely* (log-lineární analýza kontingenčních tabulek, nelineární regrese, časové řady a řada dalších nabídek), nebo v podobě samostatných nabídek (v případě velmi frekventovaných metod), jako vícerozměrná regrese (lineární) či ANOVA (včetně metody MANOVA).

Jedním z modulů systému SAS je Enterprise Guide. V něm jsou jako vícerozměrné metody označovány (Stankovičová & Vojtková, 2007)

- analýza hlavních komponent,
- faktorová analýza,
- kanonická korelační analýza,
- diskriminační analýza,
- shluková analýza,
- logistická regrese.

Lineární regresní analýza se stejně jako v předchozím případě nachází v samostatné nabídce. Stejně je tomu v případě analýzy rozptylu.

Ještě méně nabízených položek v rámci vícerozměrných metod jsou v systému Statgraphics Centurion. Jsou to

- korelační analýza,
- analýza hlavních komponent,
- faktorová analýza,
- kanonická korelační analýza,
- shluková analýza.

Diskriminační analýza je zařazena do klasifikačních metod (spolu s neuronovými sítěmi). Regresní analýza i analýza rozptylu jsou zařazeny do jiných skupin.

V systému S-PLUS jsou postupy, které lze členit do dílčích metod, nabízeny také samostatně. Kromě regrese a metody ANOVA je to navíc i shluková analýza, u níž je implementováno nebývalé množství algoritmů. Nabídka vícerozměrných metod je rozdělena do dvou částí. V první je zařazena diskriminační analýza, faktorová analýza a analýza hlavních komponent a ve druhé metoda MANOVA.

Jiný přístup je zohledněn v systému IBM SPSS, v němž jsou kromě metod založených na porovnávání středních hodnot (t testy a ANOVA), korelace a regrese nabízeny skupiny vícerozměrných metod podle účelu, ke kterému jsou určeny. Je to klasifikace, redukce dimenzionality a škálování.

Ve skupině *klasifikace* jsou tři podskupiny: v první jsou nabízeny různé metody shlukové analýzy (klasifikace bez vysvětlované proměnné), druhá je zastoupena diskriminační analýzou (klasifikace s využitím vysvětlované proměnné) a třetí je určena pro metodu nejbližšího souseda. Do druhé podskupiny by bylo možné zařadit i další metody, u kterých je však upřednostněno hledisko konstrukce metody (například logistická regrese je zařazena do skupiny regrese). Metoda nejbližšího souseda klasifikuje objekty na základě jejich podobnosti s jinými sledovanými objekty.

Ve skupině *redukce dimenziality* se nacházejí faktorová analýza a korespondenční analýza. Ve skupině *škálování* pak metody vícerozměrného škálování a analýzy spolehlivosti.

Pokud jde o volně dostupné softwarové produkty, pak jako významné lze zmínit prostředí R, jehož příkazy jsou obdobou komerčního jazyka S (viz systém S-PLUS). V tomto prostředí k základním vícerozměrným metodám patří metoda hlavních komponent, faktorová analýza, shluková analýza, logistická regrese, rozhodovací stromy a lesy. Jiné volně dostupné produkty obvykle poskytují buď jen základní statistické výpočty, případně jsou zaměřeny na určitou problematiku a nezahrnují celou šíři vícerozměrných metod.

Další testy vícerozměrné analýzy

Pro ordinální proměnné lze použít *neparametrické testy pro tři a více závislých výběru*. K nim patří *Friedmanův test*, který je založen na pořadí hodnot. Jsou porovnávána průměrná pořadí pro všechny proměnné. Základní idea je taková, že pokud není rozdíl mezi výběry, pak není rozdíl mezi průměrnými pořadími. Friedmanova statistika má při platnosti nulové hypotézy přibližně chí-kvadrát rozdělení. Neparametrické testy jsou v programových systémech obvykle nabízeny v rámci samostatné nabídky.

Analýzy zaměřené na výzkum trhu

I když při výzkumu trhu lze použít všechny výše uvedené typy analýz, existuje několik úzce specializovaných metod určených k řešení speciálních problémů. Jednou z nich je „*conjoint*“ analýza, česky *analýza preferencí vícerozměrných konceptů* (Hebák et al., 2007b). Tato metoda slouží ke zjišťování, které vlastnosti výrobků, respektive které jejich kombinace, nejvíce ovlivňují preference zákazníků (základní každému výrobku přiřadí pořadí). Sleduje míru vlivu proměnných popisujících výrobek, jejich jednotlivých kategorií a jejich kombinací na preference.

Analýza diskrétního výběru slouží k podobným účelům. Zákazník má však k dispozici několik skupin výrobků, přičemž z každé skupiny vybírá právě jeden výrobek. Je zjištováno, které proměnné mají vliv na výběr výrobků.

Vícerozměrná preferenční analýza je určena pro rozdělení výrobků do skupin na základě zjištování, které produkty zákazníci hodnotí stejně či podobně. Získáváme tak obdobné výsledky jako v případě shlukové analýzy.

K metodám uvedeným v této skupině lze zařadit též již dříve zmíněnou vícerozměrné škálování, které lze využít při sledování podobnosti výrobků na základě názorů zákazníků, či korespondenční analýzy.

Shrnutí

Statistické metody jsou nepostradatelnou oporou při rozhodování na všech stupních řízení, jejich využití je požadováno pro publikování článků v odborných časopisech. V současné době s běžným přístupem k vhodnému hardwarovému a softwarovému vybavení je snadné provést i velmi pokročilé statistické analýzy. Stále však existují dvě problematická místa, která mohou ovlivnit závěry z analýz. Jedním z nich je kvalita vstupních dat a druhým je interpretace získaných výstupů. I přes významnou roli techniky jsou znalosti a zkušenosti konkrétního výzkumníka určujícím faktorem pro kvalitní závěry a rozhodnutí.

PŘÍLOHA A

Etika vědecké práce

Autorská etika (soustava mravních zásad) vědecké práce je složitý a citlivý problém a vědec by si měl být vědom a samozřejmě dodržovat příslušná *pravidla „slušného chování“*. Cílem etiky ve výzkumu zajistit, aby nikomu nebylo ublíženo a nikdo netrpěl důsledky našeho výzkumu.

Pro naše účely by se tato pravidla mohla shrnout do zásad:

- Nechlubit se „cizím peřím“!
- NechoPAT věcnou kritiku jako nepřátelství!
- Publikovat jen správné a prověřené závěry!
- Vždy všem říkat co dělám a proč to dělám!
- Dodržet vždy co jsem komu slíbil!
- Podílet se nezištně o své poznatky a zkušenosti se svými spolupracovníky!

Prakticky se může etický problém vyskytnout v těchto etapách zpracování disertace

1. Při zpracování (využívání) informačních (literárních) zdrojů, kde bychom vždy měli v textu *řádně citovat zdroj*. Týká se to nejen textových pasáží, ale zejména různých tabulek a grafů. Pokud je tabulka či graf mým vlastním dílem, pak se za to nestydět a uvést „*vlastní zdroj autora*“
2. Pokud se na jednom určitém výzkumu podílí více pracovníků, pak vždy *explicitně uvést co je mým dílem* (přínosem) a pokud to není možné nebát se uvést, že se jedná o společnou práci vyjmenovaných osob.
3. V případech různých průzkumů, at' už se jedná o dotazník, interwiev či akční výzkum vždy by všem dotazovaným či pozorovaným měl být *jasně řečen účel, pro který se výzkum dělá*, a získané informace by neměly být použity na cokoliv jiného.
4. Zejména v případě kvalitativních výzkumů se často dostává „*výzkumník*“ do osobního kontaktu s dotazovaným a měl by respektovat jeho právo na soukromí (*Right to privacy*). To znamená uvědět si, že on něco potřebuje a ne dotazovaný a podle toho se chovat. Být k dotazovanému ohleduplný, respektovat jeho časové a vědomostní možnosti a klást mu jen ty otázky, které jsou relevantní ke zkoumanému problému. Jen tak má šanci si získat jeho důvěru a tím i šanci získat další užitečné informace nad rámec původního plánu výzkumu.
5. Je zcela samozřejmé, že průzkumem získané informace by měly být vždy „*důvěrné*“ (zásada *Confidentiality*) a neměly by být sdělovány v žádném případě „*třetím*“ osobám. Pokud jsou výsledky publiková-

ny, tak vždy se souhlasem dotazovaného, nebo jen jako agregovaná informace bez identifikace respondenta.

6. V souvislosti s publikováním závěrů výzkumu je nutné dodržet požadavek kvalitního (správného) výzkumu (tzv. *Right to quality*). I když se to nezdá, patří tato zásada do etických zásad, protože ne-kvalitní výzkum může v některých případech poškodit mnoho subjektů, které např. mohou uvěřit nesprávným výsledkům výzkumu a tím utrpět značnou škodu.

Oprávněná práce s informačními zdroji¹³

Při práci s informačními zdroji bychom měli rozlišovat mezi těmito třemi možnými formami jejich používání.

- *Kompilace* je text vzniklý složením myšlenek a závěrů sebraných z více jiných původních textů, ne však kopírování celých doslovních pasáží textu. Kompilace neobsahuje žádný nový tvůrčí poznatek k tématu, není výsledkem výzkumné činnosti autora, je pouze složením již známých a publikovaných faktů a podává ucelený pohled na danou problematiku. Použité zdroje se řádně citují a odkazují, výsledná práce je prezentována jako komplilace, nevydává se za originál.
- *Parafráze* je vyjádření obsahu původního díla jinou formou (v případě textu se jedná o použití jiných slov). Přebírájí se pouze původní základní myšlenky autora, formulují se vlastním způsobem a stylem, vlastními slovy a řádně se ocitují. Jakékoli převzaté výrazy (kromě odborných výrazů) jsou označeny v uvozovkách a citovány.
- *Všeobecně známá fakta* není potřeba citovat. Jedná se o takové informace, které jsou obecně známé, nezpochybnitelné, popřípadě snadno ověřitelné ve všeobecných publikacích (encyklopedie nebo základní učebnice). Ve specializovaném odborném prostředí jsou to takové údaje a výrazy, které jsou v dané komunitě běžně užívány a které tvoří základní terminologický a znalostní rámec oboru.
- *Úmyslný plagiát* vznikne v situaci, kdy nastane
 - doslovné opsání nebo kopírování cizího textu a jeho vydávání za vlastní, aniž by byl citován,
 - převzetí a publikování cizí práce včetně té, která ještě nebyla dokončena a odevzdána,

¹³ Podrobně o tom, jak psát disertační práce se dočtete na
<http://knihovna.cvut.cz/studium/jak-psat-vskp/doporuceni/>

- vydávání komplikace (nebo její části) za vlastní originální text,
- okopírování grafických prvků bez citace a odkazu na původní zdroj, okopírování názvu, struktury (např. obsahu, osnovy aj.) cizího textu, popřípadě až do té míry, že je možná záměna obou děl,
- úmyslné neuvedení některých využitých zdrojů,
- koupení či stažení cizí volně dostupné práce a její vydávání za vlastní.

Reliabilita a validita výzkumu

Jednou ze základních otázek každého výzkumu se týká toho, jakým způsobem zajistit, aby jeho výsledky byly důvěryhodné a spolehlivé). Hovoříme o otázkách validity (platnosti) a reliability (spolehlivosti).

Validita má v případě kvantitativního výzkumu otázku, zda skutečně měříme to, co předpokládáme, že by se mělo měřit. V případě kvalitativního výzkumu jde spíše o to, aby výzkumník porozuměl určité výpovědi o zkoumaném systému v plné šíři jejích zjevných i skrytých významů.

Reliabilita určité metody v případě kvantitativního výzkumu je obvykle posuzována podle toho, jestli její opakování použití v různých situacích, za vyloučení zásadních měn či vývoje ve sledované charakteristice vede ke stejným výsledkům. V případě kvalitativního výzkumu je výsledek považován za spolehlivý, pokud při studiu určitého problému dospějí různí výzkumníci k podobným závěrům.

Kromě toho, se musí každý výzkum v oblasti společenských věd se vyrovnat s následujícími čtyřmi problémy:

- *Pravdivostní hodnota (Truth Value)*: Jak je možné dosáhnout důvěry ve výsledky výzkumu u osob, jichž se zkoumání týkalo a v jejichž kontextu se výzkum prováděl?
- *Upotřebitelnost (Applicability)*: Jsou zjištěné skutečnosti aplikovatelné v jiném prostředí nebo u jiné skupiny lidí?
- *Konzistence (Consistency)*: S jakou spolehlivostí lze tvrdit, že výsledky jsou opakovatelné, jestliže se zkoumání uskuteční znova u stejných nebo podobných osob a v podobných kontextech?
- *Neutralita (Neutrality)*: Jak je možné zajistit, aby výsledky studie byly skutečně určeny respondentem, situací a kontextem, a ne předpokladostí, zájmy nebo perspektivou výzkumníka?

Ukažme si ilustrativní příklad vhodně použité parafráze Bostonské matice pro hodnocení portfolia aplikací informačních technologií. Originál hodnotí portfolio výrobků/služeb podle růstu trhu a našeho podílu na tomto trhu:



Při aplikaci na portfolio informačních systémů v organizaci, nám vznikne tato její parafráze, kterou vytvořil pan McFarlan:

Strategické aplikace IT <small>Aplikace, které jsou kritické pro dosažení cílů společnosti, např. marketingový IS, manažerské IS, finanční analýza, a pod.</small>	Potenciální aplikace IT <small>Aplikace, které mohou být důležité pro dosažení cílů společnosti, např. expertní systémy, elektronické prototypy, EDI a pod.</small>
Klíčové aplikace IT <small>Aplikace, které jsou kritické pro chod společnosti, např. saldokonto, kalkulace, řízení výroby, řízení skladu a pod.</small>	Podpůrné aplikace IT <small>Aplikace, které jsou důležité, ale ne kritické pro chod společnosti, např. účetnictví, mzdy, elektronická pošta, zpracování textů a pod.</small>

budoucnost současnost

nutnost možnost

PŘÍLOHA B

Jak psát odborné vědecké články

Nezbytnou součástí vědecké práce jsou publikace, podle kterých je každý vědec hodnocen vědeckou komunitou. „*Nepublikovaná věda není žádnou vědou, výzkum, který není zveřejněn, neexistuje.*“ (Šesták, 2000)

Při psaní vědeckého článku bychom měli dodržovat určité zásady, a dbát na to, článek měl strukturu vědeckého článku, která je v současnosti označovaná zkratkou *IMRAD* (*Introduction, Methods, Results and Discussion*). Při psaní vědeckého článku dodržujte proto tyto zásady:

- V úvodu formulujte jasně a zřetelně účel výzkumu, který provádíte, tj. výzkumný problém řešíte a proč jste se rozhodli daný problém řešit a proč si myslíte, že je důležité daný problém řešit. Koho a proč by měl váš výzkum zajímat a jaké nové poznatky čtenář získá po přečtení vašeho článku. Formulujte výzkumné otázky a k nim příslušné pracovní hypotézy.
- Formou kritické rešerše literárních zdrojů shrňte, co podstatného o tomto problému již napsali ostatní autoři. Soustřed'te se zejména na „bílá místa“, která podle vašeho názoru nebyla dostatečně prozkoumána.
- Jádrem článku a podstatnou jeho částí je popis vlastního výzkumu a jeho výsledků, tj.
 - jaké *metody* zkoumání jste použili, kdy, kde a jak byl výzkum realizován, kde a jak jste získali data, s jakými subjekty či materiály jste pracovali apod.
 - jakých jste dosáhli *výsledků*, tj. Jaké jste našli odpovědi na výzkumné otázky a zda testované hypotézy byly potvrzeny nebo vyvráceny. Co jste během výzkumu objevili zajímavého a nového.
- V závěrečné *diskuzi* zhodnoťte váš výzkum z hlediska jeho přínosu pro řešení daného problému, interpretujte dosažené výsledky z hlediska jejich možné aplikace v praxi. Porovnejte, do jaké míry se výsledky vašeho výzkumu liší, případně jsou shodné s výsledky jiných podobných výzkumů. Uveďte, proč a jak jaký by měl být realizován další výzkum dané problematiky v budoucnosti.
- Na závěr napište *anotaci* (abstrakt), která je nejen určitým marketingem vašeho výzkumu, ale podle které se čtenář rozhodne, zda si přeče, nebo nepřeče váš článek. V anotaci stručně uved'te cíle, metody a výsledky vašeho výzkumu včetně doporučení, která z těchto výsledků vyplývají. Nezapomeňte na vhodná *klíčová slova*, podle kterých vyhledávají a indexují váš článek vyhledávače a databáze. Ze stejného důvodu je důležitý *název článku*, který by měl být takový,

aby již podle něj čtenář pochopil, o čem článek je a jaký problém se v něm řeší.

- Pamatujte, že vědecký článek není „literatura ani poezie“, ale sdělení o výsledcích vašeho výzkumu. Proto by dikce článku měla být vedená jazykem a pojmy zavedenými v daném vědním oboru. Dbejte na to, aby váš jazyk byl jasný, zřetelný, jednoznačný a přesvědčivý bez možností nežádoucích a nesprávných interpretací. Dbejte na to, aby tok textu byl logický a vzájemně provázaný ve sledu problém – metody jeho řešení – výsledky – interpretace výsledků.

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Spirála znalostí SECI	28
Obrázek 1.2: Čtyři možné stavy našeho poznání.....	29
Obrázek 3.1: Kolbův experimentální cyklus.....	44
Obrázek 5.1: Pyramida tvorby teorie v managementu	63
Obrázek 6.1: Diagram subsystémů	70
Obrázek 6.2: Rozhodovací strom.....	71
Obrázek 6.3: Zpětnovazební smyčka	77
Obrázek 6.4: Příčinné myšlení	79
Obrázek 6.5: Myšlení v uzavřené smyčce	80
Obrázek 6.6: Operační myšlení.....	81
Obrázek 7.1: Obrázek ženy.....	89
Obrázek 7.2: Myšlenková mapa.....	90
Obrázek 7.3: Šestiúhelníky	91
Obrázek 7.4: Spirála znalostí SECI při modelování	94
Obrázek 7.5: Kauzality.....	104
Obrázek 7.6: Zesilující a vyvažující procesy v příčinných smyčkových diagramech	105
Obrázek 7.7: Model tvrdého versus měkkého systému.....	107
Obrázek 9.1: Ukázka datového souboru pořízeného na základě šetření v předmětu XY (Microsoft Excel)	127

Seznam tabulek a příloh

<i>Tabulka 3.1: Rozdíly mezi kvalitativním a kvantitativním výzkumem</i>	47
<i>Tabulka 6.1: Systemické x systematické x systémové myšlení</i>	82
<i>Tabulka 8.1: Přehled přístupů v rámci teorie komplexních systémů (Morel & Rangaraj, 1999)</i>	116
<i>Dotazník 9.1: Dotazník k šetření v předmětu XY</i>	125
<i>Tabulka 9.1: Zkoumání závislostí pro dvě proměnné (testy a míry)</i>	133
<i>Tabulka 9.2: Převod nominální proměnné obor na skupinu binárních</i>	140
<i>Tabulka 9.3: Převod nominální proměnné na skupinu binárních</i>	142
<i>Tabulka 9.4: Převod ordinální proměnné na skupinu binárních</i>	142

Literatura

1. Arlt, J. & Arltová, M., 2009. *Ekonomické časové řady*. Praha: Professional Publishing.
2. Banks, J., Carson, J., Nelson, B. & Nicol, D., 2001. *Discrete-Event System Simulation*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
3. Beer, D., 2010. Manažerské simulátory pro podporu strategického rozhodování v malých a středních firmách. Ph. D. Vysoká škola ekonomická v Praze, p.16.
4. Beneš K., 2005. Metodologie a dějiny přírodních věd: základní přehled. České Budějovice: TF JU.
5. Bertalanffy, L.v., 1968. *General System theory: Foundations, Development, Applications*. Revised edition, New York, NY: George Braziller.
6. Boghossian, P.A., 2006. *Fear of knowledge: against relativism and constructivism*. New York, NY: Oxford University Press.
7. Boorstin, D., 1992. *The image: A guide to pseudo-events in America*. New York, NY: Vintage Book.
8. Box, G.E.P., 1979. Robustness in the Strategy of Scientific Model Building. In: Launer, R.L., Wilkinson, G.N., ed. 1979. *Robustness in Statistics: Proceedings of a Workshop*. New York, NY: Academic Press.
9. Cahlík, T. et al., 2006. *Multiagentní přístupy v ekonomii*. Praha: Karolinum.
10. Cooper, D.R. & Emory, C.W., 1995. *Business Research Methods*. 5th ed. London: McGraw-Hill.
11. Creswell, J.W., 2008. Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. 3rd ed. London: Sage Publication Inc.
12. Danya International, Inc., 2002a. *The Research Assistant: Formulating a Research Question*. [online] Dostupný z: <<http://www.theresearchassistant.com/tutorial/2.asp>> [cit. 27. prosince 2007].
13. Danya International, Inc., 2002b. *The Research Assistant: Grant Writing*. [online] Dostupný z: <<http://www.theresearchassistant.com/tutorial>> [cit. 27. prosince 2007].
14. Denzin, N. 1989. *The research act*. London: Prentice-Hall.
15. Demjančuk. N., 2002. *Filosofie a vědecké myšlení*. Dobrá Voda: Aleš Čeněk.

16. Disman M., 2002. *Jak se vyrábí sociologická znalost*. Praha: Karolinum.
17. Dlouhý, M. a kol., 2007. *Simulace podnikových procesů*. Brno: Computer Press.
18. Doucek, P., 2010. Informační management – vymezení, úlohy a role. In: Doucek, P., ed. 2010. *Informační management*. Praha: PROFESSIONAL PUBLISHING.
19. Easterby-Smith M. et al., 2002. *Management Research. An Introduction*. 2nd ed. London: SAGE Publications.
20. Exnarová, A., 2010. Modely v informatice. In: *Sborník prací účastníků vědeckého semináře doktorandského studia Fakulty informatiky a statistiky VŠE v Praze*. [online] Praha: Oeconomica. Dostupný z: <<http://fis.vse.cz/studium/doktorske-studium/den-doktorandu/den-doktorandu-2010/>> [cit 3. června 2012].
21. Forrester, J.W., 1998. *Designing the Future*. Sevilla: Universidad de Sevilla. [online] Dostupný z: <http://www.pourmousavi.com/mataleb/DesigningTheFutureY_1999-03.pdf> [cit 5. června 2012].
22. Gill, J. & Johnson, P., 1998. *Research Methods for Managers*. London: Paul Chapman Ltd.
23. Gruhl, J. & Gruhl, N., 1978. *Methods and Examples of Model Validation – an Annotated Bibliography*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology, Energy Laboratory.
24. Habr, J. & Vepřek, J., 1986. *Systémová analýza a syntéza*. 3. vydání. Praha: SNTL.
25. Hammer, M. & Champy, J., 1993. Reengineering the corporation: a manifesto for business revolution. New York, NY: Harper Business.
26. Hannan, M.T. & Freeman, J., 1984. Structural Inertia and Organizational Change. *American Sociological Review*, 49, pp.149–164.
27. Hebák, P., Hustopecký, J. & Malá, I., 2005. *Vícerozměrné statistické metody* (2). Praha: Informatorium.
28. Hebák, P., Hustopecký, J., Jarošová, E., & Pecáková, I., 2007a. *Vícerozměrné statistické metody* (1). 2. vyd. Praha: Informatorium.
29. Hebák, P. et al., 2007b. *Vícerozměrné statistické metody* (3). 2. vyd. Praha: Informatorium.
30. Hendl, J., 2005. Kvalitativní výzkum: Základní metody a aplikace. Praha: Portál, s.r.o.

31. Hindls, R., Hronová, S., Seger, J. & Fischer, J., 2007. *Statistika pro ekonomiku*. 8. vyd. Praha: Professional Publishing.
32. Checkland, P. & Scholes, J., 1990. *Soft Systems Methodology in Action*. Chichester: John Wiley.
33. Chráska, M., 2007. Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu. Praha: Grada Publishing.
34. Jančarová, V. & Rosický, A., 1992. *Úvod do systémových věd*. Vysoká škola ekonomická v Praze.
35. Kolb, D.A., Rubin, I.M. & McIntyre, J.M., 1979. *Organizational Psychology. An experimental Approach*. 3rd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
36. Krumlovská, O. & Alexa, J., 1999. *Léčivá pavučina a dalších 77 pověr a zázraků*. Praha: Troja.
37. Křemen, J., 2007. *Modely a systémy*. Praha: Academia.
38. Kuhn, T.S., 1962. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
39. Kuhn, T.S., 2008. *Struktura vědeckých revolucí*. Přeloženo z angličtiny T. Jeníčkem. Praha: OIKOYMHENH.
40. Mařík, V., Štěpánková, O. & Lažanský, J., 1997. *Umělá inteligence 2*. Praha: Academia.
41. Mařík, V., Štěpánková, O. & Lažanský, J., 2003. *Umělá inteligence 4*. Praha: Academia.
42. Mendling, J., 2008. Metris for process models: empirical foundations of verification, error prediction, and guidelines for correctness. Berlin: Berlin Heidelberg Springer-Verlag.
43. Mildeová, S., 2003. Systémová dynamika. *Acta Oeconomica Pragensia*. Vol. 11, No. 8, pp.106–114.
44. Mildeová, S., 2007. *Teorie systémové dynamiky a tržní struktury*. Praha: KSA FIS VŠE.
45. Mildeová, S. & Dalihod, M., 2010. Validita modelu & realita systému. In: *Systémové přístupy 2010 [CD-ROM]*. Praha, 11. listopadu 2010. Praha: Oeconomica.
46. Mildeová, S. & Klas, J., 2006. Spirála tvorby znalostního portfolia. In: *Systémové Přístupy 2006 [CD-ROM]*. Praha, 6. prosince 2006. Praha: Oeconomica.
47. Minařík, K., 1995. *Přímá stezka*. Praha: Canopus.

48. Mišovič, J., 2001. V hlavní roli otázka. (průvodce přípravou otázek v sociologických a marketingových průzkumech). Hradec Králové: ALDIS.
49. Mitleton-Kelly, E., 2005. Designing a New Organisation: A Complexity Approach. In: *4th European Conference on Research Methods in Business and Management Studies (ECRM)*. Université Paris-Dauphine, 21-22. dubna 2005, Paris.
50. Mitleton-Kelly, E., 2007. The Emergence of Final Cause. In: Aaltonen, M. ed. 2007. *The Third Lens. Multi-Ontology Sense-Making and Strategic Decision-making*. Aldershot: Ashgate Publishing Ltd.
51. Morel, B. & Rangaraj, R., 1999. Through the Looking Glass of Complexity: The Dynamics of Organizations as Adaptive and Evolving Systems. *Organization Science*, 10, pp.278–293.
52. Nicolis, G. & Prigogine, I., 1989. *Exploring Complexity: An Introduction*. New York, NY: W.H. Freeman.
53. Nonaka, I., & Takeuchi, H., 1995. The knowledge creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation. New York, NY: Oxford University Press.
54. Nordsieck, F., 1932. Die Schaubildliche Erfassung und Untersuchung der Betriebsorganisation. Stuttgart: C. E. Poeschel Verlag.
55. Pavlica a kol., 2000. Sociální výzkum, podnik a management: průvodce manažera v oblasti výzkumu hospodářských organizací. Praha, Eko-press.
56. Pecáková, I., 2011. *Statistika v terénních průzkumech*. 2. vyd. Praha: Professional Publishing.
57. Petráčková, V. a kol., 2001. *Akademický slovník cizích slov*. Praha: Academia.
58. Potužáková, Z. & Mildeová, S., 2011. Systémový přístup ke konceptu flexicurity. *Politická ekonomie*, Vol. 59, Num. 2.
59. Prigogine, I. & Stengers, I., 1985. *Order Out Of Chaos: Man's New Dialogue with Nature*. London: Flamingo.
60. Pstruzina, K., 2002. *Vědecké metody z pohledu kognitivní vědy*. [online] Dostupný z: <<http://nb.vse.cz/~pstruzin/state/metody.htm>> [cit. 22. ledna 2012].
61. Richmond, B., 1993. Systems thinking: critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review*, Vol. 9, No. 2, New York, NY: John Wiley & Sons, Ltd.

62. RoAngelo.net, 2011. *Gestalt Shift*. [online] Dostupný z: <<http://www.roangelo.net/logwitt/gestalt-shift.html>> [cit. 6. června 2012].
63. Rogers, E.M., 1962. *Diffusion of Innovations*, Glencoe: Free Press.
64. Rosenzweig P., 2009. *The Halo Effect: ... and the Eight Other Business Delusions That Deceive Managers*. New York, NY: Free Press.
65. Rosický, A. & Pavlíček, A., 2010. Poznání, znalost a jazyk. In: *Rozvoj tacitních znalostí manažerů - jak vyhledávat, rozvíjet a využívat skryté znalosti a zkušenosti manažerů*. Zlín, 20. května 2010. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
66. Řezanková H., 2007. *Analýza dat z dotazníkových šetření*. Praha: Professional Publishing.
67. Řezanková, H., 2011. *Analýza dat z dotazníkových šetření*. 3. vyd. Praha: Professional Publishing.
68. Řezanková, H., Húsek, D. & Snášel, V., 2009. *Shluková analýza dat*. 2. vyd. Praha: Professional Publishing.
69. Řezanková, H. & Löster, T., 2009. *Úvod do statistiky*. Dotisk 2010. Praha: Oeconomica.
70. Stankovičová, I. & Vojtková, M., 2007. *Viacrozmerné štatistické metódy s aplikáciami*. Bratislava: Iura Edition.
71. Saunders M., Thornhill A. & Lewis P., 2009. *Research Methods for Business Students*. 5th ed. Harlow: FT/Prentice Hall.
72. Senge, P., 1990. *The Fifth Discipline*. New York, NY: Currency Doubleday.
73. Sharif, A.M., 2005. Can systems dynamics be effective in modelling dynamic business systems? *Business Process Management Journal*. Vol. 11, Issue 5, pp.612–615.
74. Shepard, H.A., 1960. An Action Research Model. In: Arbor, A., ed. 1960. *The Foundation for Research on Human Behavior*. Ann Arbor, MI: University of Michigan.
75. Schuette, R. & Rotthowe, T., 1998. The Guidelines for Modeling – An Approach to Enhance the Quality of Information models. In: Ling, T.W., Ram, S. & Li Lee, M. ed. *ER 1998 LNCS*. Heidelberg: Springer., vol. 1507, pp.240-254.
76. Stachowiak. H., 1973. *Allgemeine Modelltheorie*. Wien: Springer-Verlag.
77. Sterman, J.D., 1991. *A Skeptic's Guide to Computer Models*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology.

78. Sterman, J.D., 2000. *Business Dynamics. Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Boston, MA: McGraw-Hill Higher Education.
79. Šesták, Z., 2000. *Jak psát a přednášet o vědě*. Praha: Academia.
80. Šusta, M., 2004. *O systémové dynamice a systémovém myšlení*. [online] Praha: Proverbs. Dostupný z: <http://proverbs.cz/media/art/SM_ST.pdf> [cit. 6. června 2012].
81. The Epoch Times, 2010. *Tři základní omezení moderní vědy - část čtvrtá: Společné otázky těchto omezení*. [online] Dostupný z: <<http://www.velkaepocha.sk/2010081214143/Tri-zakladni-omezeni-moderni-vedy-cast-ctvrta-Spolecne-otazky-techto-omezeni.html>> [cit. 15. ledna 2012].
82. Thorburn, W.M., 1918. The Myth of Occam's Razor. *Mind*. Vol. 18/107, pp.345–353.
83. Toman, P., 2009. Models of communication and interpretation. In: *Systémové přístupy 2009 [CD-ROM]*. Praha, 19. listopadu 2009. Praha: Oeconomica.
84. Vlček J., 1999. *Systémové inženýrství*. Praha: ČVUT Praha.
85. Vodáček, L. & Rosický, A., 1997. *Informační management. Pojetí, poslání a aplikace*. Praha: Management press.
86. Vojtko, V., 2005. *Co je systémové myšlení?* [online] Praha: Proverbs. Dostupný z: <http://proverbs.cz/media/art/sys_think.pdf> [cit. 6. června 2012].
87. Vojtko, V. & Mildeová, S., 2007. *Dynamika trhu*. Dotisk k 1. vydání, Praha: Profess Consulting.
88. Vymětal, J. & Váchová, M., 2000. *Úvod do studia odborné literatury*. Praha: ORAC.
89. Vymětal, J., Diačiková, A. & Váchová, M., 2006. *Informační a znalostní management v praxi*. Praha: LexisNexis.
90. Wimmer, M., 1964. *Základní metody vědeckého myšlení*. [online] Dostupný z: <<http://www.quido.cz/metody.htm>> [cit. 24. ledna 2012].

Rejstřík

A

abdukce, 43
abstrakce, 41
agent, 112
intencionální, 114
kompetitivní, 114
kooperativní, 114
reaktivní, 113
sociální, 114
analogie, 83
struktur, 82
analýza, 42
diskrétního výběru, 147
diskriminační, 141
faktorová, 144
hlavních komponent, 144
korelační, 132
korespondenční, 144
log-lineární, 140
preferencí vícerozměrných konceptů, 146
regresní, 136
rozptylu, 135
shluková, 142
systémová, 89
vícekriteriální, 75
vícerozměrná preferenční, 147

B

bifurkace, 72

C

celulární automat, 116
co-evoluční udržitelnost, 73

Č

čas
diskrétní, 101
spojitý, 101

D

data, 48

anomálie, 49
desinformace, 49
historická, 97
kvantifikovaná, 92
přesnost, 48
pseudopřesnost, 48
spolehlivost, 48
data mining, 82
dedukce, 42
dendrogram, 143
deterministická úloha, 111
diagram
příčinný smyčkový, 90
toků, 90
dichotomizace, 128
dimenzionální konzistence, 95
distribuované řešení problémů, 114
dynamická dimenze, 73

E

emergence, 72
emergentních jev, 110
experiment, 101
simulační, 100
experimentální práce, 110

H

hladina, 80
holismus, 71
hypnóza, 53
hypotéza, 33, 96
alternativní, 131
dynamická, 96
nulová, 131
vědecká, 130
hysterze, 72

Ch

chybějící údaje
definované uživatelem, 129
systémové, 129

I

indukce, 42

informace, 76
informační a komunikační technologie, 76
informační společnost, 76
intuice, 55
investigativní pentagram, 32

K

kategorizace, 128
Knowledge Management, 26
koeficient
 Cohenovo kappa, 137
 Cramérovo V, 134
 determinace, 136
 éta, 135
 fí, 134
 gama, 137
 Goodmanovo-Kruskalovo lambda, 136
 Goodmanovo-Kruskalovo tau, 136
 informační, 136
 Kendallovo tau-b, 137
 Kendallovo tau-c, 137
 kontingenční Pearsonův, 134
 korelační Kendallův, 132
 korelační Pearsonův, 132
 korelační Spearmanův, 132
 neurčitosti, 136
 Somersovo d, 137
komplexní adaptivní systémy, 116
konstruktivistický přístup, 111
kontingence, 134
korektnost, 112
korelace
 kanonická, 139
 negativní, 133
 pozitivní, 133
kvantifikace, 81

L

lucidní snění, 55

M

mapa
 mentální, 89
 pojmová, 91
 procesní, 91
meditace, 53
metoda, 38
metodika, 38

metodologie, 38
metodologie měkkých systémů, 88
metody, 40
 empirické, 40
 logické, 41
míra
 kosinová, 138
model, 86, 111
 citlivost, 98
 explicitní, 91
 konceptuální, 110
 mentální, 78, 87
 optimalizační, 99
 počítacový, 91
 pravdivost, 95
 SECI, 93
 simulační, 100
 systémový, 75
modelování, 75
 informačních systémů, 98
multi-agentní přístup, 110
multi-agentní simulace, 110
multi-agentní systém, 112
myšlení
 kreativní, 89
 operační, 80
 příčinné, 79
 systematické, 82
 systemické, 82
 systémové, 74, 78
 v uzavřené smyčce, 80
myšlenkový konstrukt, 111

O

objekt, 74
Occamova břitva, 86
odstup, 21

P

paradigma, 18, 21
 myšlení, 76
 společnosti, 78
 vědy, 77
parametr, 95
podobnost, 138
poměr determinace, 135
poměr šancí, 137
pravda, 22
proces

vyvažující, 105
zesilující, 105
proměnná
dichotomická, alternativní, 124
diskrétní, 124
endogenní, 97
exogenní, 97
kategorialní, 124
kvalitativní, 124
kvantitativní, 124
nezávislá, 135
nominální, 124
ordinární, pořadová, 124
spojitá, 124
stavová, 106
toková, 106
vysvětlovaná, 135
vysvětlující, 135
závislá, 135
předmět zkoumání, 74
přístupy k vědeckému zkoumání, 28
deskriptivní, 29
explanatorní, 29
exploratorní, 30
konstruktivistický, 28
normativní, 29
phenomenologický, 29
positivistický, 28

statistická indukce, 131
statistická inference, 131
subsystémy, 70
světonázor, 88
systém, 68
komplexita, 69
komplexní, 71
komplexnost, 71
lidských aktivit, 69
měkký, 69
otevřený, 69
přirozený, 69
sociální, 69
struktura, 74
technicko-sociální, 69
technický, 69
tvrdý, 69
udržitelnost, 72
uzavřený, 69
systémová
hierarchie, 70
systémové
myšlení, 74, 78
systémový, 74
archetyp, 80
model, 75
přístup, 68

Š

šestiúhelník, 90

R
regrese
logistická, 140
vícenásobná, 139
relevance, 112
rovnováha, 72, 105
rozhodovací stromy, 141

T

technika resp. postup, 38
teorie, 38, 62
komplexity, 72
samoorganizace, 72
test
binomický, 131
dynamických hypotéz, 96
extrémních podmínek, 96
Fisherův exaktní, 134
Friedmanův, 146
chi-kvadrát o nezávislosti, 134
Kruskalův-Wallisův, 136
Mannův-Whitneyho, 136
Mc Nemarův, 138
t pro dva nezávislé výběry, 135
testování hypotéz, 76, 81
tok, 80

S

samo-organizace, 116
kritikalita, 116
samo-se-organizující kritikality, 75
sen, 55
shora dolů, 42
simulace, 75
diskrétní, 101, 110
kombinovaná (diskrétně-spojitá), 101
simulační experiment, 75
software, 75
spirála znalostí, 93

trans, 52

U

učení, 73

V

validace, 96

vazba

negativní, 105

pozitivní, 105

vědecké myšlení, 74

vědomí, 24

verifikace, 96

vhled, 56

vícerozměrné škálování, 143

víra, 22

vnímání, 24

výzkum, 38

akční, 39

aplikovaný, 39

kvalitativní, 45

kvantitativní, 44

základní, 39

výzkumné otázky, 32

vzdálenost, 142

Z

závislost, 132

zdola nahoru, 42

znalost či znalosti, 26, 76

explicitní, 26, 93

spirála znalostí, 28

tacitní, 26, 93

znalostní učení, 76

Ž

životní prostředí, 73

Summary

This science book focuses on advanced research methods with specific research results revealed for public. The research was performed between years 1997-2012. Some original research results were made accessible for public. The science book connects alternative methods, specific techniques as modeling, simulations and statistical methods with commonly used research methods. Published information in this science book is especially valuable for such a group of researchers and scientists who are open to newly changing paradigm of current knowledge and awareness.

Main topics of the book *Advanced methods of scientific research* are science and scientists, research questions and hypothesis, methods of scientific research, alternative methods for research work with partially revealed specific research results from this field, economics and management research specifics, systems approach to scientific research, modeling, simulation experiments, discreet simulation methods as a tool for scientific work, statistical methods for scientific research, ethics of scientific work, and also guidelines for scientific papers writing.

Keywords

advanced research methods, science, research, alternative research methods

Klíčová slova

pokročilé vědecké metody, věda, výzkum, alternativní vědecké metody