

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA

Komunikace prostřednictvím modelu znalosti

Communication using a model of knowledge

disertační práce

Autor: **Ing. Miroslav Nečas**

Školitel: **Prof. RNDr. Jaroslav Havlíček, CSc.**

Katedra operační a systémové analýzy



2008

Poděkování:

Prof. RNDr. Jaroslavu Havlíčkovi, CSc. za vedení této disertační práce a cenné rady, které mi pomohly nejen v dokončení této práce, ale i v dalších oblastech života.

Celému kolektivu Katedry OSA za oponenturu této práce a především za přátelskou spolupráci a příjemnou atmosféru, která na katedře vždy vládla.

Společnosti Tovek, která mi umožnila během studia a psaní disertační práce získávat praktické zkušenosti.

Obsah

1	Souhrn.....	1
2	Summary.....	3
3	Úvod.....	5
4	Cíl disertační práce.....	6
5	Zvolené metody zpracování.....	7
6	Návaznosti a spolupráce.....	8
7	Základní pojmy.....	10
8	Literární přehled.....	14
8.1	Znalost.....	16
8.1.1	Implicitní a explicitní znalost.....	17
8.1.2	Složky znalosti.....	18
8.1.3	Vznik znalosti.....	19
8.1.4	Podpora rozhodování založená na znalostech.....	22
8.2	Komunikace.....	23
8.2.1	Proces komunikace.....	23
8.3	Umělá inteligence.....	25
8.3.1	Definice umělé inteligence.....	25
8.3.2	Znaky umělé inteligence.....	26
8.3.3	Schémata reprezentace znalostí.....	27
8.3.4	Oblasti využití umělé inteligence.....	28
8.4	Znalostní systémy.....	32
8.4.1	Základní koncepty znalostních systémů.....	33
8.4.2	Problémové okruhy určené znalostním systémům.....	36
8.4.3	Struktura znalostního systému.....	38
8.4.4	Životní cyklus znalostního systému.....	41
8.4.5	Architektura znalostních systémů.....	43
8.4.6	Vybrané metodiky tvorby znalostních systémů.....	47
8.4.7	Účastníci procesu tvorby znalostního systému.....	54
8.4.8	Problémy a omezení znalostních systémů.....	55
8.4.9	Faktory úspěchu znalostního systému.....	57

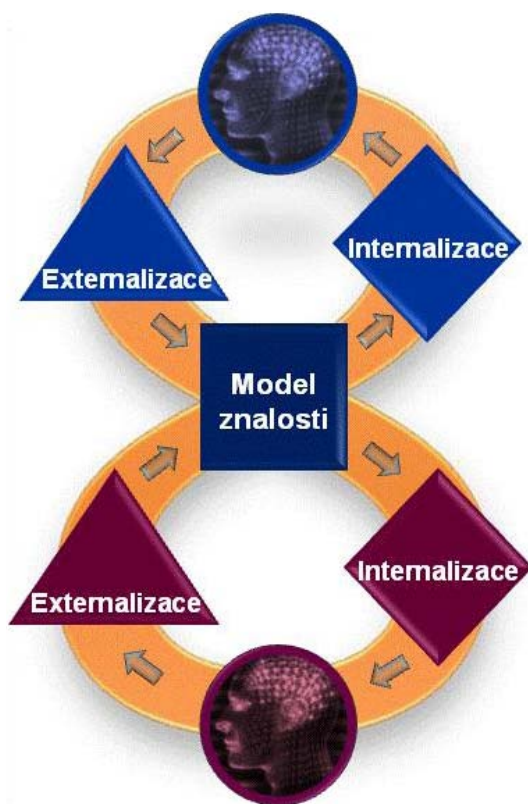
8.5	Tvrdé a měkké přístupy k řešení problémů	59
8.5.1	Tvrdé systémové metodologie	59
8.5.2	Měkké systémové metodologie.....	60
8.5.3	Fuzzy logika – alternativní teorie množin.....	61
9	Komunikace prostřednictvím modelu znalosti	63
9.1	Identifikace znalosti	65
9.1.1	Definice znalosti – současný stav.....	65
9.1.2	Měření znalosti – současný stav	66
9.1.3	Definice znalosti.....	68
9.1.4	Speciální definice znalosti	70
9.1.5	Diskuse	72
9.1.6	Identifikace znalosti	73
9.2	Model znalosti	75
9.2.1	Digitální reprezentace znalosti	76
9.2.2	Neuronální reprezentace znalosti	76
9.2.3	Abstraktní reprezentace znalosti.....	76
9.2.4	Využití měkkých a tvrdých přístupů pro modelování znalosti.....	77
9.3	Vybrané způsoby reprezentace znalosti	78
9.3.1	Příběh	78
9.3.2	Matematický model.....	79
9.3.3	Znalostní mapa	80
9.3.4	Ontologie	82
9.3.5	Kriteria pro výběr vhodného modelu	83
9.4	Definice.....	88
9.4.1	Komunikace prostřednictvím modelu znalosti	88
9.4.2	Přenos znalostí	89
9.4.3	Vliv emocí a empatie na přenos znalostí	96
9.4.4	Komunikace prostřednictvím abstraktního modelu znalosti	99
9.4.5	Komunikace prostřednictvím digitálního modelu znalosti.....	101
9.5	Metodika komunikace prostřednictvím modelu znalosti	106

9.5.1	Externalizace znalosti a vytvoření modelu znalosti	107
9.5.2	Interpretace znalostního modelu a internalizace znalosti	109
9.5.3	Zpětná vazba.....	111
9.6	Rekapitulace výsledků disertační práce.....	113
9.6.1	Překážky v masivnějším rozšíření znalostních systémů	113
9.6.2	Obecná a speciální definice pojmu znalost	114
9.6.3	Definice modelu znalosti.....	115
9.6.4	Komunikace prostřednictvím modelu znalosti	116
9.6.5	Metodika komunikace prostřednictvím modelu znalosti	116
9.7	Diskuse	118
9.7.1	Přínosy komunikace prostřednictvím modelu znalosti.....	120
9.7.2	Omezení komunikace prostřednictvím modelu znalosti	120
9.7.3	Podmínky komunikace prostřednictvím modelu znalosti	120
9.8	Závěr.....	122
10	Reference	124

1 Souhrn

Potenciál ICT v oblasti reprezentace, uchovávání a sdílení znalostí není zcela využit. Cílem disertační práce bylo navrhnout zkoumat systémová aspekty této problémové situace a navrhnout alternativu současnému způsobu reprezentace, uchovávání a předávání znalostní prostřednictvím ICT, zejména znalostních systémů. Tato alternativa by měla podpořit masivnější využívání ICT pro reprezentaci, uchovávání a sdílení znalostí.

V rámci disertační práce byly zkoumány možné příčiny současného stavu, kdy znalostní systémy jsou využívány spíše v rámci úzkých problémových oblastí a pro vybraný okruh uživatelů. Na základě identifikace těchto příčin byl navržen proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti (obrázek 2.1) jako alternativa k současnému způsobu reprezentace, uchovávání a předávání znalostí prostřednictvím ICT, zejména prostřednictvím znalostních systémů.



Obrázek 2.1: Proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti

legenda: nahoře komunikátor, dole komunikant

Účastníci tohoto procesu – komunikátor a komunikant – si vzájemně předávají znalost prostřednictvím abstraktního nebo digitálního modelu znalosti. Specifikem procesu komunikace se znalostním modelem je fakt, že znalost jednoho subjektu (komunikátora) je využita pro řešení určitého problému druhým subjektem (komunikantem). Přenos poznatků a znalostí získaných během řešení daného problému je předmětem zpětné vazby.

Přínosem komunikace prostřednictvím modelu znalosti je fakt, že model znalosti reprezentuje znalost sám o sobě. Zatímco ve znalostních systémech je znalost poměrně složitým způsobem reprezentována několika spolupracujícími moduly (znalostní bází, inferenčním modulem, vysvětlovacím modulem atd.), model znalosti je autonomní. Model znalosti může být vložen do informačního systému, uložen na datovém nosiči či vytištěn na papíru bez toho, aby ztratil svoji hodnotu. Komunikace prostřednictvím modelu znalosti je díky tomu oproti sdílení znalostí prostřednictvím znalostního systému významně flexibilnější a přístupná masivnějšímu rozšíření.

Klíčová slova: znalost, model znalosti, komunikace, reprezentace znalosti, znalostní systém, informační a komunikační technologie.

2 Summary

The potential of ICT on the field of representing, maintaining and sharing knowledge isn't still fulfilled. The goal of the thesis was to analyse aspects of current situation and to propose an alternative approach to representing, maintaining and sharing knowledge using knowledge-based systems. Proposed alternative should strengthen further development in using ICT for representing, maintaining and sharing knowledge.

The current situation is that knowledge-based systems are frequently one-track and are not wide-spread. In order to fulfil the goal of thesis the reasons of current situation were examined. Based on system approach the process of communication using a model of knowledge has been proposed as an alternative to knowledge-based systems (Figure 2.2).

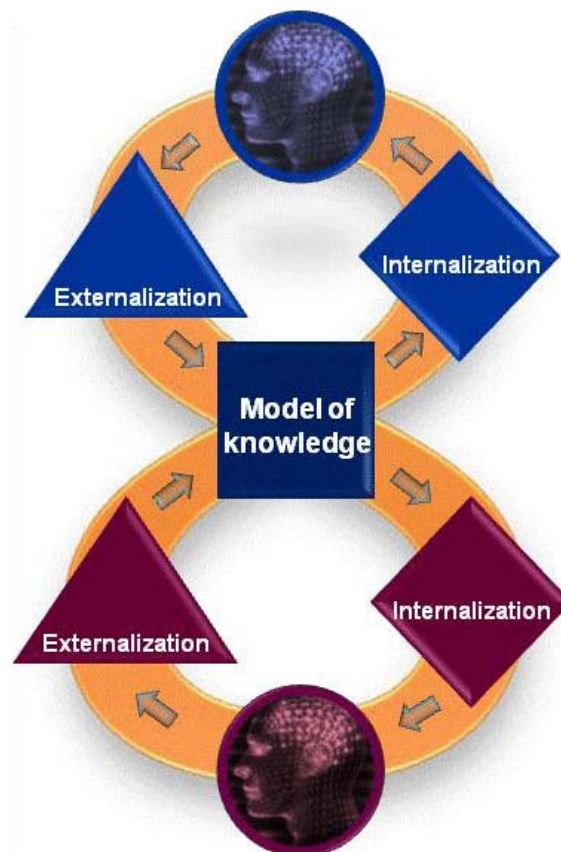


Figure 2.2: Process of communication using model of knowledge
legend: upside communicator, bottom communicant

Communicator and Communicant participate on this process exchanging knowledge each other using model of knowledge. The specific of this process is a fact, that one subject (communicant) uses a knowledge of other subject (communicator) for solving a problem. Knowledge gained by communicant during a process of problem solving is a feed-back to the communicator.

The key benefit of communication using a model of knowledge is that the model of knowledge represents the knowledge itself. In knowledge-based system is knowledge represented by a set of cooperating modules (knowledge base, inferential module, explaining module etc.). The model of knowledge needs no knowledge-based system to represent knowledge. The model of knowledge can be inserted into an information system, saved on data disc or printed out without losing its value. It makes communication using a model of knowledge more flexible and ready for massive use than sharing knowledge using knowledge-based system is.

Keywords: knowledge, model of knowledge, communication, knowledge representation, knowledge-based system, information and communication technologies.

3 Úvod

„To become the most competitive and dynamic knowledge-based economy in the world, capable of sustainable economic growth with more and better jobs and greater social cohesion.“

Strategický cíl EU pro rok 2010 stanovený na Lisabonském zasedání Rady v březnu roku 2000.

Na Lisabonském zasedání Rady EU v roce 2000 byl vytyčen strategický cíl Evropy pro rok 2010: stát se nejvíce dynamickou a konkurenceschopnou znalostní ekonomikou na světě. Přístup k informacím, který byl dříve označován za konkurenční výhodu, je v současné době vnímán jako nezbytnost. Za konkurenční výhodu je nyní považována schopnost efektivně využívat znalosti.

Za jedny z hlavních hybatelů současného pokroku jsou označovány informační a komunikační technologie (ICT). V současné době existují způsoby jak uchovat a předat znalost prostřednictvím těchto technologií. Tato oblast je doménou softwarových technologií označovaných jako „umělá inteligence“ a softwarových systémů označovaných jako „znalostní systémy“. Historie znalostních systémů sahá do 80. let dvacátého století a historie umělé inteligence ještě dále. Stále však existuje celá řada problémů v oblasti reprezentace, uchovávání a předávání znalosti prostřednictvím ICT.

Existují znalostní systémy, které úspěšně fungují a dosahují dobrých výsledků (Turban a kol. 2004), přesto znalostní systémy nenaplňují zcela potenciál svého využití. Jsou často zaměřené pouze na určitý, úzce vymezený okruh problémů nebo na úzký okruh uživatelů, kterým slouží. Pokud mají ICT podpořit rozvoj znalostní ekonomiky a znalostní společnosti, je třeba rozšířit působnost znalostních systémů nebo navrhnou alternativní způsob reprezentace, uchovávání a sdílení znalostí prostřednictvím ICT.

4 Cíl disertační práce

Současný stav v oblasti využívání ICT k reprezentaci, uchovávání a předávání znalostí lze v terminologii akčního výzkumu označit za problémovou situaci. Posláním znalostních systémů je reprezentovat a uchovávat znalost a tu to znalost zprostředkovávat uživatelům. Znalostní systémy v této oblasti zdaleka nenaplní svůj potenciál. Jsou často nasazeny pouze v omezené míře: v určitých, úzce vymezených problémových oblastech nebo pro určitý, úzce vymezený okruh uživatelů.

Cílem disertační práce je zaměřit se na systémové aspekty této problémové situace a navrhnout proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti jako alternativu, která může vést k jejímu zlepšení.

Dílčí cíle disertační práce:

- ▶ *identifikovat problémy ve využívání ICT k reprezentaci, uchovávání a předávání znalostí se zaměřením na oblast znalostních systémů,*
- ▶ *identifikovat možné příčiny těchto problémů,*
- ▶ *navrhnout proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti jako alternativní způsob reprezentace, uchovávání a předávání znalostí prostřednictvím ICT,*
- ▶ *navrhnout metodiku procesu komunikace prostřednictvím modelu znalosti.*

5 Zvolené metody zpracování

Disertační práce se založena na systémovém pohledu na problematiku reprezentace, uchovávání a sdílení znalostí. Znalost je dle tohoto pohledu chápána jako objekt. Při získávání nových poznatků v rámci disertační práce převládá deduktivní přístup. Na základě zjištění popsanych v literárním přehledu a na základě definovaných pojmů jsou odvozovány nové závěry a definovány nové pojmy. Výjimkou je uvedená obecná definice znalosti. Tato sice vychází z definic uvedených v literárním přehledu, především je však odvozena z pozorování současného způsobu aplikace pojmu znalost. Lze tedy říci, že tato definice je založena spíše na přístupu induktivním. Disertační práce je obsahově členěna do tří částí:

- ▶ Úvodní kapitoly obsahují cíl a metodiku disertační práce, souhrn výsledků disertační práce, popis návazností disertační práce a spolupráce s dalšími subjekty, definici základních pojmů.
- ▶ Kapitola „Literární přehled“ obsahuje přehled současného stavu problematiky uchovávání a sdílení znalostí. Věnuje se zejména problematice definice pojmu znalost, technologiím zvaným „umělá inteligence“, softwarovým systémům zvaným „znalostní systémy“ a takzvaným „tvrdým a měkkým“ přístupům k řešení problémů.
- ▶ Kapitola „Komunikace prostřednictvím modelu znalosti“ obsahuje výsledky disertační práce. Obsahuje podkapitoly identifikace znalosti, model znalosti, vybrané způsoby reprezentace znalosti, definice komunikace prostřednictvím modelu znalosti, metodika komunikace prostřednictvím modelu znalosti, shrnutí a diskuse.

6 Návaznosti a spolupráce

Autor je zaměstnán ve společnosti Tovek, spol. s r. o. na pozici „projektový manažer“. Společnost Tovek nabízí softwarové produkty a řešení v oblasti vyhledávání analýzy a interpretace informací. Protože se jedná o společnost do 25 zaměstnanců, kompetence projektového manažera mimo jiné zahrnuje i zodpovědnost za funkční návrh nabízených řešení.

Znalostmi řízený přístup k informacím

Autor se dlouhodobě zabývá problematikou sémantických standardů a podílí se na konceptu „Znalostmi řízený přístup k informacím“, který je implementován v rámci řešení společnosti Tovek. Tento koncept je založen na myšlence sdílení znalosti obsahu určitých informačních zdrojů v rámci organizace. Řešení společnosti Tovek umožňují zaměstnancům organizace sdílet tuto znalost prostřednictvím znalostní mapy organizované v souladu se standardem ČSN ISO/IEC 132 50 „Mapy námětů“. V rámci řešení jsou dále využity technologie, které spadají do oblasti umělé inteligence, za účelem automatizace úkonů, které by musel provádět člověk. Jedná se zejména o monitoring informačních zdrojů a automatickou kategorizaci dokumentů.

Společnost Tovek se v rámci 6 rámcového programu podílela na projektu Calibrate (Nečas, Šplíchal 2007). Cílem tohoto mezinárodního výzkumného projektu bylo zhodnotit možné přínosy sémantických standardů pro oblast sdílení výukových pomůcek. V rámci tohoto výzkumu byla společností Tovek vyvinuta aplikace Topic Mapper za účelem vytvořit navigační strukturu nad učebními pomůckami. Topic Mapper je aplikace vytvořená v jazyce Java, podporuje sémantický standard Mapy námětů a umožňuje vyvářet znalostní mapy kolaborativním způsobem. Tento přístup umožnil vytvořit v mezinárodním prostředí jednotnou navigaci nad učebními pomůckami, založenou na sémantickém propojení národních učebních plánů.

Meaning-based computing

Společnost Tovek je technologickým centrem britské společnosti Autonomy v České republice, která prosazuje koncept meaning-based computing (Murray 2006). Autor je v rámci společnosti Tovek zodpovědný za produkty společnosti Autonomy, které spadají do oblasti umělé inteligence a obsahují většinu technologií uvedených v kapitole 2.3 *Umělá inteligence*. V kompetenci autora je systémový návrh způsobu implementace technologií umělé inteligence v rámci řešení společnosti Tovek.

7 Základní pojmy

V názvu této práce se vyskytují pojmy *komunikace* a *model znalosti*. S těmito pojmy úzce souvisí pojem *problém* a jedním z cílů disertační práce je navrhnout *metodiku* komunikace prostřednictvím modelu znalosti. Tyto pojmy je třeba vymežit oproti pojmům *metoda*, *metodologie*, *poznatek*, *znalostní model* a *problémová situace* aby nedošlo k jejich zavádějící interpretaci. Problematice znalostních systémů a umělé inteligence, které s tématem úzce souvisí, se věnují samostatné kapitoly, v této kapitole je uvedena definice dalšího důležitého pojmu: *informační systém*.

Informační systém

Informační systémy (IS) jsou systémy pro sběr, udržování, zpracování a poskytování informací a dat (Wikipedia). Příkladem informačního systému může být kartotéka, telefonní seznam, kniha došlé pošty nebo účetnictví. Systém nemusí být nutně automatizovaný pomocí počítačů (software) a může být i v papírové podobě.

Komunikace

Původní význam pojmu komunikace je spojovat. Komunikace v nejširším slova smyslu je spojením mezi dvěma a více subjekty či objekty. Pod pojmem komunikace však zpravidla rozumíme proces přenosu dat nebo informací mezi dvěma subjekty (Mikuláščík 2003), tzv. dorozumívání. Dorozumívání je sdělování informací, myšlenek, názorů a pocitů mezi živými bytostmi prostřednictvím společné soustavy symbolů (Wikipedia). Zvířata se dorozumívají prostřednictvím první signální soustavy, tj. různými pachovými či zvukovými signály, posunky atd. Lidé kromě první signální soustavy používají i druhou signální soustavu - jazyk a řeč.

Metoda, metodika, metodologie

Slovo metoda pochází z řeckého *methodos* – řízení, hledání, cesta za něčím. Metoda je postup umožňující získávat poznatky. Metoda je prostředek

poznání a je úzce spjata s pojmem systém. Systém představuje obsahovou stránku vědy, metoda stránku formální. Systém je v tomto významu uspořádaný celek poznatků či obsahů vědy. Metodou označujeme cestu, kterou je tento celek vybudován a získán. Metodika je obecný pracovní postup používaný v určité oblasti. Představuje určitý souhrn doporučených praktik a dílčích postupů (metod). Metodologie je metodika o metodice (metamethodology). Představuje určitý souhrn doporučených praktik a dílčích postupů při tvorbě metodiky.

Význam slov metodika a metodologie je často používán nesprávným způsobem. Toto je dáno často nesprávným překladem anglického pojmu „methodology“, který znamená „metodika“ nikoliv metodologie (Wikipedia). Pojem metodologie se do anglického jazyka překládá jako „metamethodology“.

Model znalosti

V současné době neexistuje všeobecně uznávaná definice pojmu model znalosti. Modelem znalosti se pro potřeby této práce rozumí záměrně zjednodušený obraz znalosti, který slouží k jejímu poznání. Model znalosti může nabývat mnoha forem a podob. Modelovat znalost znamená reprezentovat určitou znalost pomocí modelu, za účelem poznání této znalosti.

Poznatek

V souvislosti s pojmem znalost se často používají pojmy poznatek, vědomost a dovednost. Poznatek je výsledkem procesu učení (Hergenhahn 1997). Poznatkem může být vědomost, dovednost, zvyk nebo návyk. Vědomost je teoreticky získaná zkušenost, která je výsledkem konkrétního nebo abstraktního myšlení. Dovednost je činnost, která je prováděna automaticky za účasti vědomí. Zvyk je činnost, která je prováděna automaticky bez účasti vědomí. Návyk je kumulace více zvyků.

Problém

Problém je nesoulad mezi existujícím stavem a stavem požadovaným. Existuje-li více než jedna cesta jak dosáhnout stavu požadovaného, problém vyžaduje učinit určité rozhodnutí. K tomu, aby takové rozhodnutí bylo možné učinit, je třeba použít určitou znalost. (Simon 1973) rozděluje problémy na dobře a špatně strukturované. Je-li problém složen z několika dílčích problémů, hovoříme o komplexním problému.

Problém lze označit za dobře strukturovaný, pokud existuje jednoznačné kritérium pro hodnocení přípustných řešení problému a pokud postup řešení problému lze s úspěchem algoritmizovat. Dobře strukturované problémy mohou mít právě jedno, alespoň jedno, nebo žádné optimální řešení. Řešitel může jednoznačně rozhodnout, které řešení je optimální.

Obecně lze říci, že špatně strukturovaný problém je problém, který není strukturovaný dobře. Špatně strukturované problémy se vyznačují tím, že je nelze algoritmizovat především proto, že:

- ▶ neexistuje kritérium pro výběr optimální varianty řešení, nebo toto kritérium existuje, ale nelze ho jednoznačným způsobem aplikovat, nebo existuje více než jedno kritérium pro výběr optimální varianty;
- ▶ řešitel nemá k dispozici všechny informace na začátku řešení problému a získává je „za chodu“, v průběhu řešení se mění omezující podmínky, nebo kritéria;
- ▶ možné dopady problému a jeho řešení na okolní prostředí nejsou známé;

Špatně strukturované problémy obecně nemají optimální řešení, respektive řešitel není schopen rozhodnout, zda je určité řešení optimální nebo nikoliv. U špatně strukturovaných problémů lze však zpravidla nalézt řešení, které lze označit za „dostatečně dobré“.

Problémová situace

Problémová situace je pojem, který se používá v oblasti měkkých systémů. Označuje situaci, která vykazuje symptomy špatně strukturovaného problému, příčiny těchto symptomů (dílčí problémy) však nejsou zřejmé. Cílem měkké systémové metodiky (Checkland 1981) je definovat postup, jak postupně zlepšovat problémovou situaci. Ve vztahu k problémové situaci tedy nehovoříme o řešení, ale o postupném zlepšování.

Znalost

V současné době neexistuje všeobecně uznávaná definice pojmu znalost. Rozlišujeme dva základní druhy znalosti: znalost nevědomou (implicitní) a znalost vědomou (explicitní). Implicitní znalost lidé používají nevědomě a nejsou ji schopni kontrolovaně předat. Explicitní znalost je naopak používána vědomě a lidé jsou ji schopni kontrolovaně předat.

Znalostní model

Znalostní model obecně je určitý model, který je nositelem znalosti. Znalostní model je také pojem používaný v oblasti znalostních systémů. Znalostní model jako součást znalostního systému je definován určitým stavem znalostní báze a nastavením inferenčního mechanismu.

8 Literární přehled

Kapitola „Literární přehled“ obsahuje přehled současného stavu problematiky uchovávání a sdílení znalostí. Věnuje se zejména problematice definice pojmu znalost, technologiím zvaným „umělá inteligence“, softwarovým systémům zvaným „znalostní systémy“ a takzvaným „tvrdým a měkkým“ přístupům k řešení problémů.

V podkapitole 8.1 jsou uvedeny vybrané definice pojmu znalost zveřejněné v časovém rozmezí posledních deseti let a z různých oborů. Uvedena je také Platónova definice tohoto pojmu. Lze říci, že obecně uznávaná definice pojmu znalost v současné době neexistuje. Znalost je dále rozdělena na implicitní (nevědomou) a explicitní (vědomou) a jsou popsány různé složky znalosti – znalost epizodická, emoční atd. Podkapitola znalost se také zabývá procesem vzniku znalostí, jsou popsány dva základní přístupy – deduktivní a induktivní a dále je popsán proces akčního výzkumu, během kterého rovněž vznikají určité znalosti. Podkapitolu uzavírá krátké pojednání o podpoře rozhodování založené na znalostech.

Podkapitola 8.2 uvádí obecnou definici pojmů komunikace a proces komunikace. Dále je uvedeno, jakým způsobem jsou tyto pojmy chápány pro potřeby této disertační práce.

Umělé inteligenci se věnuje podkapitola 8.3. Umělá inteligence je definována jako technologie a jsou uvedeny její nejdůležitější znaky. Hlavní částí podkapitoly 8.3 z pohledu této disertační práce je popis schémat, jakými je v rámci umělé inteligence reprezentována znalost. V závěru kapitoly jsou uvedeny hlavní oblasti využití umělé inteligence.

Podkapitola 8.4 se podrobně věnuje znalostním systémům, které jsou definovány jako softwarové systémy umožňující reprezentovat, uchovávat a předávat znalost. V podkapitole jsou uvedeny základní koncepty znalostních systémů, jim určené problémové okruhy. Vzhledem k tomu, že cílem

disertační práce je nalézt alternativu k reprezentaci, uchovávání a předávání znalostí prostřednictvím ICT a zejména znalostních systémů, věnuje se kapitola 8.4 podrobněji i struktuře znalostních systémů, jejich životnímu cyklu a vnitřní architektuře. V podkapitole jsou uvedeny vybrané metodiky tvorby znalostních systémů a hlavní role účastníků, které se na tvorbě znalostního systému podílejí. Dále jsou uvedeny hlavní problémy a omezení znalostních systémů. V závěru kapitoly jsou uvedeny faktory, které jsou rozhodující pro úspěch znalostního systému v praktickém nasazení.

Ačkoliv neexistuje obecné uznávaná definice pojmu znalost, lze říci, že znalost slouží k úspěšnému řešení problémů. Kapitola 8.5 uvádí takzvané „měkké“ a „tvrdé“ přístupy k řešení problémů a dále fuzzy logiku, která de facto vytváří „mlhavé“ rozmezí mezi měkkými a tvrdými přístupy k řešení problémů.

8.1 Znalost

Chápání pojmu znalost se vyvíjí v čase. Platón o znalosti hovoří jako o „správném přesvědčení“, v 90 letech je znalost především vymezována oproti pojmu informace, v novém tisíciletí je znalost chápána spíše jako soubor kompetencí k úspěšnému řešení problémů. Přesto, že neexistuje všeobecně uznávaná definice pojmu znalost, rozlišujeme znalost implicitní a explicitní.

Existují dva základní pohledy na implicitní a explicitní znalost. První pohled vychází z oblasti systémového inženýrství. Znalost explicitně vyjádřená (např. dokumentem, modelem) je pole tohoto pohledu označována jako znalost explicitní, subjektivní znalost je označována jako znalost implicitní. Druhý pohled vychází z oblasti psychologie. Znalost implicitní je podle tohoto pohledu znalost nevědomá, kterou lidé nejsou schopni kontrolovat, znalost explicitní je znalost vědomá. Znalost se skládá z dílčích složek, které mohou být implicitní i explicitní. Jedná se o složku procedurální, sémantickou, epizodickou a emoční.

Znalost vzniká při řešení určitého problému nebo během procesu zlepšování problémové situace. Získanou znalost lze následně aplikovat při řešení dalších problémů či zlepšování dalších problémových situací.

Pojem znalost je vykládán různě v závislosti na oboru či vědním odvětví, v kontextu kterého je tento pojem použit. Různí autoři popisují různé aspekty znalosti, chápání pojmu znalost se vyvíjí v čase:

- ▶ „Znalost je ověřené a pravdivé přesvědčení“ Platón (Wikipedia)
- ▶ „Znalost je potřebná pro konverzi dat v informaci.“ (Martin 1995)
- ▶ „Znalost je výsledkem aktivního učení se.“ (Vodáček a Rosický 1997)
- ▶ „Znalost je zorganizovaná a zanalyzovaná informace.“ (Liebovitz 1999)
- ▶ „Znalost je směsí uspořádaných zkušeností, hodnot, do souvislosti zasazených informací, názorů expertů a podložené intuice, která vytváří rámec pro vyhodnocování a začleňování nových zkušeností a informací.“ (Gamble a Blackwell 2001).

- ▶ „Znalost zahrnuje získání vědomostí a současnou změnu kvalitativní, která umožňuje tyto informace efektivně a účelně využívat k analýze a pochopení nových skutečností. Právě poznávací funkce dělá z vědomostí znalosti.“ (Opletal 2002)
- ▶ „Znalost je spojena vždy se změnou, znalost je použita v akci.“ (Katolický 2002)
- ▶ „Znalost je informace, které je použita k úspěšnému řešení problému a je ji možné sdílet s ostatními k řešení podobných problémů.“ (Havlíček 2006)

Všeobecně uznávaná definice pojmu znalost v současné době neexistuje. Rozlišujeme však dva základní druhy znalosti: znalost nevědomou (implicitní) a znalost vědomou (explicitní).

8.1.1 Implicitní a explicitní znalost

Implicitní znalosti lze charakterizovat jako subjektivní znalosti, nesené jednotlivými subjekty, dané zkušeností a praxí. Znalost explicitní lze charakterizovat jako znalost objektivní a je obsažena v dokumentech či v modelech formalizovaných určitým způsobem (Dienes, Perner 1999). Znalost explicitní je předmětem racionálního myšlení a má charakter uspořádanosti.

Jiný pohled na implicitní a explicitní znalost vychází ze způsobu fungování lidského mozku, který popisuje (Koukolík 2005). Rozdíl mezi explicitní a implicitní znalostí dle tohoto pohledu spočívá v uvědomění.

- ▶ Znalost nevědomou, implicitní lidé používají zcela nekontrolovaně, podvědomě. Vzhledem k tomu, že si implicitní znalost člověk neuvědomuje, nedokáže ji vyjádřit ani vědomě předat.
- ▶ Explicitní, vědomá znalost je naopak používána vědomě a lidé jsou jí schopni kontrolovat. Explicitní znalost člověk dokáže vyjádřit i vědomě předat.

Znalosti implicitní se přeměňují na znalosti explicitní a naopak. Dynamika přeměn znalostí mezi implicitními a explicitními probíhá v opakujícím se **cyklu čtyř fází konverze** znalostí: socializace, externalizace, kombinace a internalizace (Nonaka, Takeuchi 1995).

- ▶ **Fáze socializace** je procesem získávání znalostí. Během tohoto procesu dochází k tomu, že určitý subjekt přejímá nevyslovené znalosti dalších subjektů.
- ▶ **Fáze externalizace** je procesem, kdy znalosti subjektivní, přecházejí ve znalosti objektivní. Během tohoto procesu se ze znalostí závislých na jednotlivých subjektech stávají znalosti na jednotlivých subjektech nezávislé.
- ▶ **Fáze kombinace** je procesem, během něhož dochází ke vzniku nových znalostí na základě analýzy a syntézy znalostí stávajících.
- ▶ **Fáze internalizace** je proces, během něhož se určitý subjekt učí jak zacházet s explicitními znalostmi a jak je používat v praxi.

8.1.2 Složky znalosti

Znalost se skládá z dílčích složek, které mohou být explicitní a implicitní. Podle zaměření můžeme rozlišit 4 hlavní složky znalosti (Koukolík 2005):

- ▶ **Procedurální složka znalosti** umožňuje lidem používat určité postupy. Používání těchto postupů bývá často nevědomé, což umožňuje rychlou a efektivní práci. Zejména pro přenositelnost pracovních postupů jsou vytvářeny znalostní systémy.
- ▶ **Sémantická složka znalosti** umožňuje lidem pracovat s fakty, pojmy, významy slov a funkcemi předmětů. Sémantická složka znalosti je spíše explicitní a úzce souvisí se složkou epizodickou, která je spíše implicitní.
- ▶ **Epizodická složka znalosti** – lidé v různých situacích reagují různě. Umění správně reagovat v závislosti na určité situaci, či na určitém typu situací je možné nazvat epizodickou znalostí. Například určitému

pojmu je dle situace přiřazen jiný význam, určitý předmět má v různých situacích různou funkci.

- ▶ **Emoční složka znalosti** je soubor emočních a sociálních vědomostí a dovedností. Tato znalost umožňuje člověku vyrovnávat se s každodenní zátěží, být výkonným v osobním a sociálním životě.

Každá znalost se skládá z jedné, nebo z několika výše popsaných složek znalosti.

8.1.3 Vznik znalosti

Znalost lze definovat jako výsledek aktivního procesu, který zahrnuje zpracování a utřídění informací. Tento proces je spojen s určitou kvalitativní změnou informací. Tato kvalitativní změna je úzce spojena s uplatněním znalosti v praxi. V minulosti byly definovány dva základní přístupy pro získání znalostí. Přístup induktivní a přístup deduktivní (Jonák 2005).

8.1.3.1 Induktivní přístup

Induktivní přístup k získávání znalostí představuje způsob konstrukce hypotézy ze zjištěných faktů. Jinými slovy řečeno, jedná se o usuzování z jednotlivého na obecné. Zastánci induktivního přístupu jsou přesvědčeni, že znalosti vznikají cestou abstrakce – poznáním jednotlivého fenoménu a jeho analýzou dochází k vytvoření znalosti, která je obecně platná. Teorie abstrakce připouští, že dříve než lze představovaný objekt analyzovat, je třeba znalosti, jejíž predikáty jsou obecnými představami. Nepřipouští však, že tato znalost mohla být získána jinak než prostřednictvím abstrakce.

Induktivní přístup byl prvním způsobem, jakým se snažila exaktní věda vytvořit dělicí čáru mezi vědou a pseudovědou. Indukce je však často neúplná, protože vzhledem ke komplexitě světa zpravidla neznáme všechny prvky nebo fakta, z nichž usuzujeme na obecné závěry. Neupotřebitelnost indukce pro budování skutečně exaktní teorie dokázal D. Hume (Twardowski 2005). Od té doby se považuje induktivní přístup pro rozlišení mezi vědou a pavědou

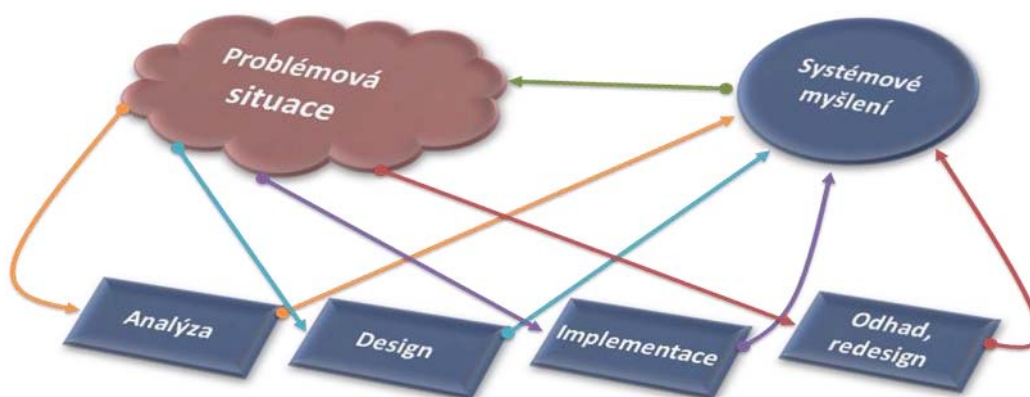
za neuspokojivý. Je jisté, že obraz světa nevytváří lidský intelekt prostou asimilací vnějších informací. Znalost vzniká jako autonomní mentální výtvar myšlenkovými procesy, kde indukce hraje malou nebo žádnou roli.

8.1.3.2 Deduktivní přístup

Deduktivní přístup preferuje usuzování od obecného k zvláštnímu, jednotlivému. Přesněji je však dedukce vyvozování nových tvrzení při dodržování pravidel logiky. Většina nosných vědeckých teorií je založena deduktivně (Kuhn 1997). Znalost se nerozvíjí postupnou akumulací encyklopedických informací, ale především díky novým myšlenkám, díky rozvoji nových teorií.

8.1.3.3 Akční výzkum

Příkladem procesu získávání znalostí je metodologický cyklus akčního výzkumu (Checkland 1981) Akční výzkum v sobě spojuje induktivní i deduktivní přístup. Na začátku akčního výzkumu je použit přístup induktivní, viz Obrázek 8.1.



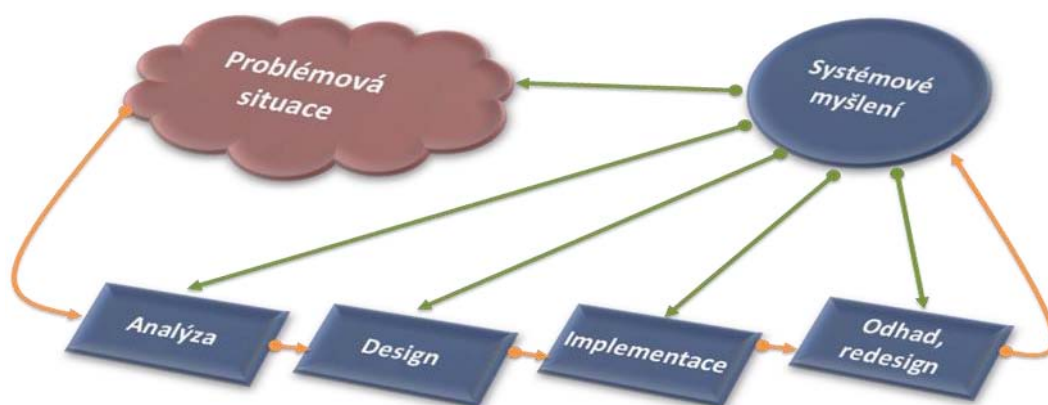
Obrázek 8.1: Metodologický cyklus na začátku akčního výzkumu

Na začátku procesu akčního výzkumu je problémová situace. Řešitel sbírá z různých zdrojů informace o problémové situaci a tyto informace analyzuje. Na základě analýzy informací je proveden design řešení, které vede ke zlepšení problémové situace a toto řešení je implementováno. Řešitel sleduje

implementované řešení a porovnává jeho dopady na problémovou situaci s dopady cílovými. V případě, že dojde k odchýlení od cílového stavu, provádí redesign řešení. Výsledkem tohoto procesu je pochopení příčin problémové situace a znalost kroků, které vedou k jejímu zlepšení.

Na počátku akčního výzkumu se řešitel může opírat pouze o svoje systémové myšlení – což je soubor zejména obecných procedurálních znalostí. V průběhu akčního výzkumu získává řešitel znalost řešení konkrétních problémů, vyřešení těchto problému vede ke zlepšení problémové situace. Na začátku procesu akčního výzkumu převažuje přístup deduktivní.

Získanou znalost uplatňuje řešitel v praxi (Obrázek 8.2). Na základě toho znalost zpřesňuje, precizuje. Nové poznatky řešitel získává přístupem induktivním.



Obrázek 8.2: Proces aplikace získaných znalostí

Znalost řešení určité problémové situace se skládá z dílčích vědomostí a dovedností, které se týkají analýzy informací, designu, implementace i redesignu řešení. Právě tyto dílčí dovednosti a vědomosti jsou stěžejní pro řešení dalších problémových situací. Existují zastánci deduktivního i induktivního přístupu. V praxi se ukazuje, že je nejvhodnější oba přístupy kombinovat.

8.1.4 Podpora rozhodování založená na znalostech

Manažeři jako rozhodovací subjekty jsou znalostními pracovníky (Truneček 2003). Je přirozené, že znalost neustále uplatňují ve svém rozhodování. Nahromadit potřebné množství znalostí je otázkou mnoha let. Paradoxně díky tomu, že počet zdrojů znalostí neustále vzrůstá, je přístup ke znalostem stále obtížnější. Systémy na podporu rozhodování založené na znalostech mohou zlepšit podporu v rozhodování nejen samy o sobě, ale především jako součást komplexních elektronických nástrojů podpory rozhodování. Znalostní podpora rozhodování je poskytována prostřednictvím různých nástrojů využívajících umělou inteligenci a prvotně i znalostními systémy.

8.2 Komunikace

Komunikace je proces výměny dat, informací, znalostí mezi subjekty prostřednictvím společné soustavy symbolů. Komunikace však nemusí být jejich přímou interakcí. Komunikovat spolu mohou subjekty prostřednictvím různých komunikačních kanálů.

Dorozumívání (neboli komunikace) je sdělování informací, myšlenek, názorů, a pocitů mezi živými bytostmi, lidmi i živočichy obvykle prostřednictvím společné soustavy symbolů (Wikipedia). Zvířata se dorozumívají různými signály (zvukovými, pachovými, tancem ap.), tzv. první signální soustava, což platí i pro lidi. Hlavním dorozumívacím prostředkem člověka však je jazyk a řeč, tzv. druhá signální soustava.“

Původní význam pojmu komunikace, který pochází z latiny, je spojovat (Mikuláščík 2003). Komunikace v nejširším slova smyslu je spojením mezi lidmi, ale stejně tak je spojením mezi neživými objekty. Komunikace může být spojením hmotným i nehmotným, uchopitelným i abstraktním, formálním i neformálním. Komunikaci lze také definovat jako proces, v rámci kterého dochází k přenosu informací, myšlenek, dat mezi objekty. Tento názor není v rozporu s definicí komunikace jako spojení mezi objekty.

Vzhledem k širokému významu slova komunikace, je velice těžké tento termín precizovat. Prakticky v každém oboru lidské činnosti je tento termín obsažen a definován. Díky tomu, že v různých oborech je tento termín vymezen různě, dochází ke komplikacím v mezioborové komunikaci.

8.2.1 Proces komunikace

(Mikuláščík 2003) definuje komunikaci jako proces, který probíhá vždy mezi alespoň dvěma subjekty a dále uvádí: „...Komunikace není statická, i v případě záznamu komunikace se její význam mění v čase. Lidé si během komunikace vyměňují nejen informace, ale i své vztahy, postoje, pocity, nálady. Podstatou

pochopení vztahů jsou souvislosti, které jsou během komunikace předávány...“.

(Brychcín 1996) se zabývá komunikačním procesem z hlediska přeměny myšlenkového procesu v proces komunikační. Schéma procesu komunikace



uvádí obrázek 8.3.

Obrázek 8.3: Proces komunikace

Tento proces lze podle něj shrnout do 4 fází:

- ▶ Pomocí „vnitřní řeči“ si komunikátor uvědomuje a precizuje myšlenku či pocit, který chce někomu sdělit. Zohledňuje kontext a očekávání komunikanta (partnera).
- ▶ Komunikátor formuluje myšlenku pomocí slov, která vystihují jeho představy, užívá syntaktická pravidla.
- ▶ Myšlenka, informace je zakódována a ve vědomí vnímána jako „obraz výroku“.
- ▶ Vlastní artikulovaný projev, včetně zpětné vazby.

8.3 Umělá inteligence

Existuje podobnost mezi způsobem práce počítačů a mezi postupy, které používají lidé při řešení problémů. Počítač i člověk lze chápat jako systém, který zpracovává symboly. Současné počítače pracují na základě předem daných postupů obecně nazývaných algoritmy. Je možné říci, že algoritmus obsahuje explicitní znalost. Tuto znalost je možné přenášet mezi různými počítači ve formě programů. Znalosti je možné chápat jako určité algoritmy pracující s velmi specifickými údaji. Existují dostatečně účinné prostředky znalosti reprezentovat v pamětech počítačů.

8.3.1 Definice umělé inteligence

Umělá inteligence – AI (Artificial Intelligence) se skládá ze dvou hlavních konceptů (Russel, Norvig 2003). První koncept zahrnuje studium způsobu myšlení lidí pro pochopení toho, co vlastně inteligence znamená. Druhý koncept pracuje s replikací tohoto procesu pomocí strojů, jako jsou počítače či roboti.

AI lze definovat takto: „Umělá inteligence je způsobem chování stroje, který, pokud by byl prováděn člověkem, by byl považován za inteligentní“. Následující schopnosti se obecně považují za projevy inteligence:

- ▶ učení se a pochopení na základě zkušenosti,
- ▶ pochopení nejednoznačných či protikladných sdělení,
- ▶ rychlá a úspěšná reakce na novou situaci (různé reakce, pružnost),
- ▶ používání úvahy při efektivním řešení problémů a zaujímání stanovisek,
- ▶ řešení matoucích situací,
- ▶ pochopení a odvozování racionálním způsobem,
- ▶ uplatňování znalosti k manipulaci s prostředím,
- ▶ přemýšlení a zdůvodňování,
- ▶ zvažování relativní důležitosti různých faktorů v dané situaci.

8.3.2 Znaky umělé inteligence

Zajímavý test vytvořený k určení, zda se počítač chová inteligentně, byl vytvořen Alanem Turingem. V souladu s tímto testem je počítač označen za inteligentní pouze tehdy, pokud v průběhu jeho konverzace s člověkem, dva neviditelní pozorovatelé – počítač a člověk – oba nedokáží určit, který z komunikujících subjektů je člověk a který počítač. Myšlenka Turingova testu byla vyzkoušena Johnem Searlem v rámci „experimentu čínského pokoje“ (Searle 1984). Následující fenomény se uvádějí jako znaky inteligence:

Zpracování symbolů je jednou ze základních znaků umělé inteligence (AI), jak uvádí následující definice: „Umělá inteligence je obor informatiky primárně pracující se symboly, nealgoritmickými způsoby řešení problémů“. Tato definice se zaměřuje na dvě charakteristiky:

- ▶ Čísla versus symboly: počítače byly původně vytvořeny speciálně pro zpracování čísel, avšak lidé uvažují v symbolech. Lidská inteligence se zdá být založena zčásti na schopnosti operovat se symboly, spíše než s čísly. Ačkoliv je zpracování symbolů jádrem umělé inteligence, neznamená to, že AI nezahrnuje matematiku. Důraz je v umělé inteligenci však kladen spíše na symboliku.
- ▶ Algoritmické versus nealgoritmické řešení: Algoritmus je procedura, která je definovaná krok za krokem, je dána pevně stanoveným počátečním a cílovým krokem a garantuje úspěšné vyřešení určitého problému. Většina počítačových architektur se ochotně podřizuje tomuto „krokovému“ procesu. Mnoho lidských úvah má sklon právě opačný. Jinými slovy, lidské myšlenkové aktivity se skládají z více než jen logických a algoritmických procedur.

Heuristika je zahrnuta jako klíčový element umělé inteligence v následující definici: „AI je obor informatiky, který pracuje se způsoby vyjádření znalosti s využitím symbolů, pravidel, nebo heuristických metod zpracování informací“ (Encyclopedia Britannica). Lidé velmi často používají heuristiku. Využitím

heuristiky není nutné vždy kompletně znovu rozmyslet co dělat, pokud se objeví obdobný problém. Mnoho metod AI také využívá nějaký druh vyhledávacích mechanismů. Často je heuristika použita k redukci vyhledávacího prostoru a zaměření se na co nejslibnější oblasti.

Odvozování: AI zahrnuje schopnost uvažování. Tato schopnost spočívá v odvozování na základě faktů a pravidel. AI používá heuristiku nebo jiné vyhledávací mechanismy, je jedinečná v odvozování na základě porovnávání se vzory.

Rozpoznávání a porovnávání vzorců se zaměřuje na porovnávací techniky: AI identifikuje tzv. vzorce (anglicky patterns). Pomocí vzorců popisuje objekty, události nebo procesy na základě jejich kvalitativních vlastností, logických a výpočetních vazeb.

Zpracování znalostí: počítače zatím neumí získávat v široké míře zkušenosti, studovat a učit se tak, jako člověk. Umí však používat znalost získanou od lidských expertů. Takováto znalost se skládá z faktů, konceptů, teorií, heuristických metod, postupů a vazeb. Znalost je také informace, která je uspořádaná a analyzovaná tak, aby byla pochopitelná a aplikovatelná k řešení rozhodovacích problémů.

8.3.3 Schémata reprezentace znalostí

Konkrétní schéma reprezentace znalostí chápeme jako soustavu syntaktických a sémantických konvencí sloužících k popisu entit jistého druhu. Syntaxe specifikuje soustavu pravidel na kombinování symbolů do logicky smysluplných struktur. Sémantika na druhé straně specifikuje, jak se takto vytvořené výrazy interpretují. Umělá inteligence využívá čtyři základní typy schémat reprezentace znalostí:

Deklarativní reprezentační schéma se zaměřuje na vyjádřitelnost znalostí. Při tvorbě expertních znalostních systémů se nejčastěji sahá k variantě deklarativního reprezentačního schématu – k produkčním systémům.

Asociativní reprezentační schéma: Snaha umožnit začlenění znalostí a poznatků do kontextu vedla ke vzniku asociativního reprezentačního schématu, tzv. asociativních sítí. Jednodušší začleňování znalostí do kontextu jiných znalostí je však vyváženo složitostí jejich vyjádření a využívání. Typem asociativního schématu je standard ISO/IEC 132 50 Topic Maps, nebo W3C standard RDF/OWL.

Procedurální reprezentační schéma: Procedurální reprezentační schéma je metoda zdůrazňující aspekt použitelnosti poznatků a znalostí. Zaměřuje se na algoritmizaci určitého postupu – procedury.

Rámcové reprezentační schéma: Deklarativní, asociativní a procedurální reprezentační schémata mají svoje přednosti, ale i nedostatky, vyplývající ze zdůraznění jejich jediného aspektu znalosti a potlačení ostatních. Přirozeně tedy vznikla snaha o nalezení takového schématu, které by alespoň do jisté míry rovnocenně podporovalo vyjádřitelnost, začlenitelnost i použitelnost znalostí. Takovýmto schématem je tzv. rámcové reprezentační schéma.

8.3.4 Oblasti využití umělé inteligence

Umělá inteligence základem mnoha technologií, které mohou umožnit, či zlepšit předávání znalostí. Hlavní oblasti využití AI při předávání znalostí jsou:

Zpracování přirozeného jazyka a porozumění řeči dává uživatelům počítačů možnost jednat s počítačem prostřednictvím jejich přirozeného jazyka. Tato alternativa umožňuje využití konverzačního rozhraní namísto rozhraní programovacích jazyků, které má jistou syntaxi, žargon a příkazy. Částečný úspěch již existuje na poli systémů, které jsou schopny porozumět psanému jazyku a interpretovat ho. V rámci zpracování přirozené řeči jsou zkoumány metody, které by umožnily počítačům porozumět zadaným instrukcím. Vytváření přirozeného jazyka se snaží dosáhnout toho, aby počítač byl schopen tvořit odpovědi.

Roboti a pozorovací systémy: Pozorovací systémy, jako jsou systémy audiovizuální, dotekové a další, pokud jsou propojeny s umělou inteligencí, definují široký obor systémů obecně nazývaných roboti. Robot je elektromechanické zařízení, které je naprogramované tak, aby plnilo manuální úkoly. Slovo robot, je českého původu a vychází z dnes již archaického pojmu „robota“. Americký institut robotiky definuje robota jako: „programovatelný multifunkční prostředek, který slouží k přepravě materiálu, dílů, nástrojů, nebo specializované zařízení, které pomocí různých programovatelných pohybů vykonává různé úkony“. Inteligentní robot má senzory určitého druhu, například kamery, které sbírají informace o prováděných úkonech a okolním prostředí. Inteligence robota mu umožňuje sbírat informace, reagovat na změny v jeho prostředí, nejen vykonávat příkazy.

Robotika kombinuje sensorické systémy mechanickým pohybem tak, aby vznikly stroje s různou inteligencí a schopnostmi. Výzkum a oblasti využití sensorických systémů zahrnují stroje, které vnímají, pohybují se a ovlivňují své prostředí. Roboti jsou určeni zejména k vykonávání linkové práce a nacházejí uplatnění v tvrdých a nebezpečných podmínkách.

Vidění a rozpoznávání scény: Vizuální rozpoznávání bylo definováno jako nadstavba jisté formy počítačové inteligence a rozhodování na základě digitalizovaných vizuálních informací, obdržených ze strojových senzorů, jako například z kamer. Kombinovaná informace je použita, aby podpořila či kontrolovala úkony robotů kvůli zvýšení produktivity či přesnosti výrobní linky. Základním předpokladem počítačového vidění je rozpoznání scény, nikoliv pouhé snímání obrázků. Interpretace scény je definována různým způsobem v závislosti na využití. Například, cílem interpretace satelitních snímků může být úkol nalézt oblasti poškození úrody. Na druhou stranu robotické sledovací systémy mohou být konstruovány tak, aby přesně identifikovaly díly, které je třeba přesně kompletovat. Technologie vidění a

rozpoznávání scény je možné využít například pro zpracování mimiky při komunikaci s člověkem.

Intelligentní instruktáž za pomoci počítače: ICAI (intelligent computer-aided instruction) se zabývá počítači, které slouží jako podpora procesu učení lidí. V zásadě je možné za ICAI označit i expertní systém, nicméně úlohou expertního systému je generovat rady s řešením specifických úkolů, zatímco úkolem ICAI je podpora učení.

Neuronové sítě jsou typem matematického modelu, který napodobuje funkci lidského mozku. Neuronové sítě začínají mít pozitivní výsledky v mnoha obchodních disciplínách (Haykin 1998). Takovéto modely byly úspěšně zavedeny do flexibilních, uživatelsky přívětivých softwarů, založených na neuronových sítích.

Souhrnné zprávy: Některé počítačové systémy jsou schopny „číst“ příběhy v novinách nebo na internetu a vytvářet souhrny v angličtině, či v jiných jazycích. Tento proces pomáhá v řešení problému „nadměrné informovanosti“.

Translátoary jsou programy, které jsou schopné přeskládat slova a jednotlivé věci z jednoho jazyka do jazyků jiných. Některé takové programy jsou uzpůsobeny například k překladu www stránek do jazyka uživatele.

Aplikace fuzzy logiky: Fuzzy logika může mít uplatnění zejména v přiblížení neuronální a digitální reprezentace znalostí. Neuronální reprezentace znalostí vzhledem k povaze biologických procesů vykazuje znaky fuzzy logiky.

Genetické algoritmy jsou inteligentní heuristické vyhledávací metody, které následují proces, který simuluje evoluční vývoj. Pro specifický problém je řešení reprezentováno jako „chromozom“, který obecně obsahuje sekvenci 0/1 proměnných. Pro každý řetěz chromozomů může být zadána cílová hodnota. Genetická metoda začíná náhodně vygenerovanou množinou řešení a náhodně kombinuje skupiny chromozomů, čímž formuje další možná řešení,

která jsou určitou mutací předchozích. Nová řešení jsou hodnocena z hlediska přípustnosti. Nejlepší z přípustných řešení jsou vybrána k „přežití“ a reprodukci. Po několika krocích je nejlepší řešení zpravidla velmi blízké optimálnímu řešení rozhodovací situace. Genetické algoritmy se aplikují na problémy, které jsou složité a obtížně strukturovatelné, například při tvorbě policejních portrétů. Genetické algoritmy je možné využít zejména v případě kontroly předání znalosti.

8.4 Znalostní systémy

Znalostní systém je software, který je schopen uživateli předat určitou znalost. Znalostní systémy se zaměřují zejména na procedurální a sémantické složky znalosti. Epizodická a emoční složka znalosti nebývá postižena. Tento fakt přispívá k tomu, že znalostní systémy nenaplňují očekávání svých tvůrců. Častým problémem je to, že znalostní systémy jsou zaměřené na úzkou problematiku - doménu. Toto může být způsobeno právě nedostatečným zpracováním epizodické znalosti, Znalostní systém není schopen reagovat různě v závislosti na situaci.

Znalostní systémy ve své podstatě používají dedukci – odvozují závěry na základě vstupních informací, znalostní báze a inferenčního mechanismu. Indukce, tedy vytváření obecných pravidel na základě konkrétní zkušenosti je znalostním systémům doposud cizí. Expertní systém je zvláštním druhem znalostního systému. Oba systémy pracují se znalostí podobným způsobem. Hlavním rozdílem mezi oběma systémy je způsob komunikace s uživatelem. Výstupem expertního systému je expertíza – nestrukturovaná znalost. Výstupem znalostního systému je znalost strukturovaná. K tvorbě znalostních systémů se používají různé metodiky. Emoční složka znalosti v těchto metodikách není zahrnuta. Pojmy emoční znalost a emoce obecně se ve spojení s počítači zpravidla neuvádějí.

Existují systémy, které úspěšně provádějí úkoly, které vyžadují určitou znalost. Takovéto systémy se nazývají znalostní systémy (Leondes 2000). Pro znalostní systémy se také používají názvy: systémy pro podporu rozhodování, poradenské systémy, znalostně-orientované systémy, inteligentní pomocníci nebo operační systémy (Turban a kol. 2004). Příkladem znalostního systému je systém, který uživateli poradí, jaké očkování potřebuje pro určitou cestu do zahraničí. Takováto rada záleží na mnoha faktorech, jako jsou věk uživatele, jeho zdravotní stav nebo cílová destinace. Znalostní systém nutně nemusí být nositelem unikátní znalosti. Hlavním přínosem znalostního systému je

schopnost znalost zprostředkovat uživateli rychlým a uživatelsky příjemným způsobem.

V praxi se často rozlišuje pojem znalostní systém (knowledge-based system) a pojem expertní systém (knowledge-based expert system). Nejčastěji uváděný rozdíl mezi těmito dvěma systémy je v tom, že výstupem expertního systému je nedokumentovaná expertíza, zatímco znalostní systém poskytuje dokumentovatelnou znalost (Giarratano, Riley 2004). Hranice mezi znalostními a expertními systémy je neostrá. V českém jazyce jsou pojmy expert a znalec synonymy. Mnoho systémů poskytuje jak dokumentovanou znalost, tak i nedokumentovanou expertízu (v českém jazyce existuje synonymum znalecký posudek). Podle toho, kolik expertízy je zahrnuto v určitém systému, je tento řazen do jedné, nebo do druhé kategorie. Pro potřeby této práce je expertní systém považován za zvláštní formu znalostního systému.

8.4.1 Základní koncepty znalostních systémů

Jak již bylo řečeno v úvodu, expertní systém je zvláštním typem znalostního systému. Od ostatních znalostních systémů se expertní systém liší schopností podat znalecký posudek – expertízu. Expertní systémy a „klasické“ znalostní systémy se tedy liší způsobem, jakým komunikují s okolím.

Znalecký posudek – expertíza je rozsáhlá znalost úzce zaměřená k danému problému získaná čtením, procvičováním a zkušenostmi. Zahrnuje následující typy znalostí:

- ▶ Teorie k danému problému
- ▶ Pravidla a postupy zohledňující obecný okruh problému
- ▶ Pravidla (heuristiky) o tom co si počít v dané situaci
- ▶ Obecné strategie pro řešení problémů příslušného typu
- ▶ Metaznalosti (znalosti o znalostech)
- ▶ Poznatky o dané problematice

Znalosti tohoto druhu umožňují znalcům dělat lepší a rychlejší rozhodnutí než jsou schopni provádět „laici“ v dané oblasti. Než se stane člověk znalcem, zpravidla uplyne dlouhá doba (obvykle několik let) a z laika se stane znalec pouze postupnou prací. Některé postřehy o znaleckém posudku:

- ▶ znalecký posudek je často spojen s vysokým stupněm inteligence, ale ne vždy s nejchytřejšími lidmi
- ▶ znalecký posudek je většinou spojen se značným objemem znalostí
- ▶ znalci se učí z minulých chyb a úspěchů
- ▶ znalcova znalost je dobře uložena, utříděna a rychle předatelná dále
- ▶ znalci jsou schopni vybavovat svoje poznatky (výborná paměť)

Znalec – expert: Je velmi těžké stanovit, kdo je znalec a kdo nikoli. De facto hovoříme pouze o určitých stupních znaleckého posudku. Je však možné říci, že počet laiků významně překračuje počet expertů, řekněme v poměru 100:1. Toto rozložení se zdá být stejné bez ohledu na danou problematiku. Dalo by se říci, že znalci tvořící top 10, jsou asi třikrát výkonnější než průměrní a asi třicetkrát výkonnější než ti ze spodní desítky. Toto rozložení napovídá, že efektivita znaleckého posudku může být významně zvýšena (přes 200 procent), pokud zpřístupníme znalosti nejlepších expertů těm ze spodní části pole. Obecně schopnost podat znalecký posudek vyžaduje jistý způsob chování, či pracovní postup. Tento postup se skládá zejména z následujících činností:

- ▶ rozpoznání a formulace problému,
- ▶ rychlé a správné řešení problému,
- ▶ vysvětlení řešení,
- ▶ učení se ze zkušenosti,
- ▶ uspořádávání znalostí,
- ▶ porušování pravidel, je-li to nezbytné,
- ▶ stanovování významnosti a relevance ,
- ▶ uhlazené vytýkání nedostatků (uvědomuje si lidská omezení).

K dokonalému napodobení lidského znalce počítačem je nutné splnit všechny tyto podmínky. V současnosti znalostní systémy jsou schopny splnit druhou, třetí a čtvrtou podmínku. Dále jsou expertní systémy schopny obecně uvést, jak spolehlivé jsou jejich závěry ve vztahu k obsahu jejich znalostí.

Přenositelnost expertíz: Cílem expertního systému je přenést expertízy od experta do elektronické podoby a z počítačového systému dále k uživatelům. Tento proces zahrnuje čtyři postupy: získání znalostí (od expertů a dalších zdrojů), vyjádření znalostí (nutné k jejímu uchopení a uchování v počítači), odvozování ze znalostí, a přenos znalostí uživateli. Znalost je uložena v počítači v takzvané znalostní bázi. Je možné rozlišit dva typy znalostí: fakta a postupy (obvyklá pravidla zohledňující doménu problému).

Odvozování: Jedinečnou součástí všech znalostních systémů je schopnost uvažovat („myslet“). Vzhledem k tomu, že veškeré znalosti jsou uchovávány ve znalostní bázi systému, program dokáže přistupovat k relevantním datům a na základě svého naprogramování odvozovat na jejich základě závěry. Odvozování je obsaženo v části nazývané inferenční mechanismus, který obsahuje postupy zohledňující řešení problému.

Pravidla: Mnoho komerčních softwarů je založeno na rozhodovacích pravidlech. To znamená, že znalost je uložena převážně ve formě pravidel, zejména postupů řešení problémových situací. Pravidlo může vypadat následovně: „Pokud motor nepracuje a zároveň tlak paliva je méně než 38 psí a zároveň je měrka přesná, pak je chyba v palivovém systému“. Jiné schéma vyjádření znalosti je rámcové (objektově orientované) vyjádření, někdy doplňuje, jindy nahrazuje vyjádření pomocí pravidel.

Schopnost podat vysvětlení: Jedinečnou vlastností expertních systémů, díky které se liší od ostatních znalostních systémů, je schopnost vysvětlit své rady, či doporučení. Vysvětlení a ujištění je prováděno v subsystému nazývaném vysvětlovací subsystém. Ten umožňuje systému provádět vlastní úvahy a vysvětlovat jeho závěry.

Výše uvedené charakteristiky a schopnosti znalostních systémů je odlišují od klasických systémů. Podrobněji viz Tabulka 8.1.

Konvenční systémy	Znalostní systémy
Informace a jejich zpracování je dáno jedním sekvenčním programem	Znalostní báze je nejprve oddělena od inferenčního mechanismu, znalostní pravidla jsou oddělena od ovládání
Program nedělá chyby (ale programátoři a uživatelé ano)	Program může dělat chyby
Obvykle není vysvětleno, proč jsou potřeba příslušná vstupní data nebo jak se dospělo k výsledku	Vysvětlení je součástí většiny ES
Požaduje všechny vstupní údaje. Nepracuje správně, pokud nemá všechna data, není-li tak naprogramován	Nepotřebuje všechna vstupní data, většinu dokáže zajistit rozumné řešení při absenci některých dat
Jakékoliv změny v programu jsou zdlouhavé	Je jednoduché měnit pravidla
Systém funguje jen, pokud je úplný	Systém funguje i s neúplnou sadou pravidel
Výpočet je založen na algoritmu (krok za krokem)	Výpočet je prováděn s využitím heuristických metod
Efektivní správa velkých databází	Efektivní správa znalostních bází
Vyjádření a využívání dat	Vyjádření a využití znalosti
Efektivita je hlavním cílem, efektivnost je důležitá pouze pro DSS	Efektivnost je hlavním cílem
Jednoduchá práce s kvantitativními daty	Jednoduchá práce s kvalitativními daty
Použití číselného vyjádření dat	Využívá symbolické a numerické vyjádření znalosti
Zajištění, rozvoj a sdílení přístupu k datům a informacím.	Zajištění, rozvoj a sdílení přístupu k posudkům a znalostem

Tabulka 2.1 Srovnání konvenčních a znalostních systémů

8.4.2 Problémové okruhy určené znalostním systémem

Znalostní systémy jsou hodnoceny různými způsoby. Jedním způsobem je jejich řazení podle okruhu problémů, jež řeší. Například diagnostika může být definována jako „odhalování poruchy systému pozorováním“. Diagnostika je základní činností v medicíně, studiu organizací, počítačových operacích, atd.

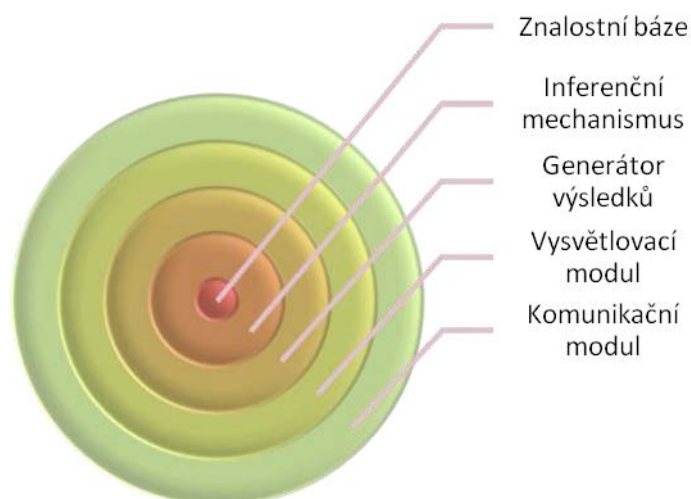
Některé znalostní systémy patří do dvou i více z těchto kategorií. Následuje krátký popis jednotlivých kategorií:

- ▶ Interpretální systémy vyhodnocují situaci z pozorování. Tato kategorie zahrnuje sledování, porozumění řeči, interpretaci signálů a mnoho druhů inteligentních analýz. Interpretální systém vysvětluje zkoumaná data tím, že jim přiřazuje symbolické významy popisující situaci.
- ▶ Predikční systémy zahrnují předpověď počasí, demografické, ekonomické či dopravní předpovědi, odhady úrody a samozřejmě vojenské, marketingové a finanční předpovědi.
- ▶ Diagnostické systémy zahrnují zdravotnické, elektronické, mechanické a softwarové diagnózy. Vyšetřovaný systém zpravidla vykazuje symptomy, podle kterých se odhadují skryté poruchy.
- ▶ Vývojové systémy tvoří objektové struktury, které vyhovují omezujícím podmínkám. Řešenými problémy může být vytyčení obchvatu města či konstrukce továrny. Vývojové systémy popisují objekty různými vzájemnými vztahy a ověřují, zdali toto rozložení odpovídá stanoveným omezením.
- ▶ Plánovací systémy se orientují na problematiku plánování, například automatizované programování. Pracují také v krátkodobém i dlouhodobém řízení projektů, komunikaci, úkolování, vývoji produktů nebo vojenském či finančním plánování.
- ▶ Monitorovací systém porovnává pozorování a chování systému se standardy, které se zdají být zásadní pro dosažení cíle. Tyto zásadní vlastnosti většinou odpovídají možným trhlinám v plánech. Existuje mnoho takovýchto monitorovacích systémů, zejména v oblasti kontroly vzdušného prostoru, či fiskální politiky firem.
- ▶ Ladící systémy jsou postaveny na plánování, tvorbě a odhadu možností pro tvorbu specifikací či doporučení, které by odstranily nalezené závady.

- ▶ Opravné systémy vytvářejí a naplňují plány opravy a léčení určitých nalezených problémů. Takovéto systémy zahrnují ladění, plánování a provádění opravy.
- ▶ Učební systémy zahrnují diagnostické a ladící subsystemy, které se zaměřují na potřeby studentů. Většinou je proces zahájen hypotetickým popisem znalostí studenta, který vychází z jeho chování. Potom jsou nalezeny slabiny ve vědomostech a nalezeny vhodné metody jak tyto nedostatky odstranit. Nakonec je sestaven učební plán, který povede k doplnění potřebných vědomostí.
- ▶ Kontrolní systémy citlivě řídí celkové chování systému. Aby toho bylo dosaženo, musí systém neustále vyhodnocovat stávající situaci, předvídat budoucnost, zjišťovat důvody vzniklých problémů, formulovat a rozšiřovat plán a sledovat jeho plnění tak, aby bylo dosaženo úspěchu.

8.4.3 Struktura znalostního systému

Součástí každého znalostního systému je model znalosti jako digitální reprezentace znalosti. Mozek znalostního systému tvoří znalostní báze a inferenční mechanismus. Znalostní báze je nástroj k uchování digitální reprezentace znalosti, inferenční mechanismus určuje postupy, jakými se pracuje se znalostní bází. Znalostní model je definován určitým stavem znalostní báze a nastavením inferenčního mechanismu. Kromě znalostní báze a inferenčního mechanismu každý znalostní systém obsahuje komunikační modul. Některé znalostní systémy dále obsahují generátor výsledků, expertní systémy obsahují vysvětlovací modul. Strukturu znalostního systému uvádí Obrázek 8.4.



Obrázek 8.4: Struktura znalostního systému

Znalostní báze: Soubor znalostí vztahujících se k jednomu problému či příležitosti použitý ve znalostním systému je uspořádán a nazývá se znalostní báze. Většina znalostních bází je omezena v tom, že se obvykle specializují na úzký okruh případů – doménu. Úzká doména a to, že znalostní systémy musí zahrnout některé kvalitativní aspekty rozhodování, se zdá být hlavním kamenem úrazu na cestě k úspěchu. V některých případech je znalostní báze rozdělena na bázi poznatků a bázi faktů.

Inferenční mechanismus: Jakmile je vybudována znalostní báze, je použita umělá inteligence, aby byla počítači dána schopnost odvozovat. Tato schopnost je založená na faktech a vztazích, obsažených ve znalostní bázi. Počítač je na základě znalostní báze a inferenčního (odvozovacího) mechanismu možno prakticky využít jako řešitele problému či rozhodovací situace. Prohledáváním znalostní báze obsahující fakta a vztahy, je počítač schopen nalézt jednu nebo více variant možného řešení určitého problému. Znalostní báze a schopnost odvozovat je znatelnou podporou pro uživatele, který je obvykle nováčkem v daném oboru.

Generátor výsledků: Při řešení problému se člověk nevyhne potřebě vykonávat alternativní kroky a postupy řešení. Mnohé z nich se časem ukáží jako zbytečné, nevhodné nebo přímo špatné. Když pak řešitel po vyřešení

problému oznamuje výsledek a to, jak k němu dospěl, reprodukuje většinou jenom ohraničenou část svého postupu, a sice tu, která vedla k cíli. O ostatních, chybných nebo zavádějících krocích, o neúspěšných pokusech a neopodstatněných předpokladech hovoří v běžných situacích jen zřídka. Jeho výklad vzbuzuje představu postupu vedoucího víceméně přímočaře k výsledku.

Podobným způsobem by měl předkládat výsledek i expertní systém. Buď z výsledků jako takových, nebo z vysvětlení poskytnutého vysvětlovacím modulem by měl bezprostředně vyplynout úspěšný postup od počátečního do koncového stavu řešení. Expertní systém by měl oznamovat postup a dosažené výsledky přímočaře, bez nadbytečných informací o odvozovacích "obchůzkách". Ty jsou, vzhledem k běžnému užívání systému nepotřebné, popřípadě i zavádějící. Úlohou generátoru výsledků je zabezpečit takovou prezentaci výsledků řešení problémů. Z faktů, zjištěných odvozováním nebo kladením otázek, začleňuje generátor výsledků do závěrečné zprávy jen ty, které bezprostředně souvisí s dosaženým výsledkem a s tou částí odvození, která k němu vedla. Uspořádává vybraná fakta do odůvodněných a obsahově vzájemně souvisejících celků. Nepoužívá ta, které jsou nadbytečná, zhodnocuje mezivýsledky v kontextu celého postupu řešení a začleňuje je do uspořádaného a srozumitelného celku.

Vysvětlovací modul: Při komunikaci s lidským expertem se očekává nejen to, že se bude umět správně a rychle rozhodnout, ale i to, že bude schopen svoje rozhodnutí vysvětlit a logicky zdůvodnit. Podobná způsobilost se pochopitelně očekává i od expertního systému. Tuto úlohu zabezpečuje vysvětlovací mechanismus.

Jedním z rozdílů mezi znalostními a expertními systémy je právě skutečnost, že zatímco od znalostního systému se tato schopnost nevyžaduje, vysvětlovací mechanismus je nedílnou součástí každého expertního systému. Právě díky

němu má uživatel možnost nechat si zdůvodnit kromě způsobu řešení problému i jeho výsledek.

Zviditelnění rozhodovací činnosti expertního systému je předpokladem toho, aby mu uživatel rozuměl a mohl odvozené výsledky přijmout nebo zamítnout. Vysvětlovací mechanismus musí být schopen odpovídat na dva základní typy otázek týkající se činnosti expertního systému:

- ▶ Proč odvozuje určitý fakt? Jak ho odvodil?
- ▶ Proč volí konkrétní alternativu rozhodování? Jak k ní dospěl?
- ▶ Proč požaduje od uživatele daný údaj?
- ▶ Jak dospěl k danému výsledku?

Komunikační modul zprostředkovává interakci mezi uživatelem a expertním systémem. Pro toho, kdo potřebuje pomoc a radu experta, je možnost srozumitelné komunikace velmi důležitá. Problém je málokdy zadáván v jedné větě, často tazatel ani sám neví, co požaduje.

Pokud nahradíme lidského znalce odpovídajícím znalostním systémem, problém komunikace se rozhodně nezjednoduší. Ani nejvzácnější informace, uchovávané v bázi poznatků, ani nejdokonalejší metody interference nejsou dostačující, pokud není užívání takového systému srozumitelné, jednoduché, pohodlné a přirozené. K hlavním funkcím komunikačního modulu patří:

- ▶ spouštění a ukončení činnosti ostatních modulů a systému jako celku,
- ▶ realizace dialogu během odvozování – kladení otázek uživateli, načítání jeho odpovědí, vypisování chybových a pomocných zpráv a podobně,
- ▶ obsluha povelů (příkazů a požadavků) uživatele.

8.4.4 Životní cyklus znalostního systému

Proces tvorby a používání znalostního systému se skládá ze tří hlavních aktivit: vývoj, konzultace a vylepšení.

Vývoj znalostního systému zahrnuje vytvoření specifické znalostní báze získáním znalosti od expertů a z dokumentovatelných zdrojů. Znalost je pak rozdělena na deklarativní (faktické) a procedurální aspekty. Vývoj také zahrnuje vytvoření (či získání) inferenčního stroje, pracovního prostředí, vysvětlovacího nástroje a dalšího potřebného softwaru. Znalost je obsažená ve znalostní bázi jako způsob, jakým systém odvozuje závěry emulací myšlenkových pochodů lidských expertů. Správné uchopení znalosti je důležitým úkolem vývoje.

Proces vývoje znalostního systému může být dlouhý. Kostra znalostního systému je nástroj používaný pro rychlou tvorbu znalostního systému. Zahrnuje všechny hlavní komponenty ZS, ale nezahrnuje znalost. Průkopnický EMYCIN je kostra vytvořená na základě MYCINu vymazáním specifických znalostí. (Písmeno E v názvu znamená empty – prázdný). Exsys vytvořený Exsys Corporation je kostra ZS postavená na MS Windows a její demoverze je přístupná na www.exsys.com.

Konzultace: Jakmile je systém vyvinut a ověřen, může být zpřístupněn uživatelům. Znalostní systém vede obousměrný rozhovor s uživatelem, kdy se dotazuje na podrobnosti konkrétního případu. Po přijetí odpovědi uživatele se snaží nalézt řešení. Tento proces je zabezpečen vyhodnocovacím strojem, který vybírá heuristické vyhledávací postupy. Těmi vyhledává vhodné řešení zadaného problému. Uživatel může požádat o vysvětlení. Kvalita odvození je předurčena kvalitou a komplexností pravidel (či propracováním a kvalitou znalostní báze), metodou použitou pro vyjádření a uchování znalostí a schopnostmi odvozovacího nástroje.

Protože je uživatel většinou nováčkem v počítačovém oboru, je potřeba, aby znalostní systém byl snadný k používání. Při současném stavu technologií musí uživatel sedět u počítačového terminálu a zadávat popis problému (i když některé systémy využívají hlasový vstup). Znalostní systém klade otázky a uživatel na ně odpovídá, otázky a odpovědi jsou kladeny tak dlouho, dokud

není dosaženo řešení. Poradenské prostředí je také používáno tvůrcem během vývoje a testování systému.

Vylepšení: Znalostní systémy jsou během vývoje vylepšovány několikrát během procesu, kterému se říká rychlé testování prototypů.

8.4.5 Architektura znalostních systémů

Tradiční architektura znalostních systémů: Znalostní systém je realizovaný poměrně rozsáhlou soustavou kooperujících programů. Jednotlivé programové celky této soustavy tvoří prvky funkčně vymezených a svou strukturou i posláním odlišných modulů. Vezmeme-li do úvahy i jejich vzájemné vazby, tvoří tyto moduly tradiční architekturu znalostního systému.

V každém tradičně koncipovaném znalostním systému je možné rozlišit tři základní složky, a to znalostní bázi inferenční mechanismus a komunikační modul. Znalostí báze se často dále dělí na bázi poznatků a bázi faktů, čímž je zvýrazněna odlišná povaha všeobecných poznatků a individuálních faktů, i rozdílné požadavky na jejich zpřístupňování a manipulaci s nimi.

Tabulová architektura znalostních systémů: Představme si komplikovaný problém, jehož řešení nespadá do kompetence pouze jednoho druhu specialistů, ale na jehož řešení se podílejí specialisté různých druhů zaměření. Jednotliví odborníci nebo jejich skupiny pracují poměrně nezávisle, měli by však mít přístup ke všem informacím, které vznikly jako (mezi)výsledky řešení jiných problémů jinými skupinami specialistů. I když tradiční architektura znalostních systémů v zásadě umožňuje takový přístup, tabulová architektura ho strukturou záznamu faktů i pracovním postupem lépe podporuje.

Každý zdroj znalostí obsahuje znalosti z určité oblasti (domény) potřebné pro řešení problémů, které se v ní objevují. Tyto znalosti se nejčastěji reprezentují v rámcových, popřípadě objektových strukturách, ale mohou být i prezentovány jako produkční pravidla. Tedy tak, jak se to děje u systémů s

tradiční architekturou. Každý zdroj je schopen řešit určitý typ problémů, k čemuž používá i určité inferenční strategie. Aktivita daného zdroje znalostí je závislá na právě aktuálním stavu řešení problému a jeho zásahem se tento stav mění. Tabule je prostorem, který sdílí zdroje poznatků. Ty mohou zjišťovat přítomnost, popř. nepřítomnost určitých údajů, mohou obsah tabule měnit přidáváním nových položek nebo odstraňováním některých z těch, které jsou v daném stavu na tabuli přítomné. Aktuální stav řešení problému je možno identifikovat na základě právě aktuálního obsahu tabule.

Zdroj znalostí je z vnějšího pohledu autonomní celek a má dvě části – podmínkovou část a akční část. Z tohoto pohledu je možné chápat každý zdroj znalostí jako agenta. Tento agent musí umět vyhodnotit aktuální stav tabule, ale i jevy, které s tabulí právě proběhly, tj. při změně stavu převést tabuli na následující stav. Takto agent zjišťuje, jestli je splněná jeho podmínková část. Najde-li kladnou odpověď, akční část zdroje poznatků modifikuje obsah tabule. Způsob a obsah modifikace závisí výhradně na daném zdroji poznatků.

Modul řízení koordinuje činnost zdrojů poznatků. Sleduje aktuální stav tabule a vytváří například preference přístupu zdrojů do tabule. Tato činnost modulu řízení se obvykle nazývá zaměřování pozornosti. Hlavní úloha modulu řízení je ale sledovat řešení problémů na základě monitorování změn stavů tabule. Z tohoto důvodu je vlastně jeho činnost analogická s činností inferenčního modulu klasické architektury.

Decentralizovaná architektura znalostních systémů: Centralizovaná architektura znalostních a expertních systémů implikuje jeden hlavní počítač, ve kterém jsou uloženy všechny složky systému. Tento počítač pouze v případě nutnosti komunikuje s dalšími zcela nezávislými složkami (externími programy a daty). Ve většině případů je tato strategie vhodná. Ovšem existují situace, kdy je velmi výhodná nepřítomnost jakéhokoliv hlavního počítače, na kterém by byl závislý provoz celého systému. Znalostní systém je rozdělen

mezi více zařízení, na některém z nich je uložen inferenční mechanismus, jiný obhospodařuje vysvětlovací modul, další bázi faktů,...

Výhody, plynoucí z takto pojaté architektury, jsou zcela zřejmé. Při výpadku jednoho počítače není ohrožena činnost celého systému, neboť zbývající počítače tuto mezeru zaplní. Na druhou stranu, jeden počítač sám o sobě tuto vlastnost nemá, takže při jeho krádeži nedochází k prozrazení informací. Proto se decentralizované architektury znalostních systémů využívají zejména v armádě a v bankovníctví.

Rámcové systémy: Člověk používá svoje poznatky tak, jak to neumožňuje žádné z reprezentačních schémat zaměřujících se pouze na jeden ze tří atributů poznatků:

- ▶ Logická adekvátnost požaduje, aby byl formalismus schopný vyjádřit poznatky, které chceme reprezentovat.
- ▶ Heuristická síla sleduje existenci prostředků používání zkonstruovaných reprezentací na řešení problémů.
- ▶ Lidské poznatky nejsou izolované entity, ale souvisí spolu navzájem. Nové poznatky je tedy nutné řadit do kontextu poznatků předcházejících.

Mezi požadavkem logické adekvátnosti a heuristické síly existuje rozpor. Čím expresivnější a přesnější je vyjadřovací jazyk, tím obtížnější je řízení inference během řešení problémů. Většina prakticky používaných formalismů má (v porovnání s přirozeným jazykem) slabou expresivnost. Je to daň za zvětšení heuristické síly, která potom umožňuje přednést správné řešení v přijatelném čase.

Reprezentace, kterou používá lidská mysl, integruje ve stejné míře všechny atributy poznatků. Podle situace, ve které se mysl ocitne, zdůrazňuje interpretační mechanismy vždy nejpřiměřenější atribut. Vzhledem k pružnosti lidského myšlení předpokládáme, že reprezentované jsou pouze

určité stereotypní situace, typické procesy a objekty. Tato reprezentace obsahuje i postupy, které aktualizují všeobecné poznatky podle konkrétních podmínek. V první polovině 70. let se uskutečnily první pokusy na vytvoření nové reprezentační filozofie, zaměřené na stereotypy a očekávání, která by zároveň spojovala možnosti předcházejících přístupů.

Rámeček je údajová struktura, která slouží k reprezentaci stereotypních situací. Může popisovat například pobyt ve škole nebo na civilním letišti. Dřív, než vstoupíme do některé konkrétní školy, víme o ní poměrně hodně a máme s ní spojené určité očekávání – jaké prostory asi uvidíme, na co se budova používá, kdo ji navštěvuje, apod. Rámeček obsahuje i víc informací o tom, za jakých okolností a jak ho je možné použít. Při snaze o reprezentaci znalostí pomocí rámečků se vychází z předpokladu, že kódování znalostí v lidské mysli nebývá záležitostí striktní a vyčerpávající definice. Rámcová reprezentace ve své podstatě je výčtem vlastností spojených s objektem, které jsou v jistém smyslu typické pro danou třídu – prototypické objekty nebo prototypy. Prototypický pták umí létat a tuto vlastnost mu automaticky přiřazujeme i přesto, že netypický pták (pštros, tučňák) létat neumí. Vrabec je tedy výstižnější reprezentant kategorie ptáků než pštros.

Rámeček si je možné představit jako formulář, tedy soubor rubrik, které jsou vyplněné položkami rozličných typů. Údaje v rubrikách mohou být opět názvy jiných rámečků, čím se jednotlivé rámečky mohou spojovat do hierarchických sítí. Rámce si tedy lze představit jako složité uzly v síti, které mají charakter jakéhosi formuláře.

Produkční systémy pracují na principu kódování vztahů mezi určitými schémata dat (které vyjadřují aktuální situaci) a akcemi, které by měl systém vykonat jako důsledek. Základní architektura produkčních systémů obsahuje čtyři části: bázi poznatků, bázi faktů, inferenční mechanismus a komunikační modul.

Poznatková báze obsahuje pravidla, která mají tvar: „Jestliže P1 & P2 &... & Pn tak Q1 & Q2 &... & Qn“. Na levé straně jsou předpoklady P1, P2 ... Pn, při jejichž splnění vykoná inferenční mechanismus akce Q1, Q2 ... Qn z pravé strany.

V bázi faktů se uchovávají aktuální data, která buď zadal uživatel, nebo byla odvozena během činnosti systému. Tato data pak přímo určují výběr použitelných pravidel z báze poznatků, proto forma jejich zápisu musí s bází poznatků korespondovat. Fakta bývají většinou zapisována ve tvaru uspořádaných trojic (objekt, atribut, hodnota). Na začátku práce systému vkládá inferenční mechanismus do báze faktů tzv. startovací položky. Systém skončí tehdy, jestliže už není možné spustit žádné pravidlo, nebo jestliže příkazová část spuštěného pravidla obsahovala přímo příkaz k ukončení. Inferenční mechanismus pracuje v sekvenci tří kroků:

- ▶ Porovnání podmínky pravidla s položkami báze faktů.
- ▶ Při nalezení více než jednoho vyhovujícího pravidla se modul rozhoduje, které z nich vybrat – dochází k tzv. řešení konfliktů.
- ▶ Aplikace vybraného pravidla s následným přidáním nové položky do báze faktů (případně vymazáním existující položky) a návrat ke kroku 1.

Algoritmy na vykonávání kroků 1 a 3 jsou natolik jednoduché a přímočaré, že nevyžadují další pozornost. Řešení konfliktů je však problém. Způsob řešení konfliktů přímo ovlivňuje chování a kvalitu celého expertního systému. Existují sice tzv. deterministické systémy, v nichž lze spustit v každém kroku maximálně jedno pravidlo, běžnějším případem jsou ale nedeterministické systémy.

8.4.6 Vybrané metodiky tvorby znalostních systémů

Metodik návrhu znalostních systémů je několik, jmenujme tři nejčastěji uváděné:

8.4.6.1 CommonKADS

KADS byla vyvinuta jako "Strukturovaná metodika pro vytváření znalostních systémů" (Motta 1997). Omezení plynoucí z produkčních pravidel ve spojení s nemožností tato pravidla opakovaně používat byla hlavním impulsem pro vývoj metodologií jako je KADS. Základem přístupu KADS jsou dva hlavní principy:

- ▶ zavedení složeného modelu jako prostředku k uchopení komplexity znalostně-inženýrského procesu
- ▶ zavedení definice „znalostních úrovní“ (knowledge-levels) jako mezistupně mezi expertními daty a tvorbou systému

(Motta 1997) používá termín „revoluce v modelování znalostí“, která vyvrcholila změnou paradigmatu. Změna paradigmatu je dána přechodem ze znalostní úrovně „zpracování symbolů“ (plavidlově orientované přístupy) na znalostní úroveň „analýza úlohy“. Toto předznamenalo nezbytné oddělení specifikace úlohy od metody řešení problému.

Metodologie CommonKADS byla použita v široké škále domén. Výhodou této metodologie je, že výsledkem je kompletní model aplikace, nikoliv jen model znalostní báze. Prvním krokem při tvorbě jakéhokoliv znalostního systému, včetně prostorových systémů, je vývoj modelů organizace, činitelů, komunikace a úloh.

Organizační model je model, který dokumentuje cíle systému a identifikuje významné příležitosti organizace. Jednou z výhod CommonKADS je, že organizační model poskytuje i analýzu socio-organizačního prostředí ve kterém má znalostní systém fungovat. Toto zahrnuje i popis funkcí uvnitř organizace. Organizační model je také použit k identifikaci rizik při zavedení znalostního systému.

Model činitelů se zaměřuje na pochopení uživatelů systému a identifikuje jak tito uživatelé či činitelé budou plnit své úlohy. Činitelem v tomto slova smyslu

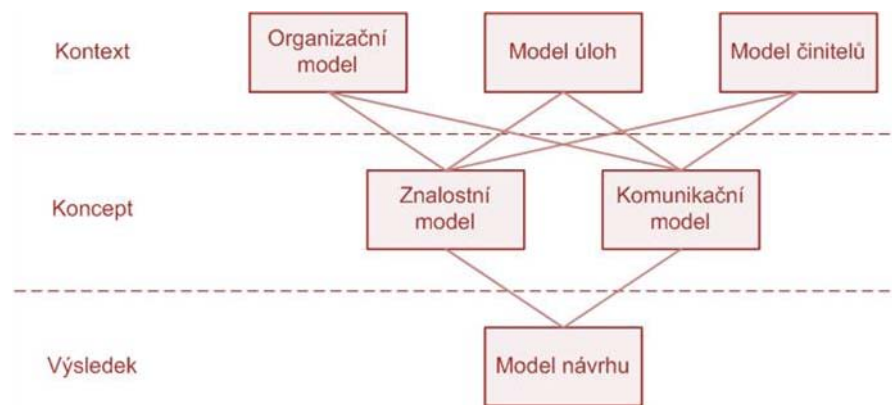
je osoba, hardware nebo software spolupracující se znalostním systémem. V prostorových systémech to může být GIS (Geografický Informační Systém).

Komunikační model se zabývá interakcí mezi uživatelem, systémem a dalšími komponenty. Modeluje spolupráci mezi uživateli a systémem, zároveň specifikuje požadavky na prostředí, ve kterém má znalostní systém pracovat.

Model úloh specifikuje, jakým způsobem jsou realizovány funkce systému. Model úloh je vytvářen ve spolupráci s modelem činitelů tak, aby byli identifikováni lidé, hardware nebo systémy, kteří vykonávají příslušné úlohy. Model úloh dále využívá informace obsažené v komunikačním modelu tak, aby správně fungoval v doméně, která je specifikována v organizačním modelu.

Znalostní model definuje znalost nezbytnou pro splnění cílů specifikovaných v organizačním modelu a ke splnění úloh popsanych modelem úloh. Je rozdělen do tří vrstev:

- ▶ Doménová vrstva CommonKADS je znalost popisující deklaratorní teorii domény. Znalost na této úrovni by měla být reprezentována způsobem nezávislým na způsobu použití. Definuje koncepčnost a deklaratorní teorii problémové domény a poskytuje znalost nutnou ke splnění zadaných úloh. Jinými slovy obsahuje fakta, pravidla a doménové typy. Ostatní vrstvy obsahují znalost jak kontrolovat využití znalosti z doménové vrstvy (Fensel, Van Natmelen 1994).
- ▶ Inferenční vrstva specifikuje jak používat znalost z doménové vrstvy. Řídí používání doménové vrstvy a jejího obsahu. Pro uchování znalosti v každé z vrstev byl vyvinut formální jazyk (Schreiber a kol. 1994).
- ▶ Vrstva úloh reprezentuje pevnou strategii pro dosahování cílů řešení problému. Obsahuje specifikaci cílů týkajících se určité úlohy, která je popsána v modelu úloh viz Obrázek 8.5, a určuje, jak tyto úlohy mají být rozděleny na dílčí úlohy.



Obrázek 8.5 Schéma klasifikace znalostí CommonKADS

Metodologie CommonKADS byla použita v různých problémových doménách. Vzhledem k tomu, že tato metodologie byla vytvořena pro využití ontologií ve formě knihovny CommonKADS je možné vytvořit spolupracující systém využívající znalost z doménové a inferenční vrstvy znalostního modelu.

8.4.6.2 MIKE

MIKE spojuje semiformální a formální popisné formalismy v procesu postupného vývoje. Semiformální specifikace struktury modelu je použita nejenom ke zlepšení procesu formalizace, ale zdá se být sama o sobě důležitým výsledkem. Tato specifikace strukturuje doménovou znalost a znalost procesu řešení problému – znalost spojenou úlohou. Díky semiformálnímu popisu je možné tuto specifikaci použít v dokumentaci. Formální specifikace precizně popisuje funkce systému, přesto však abstrahuje od detailů implementace. Jakmile je formální specifikace hotova, je použita jako prototyp k ověření modelu expertízy. Oddělení znalosti doménové a znalosti procesu řešení problému umožňuje opětovné použití těchto dvou částí. Během vývoje je rozšířena formální specifikace s ohledem na aspekty spojené s realizací systému. Je brán zřetel i na požadavky nepřímo spojené s funkcí systému.

Díky společnému základu koncepčního modelu mohou být různé reprezentace znalostí snadno vzájemně propojeny. Přechod z jedné reprezentace do druhé je hladký. Spojení modelů znamená, mimo jiné, výhodu

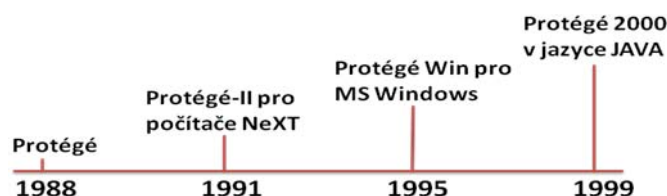
v tom, že semiformální model je dokumentací modelu formálního. Dále je zajištěna vysledovatelnost požadavků díky vzájemným ztahům mezi všemi modely.

Tímto způsobem MIKE sleduje jeden z hlavních úkolů systémového inženýrství: kombinace různých reprezentací znalostí založených na koncepčním modelu, který zahrnuje aspekty, jako jsou: hladké párování různých reprezentací, zpětnou vysledovatelnost požadavků a konzistentnost celého systému. Pro konstrukci modelů a jejich vztahů prostředí MIKE poskytuje různé grafické editory a ladící nástroje, které obsahují interpreta formálního a realizačního jazyka KARL.

Další vývoj této metodologie dále sleduje, kromě jiného problematiku opakovaného použití metod řešení problémů a doménových modelů v průběhu fáze získávání znalostí. Toto zahrnuje podrobnou analýzu charakteristik metod řešení problémů a jejich četné vazby na modely domén.

8.4.6.3 Protégé

Metodologie Protégé byla vyvinuta Standfordskou univerzitou. Vývoj této metodologie se datuje od počátku 80. let, kdy se uvažovalo o možnostech uchování a reprezentace znalostí. Bezprostředním předchůdcem Protégé byl znalostní systém OPAL. Metodologie vývoje znalostního systému Protégé se vyvíjela v čase jako systém samotný. Hlavními impulzy byly změny ICT a změny požadavků uživatelů. Obrázek 8.6 uvádí chronologii vývoje metodologie a systému Protégé.



Obrázek 8.6 Chronologie vývoje Protégé

Největším přínosem původní Protégé byla minimalizace překážek při akvizici znalostí pro medicínský poradenský systém. Problémem bylo, že znalostní

bázi nebylo možné používat v jiných typech úloh, než byly zohledněny při konstrukci systému. Toto omezovalo využití Protégé na omezené, již strukturované domény, kde byla znalost a proces zdůvodňování dobře pochopené experty. Tyto vlastnosti původní Protégé pouze přesunuly úzké místo (bottleneck) z procesu získávání znalostí na proces znovuvyužití znalostí.

Protégé-II byla prvním pokusem umožnit znovupoužívání znalostní báze odstraněním znalosti jak řešit problém ze znalostní báze. Použitý přístup zahrnoval formálně modelované metody řešení úloh a poté byly použity ontologie metod k definování mapování. Tento přístup se stal aktivní oblastí výzkumu KAC (Knowledge acquisition community). Zajímavým aspektem této fáze vývoje Protégé je to, že všechny hlavní změny směřovaly od modelu neformálního, k modelu formálnímu. Hlavní změnou bylo odstranění algoritmu závislosti ze znalostní báze. To vyžadovalo formalizaci modelu znalostí a vedlo to k hlubšímu pochopení struktury znalostní báze.

Protégé Win používá pojem „projekt“. Projekt obsahuje znalostní bázi a konfigurační informace. Vzhledem k tomu, že zde není zcela jednoznačný rozdíl mezi třídami (classes) a případy (instances) je znalostní báze soustavou rámců.

Protégé 2000 používá explicitní pojem „Projekt“. Význam tohoto pojmu se liší od obecného významu slova „projekt“ definovaného například v projektovém řízení. Projekt dle metodologie Protégé obsahuje znalostní bázi a konfigurační informace. Znalostní báze je soustavou rámců. Obsahuje třídy, instance (asociace příslušnosti ke třídě), sloty (binární relace), facety (omezení slotů ve vztahu ke třídám) a axiomy (logické formule, vyjadřující např. ekvivalenci/subsumpci tříd či relací). Dále jsou ve znalostní bázi obsaženy informace o rozložení formulářů pro akvizici znalostí. Konfigurační informace obsahují popis všech drobností, které byly dodány do projektu, informace o použitém serveru, a seznam všech projektů, které jsou zahrnuty v aktuálním projektu.

Použití projektů namísto ontologií je důležité z několika důvodů. Prvním z nich je nepřilíš zřetelný vztah mezi třídami a instancemi, který neumožňuje použití ontologií. Další důvody jsou zcela pragmatické – instance, které obsahují doménovou znalost a rozložení formulářů jsou věci, které chtějí lidé znovu používat i v dalších projektech. Nutností je obezřetná experimentace a zkoušky pře spuštěním provozu.

Použití projektů namísto ontologií, se zdá být malou změnou. Avšak ona mírná změna pohledu na danou problematiku je velice důležitá. Díky této změně se totiž mění celý proces tvorby znalostního systému.

Modifikace předpokladu „downhill-flow“: předpoklad downhill-flow byl neoddělitelnou částí metodologií Protégé II a Protégé/Win. Tento předpoklad v modelu zřetelně rozlišoval třídy a instance a pokoušel se strukturovat proces vytváření znalostní báze. Avšak tento předpoklad byl čím dál tím více uvolňován. Důvodem bylo: použití novějšího znalostního modelu, použití kanonických instancí v modelování složitých domén, zkonkrétnění axiomů pomocí PAL (Protégé Axiom Language), časté využití již existující znalostní báze v nově tvořené bázi a rostoucí složitost jednotlivých procesů.

Bylo zřejmé, že předpoklad downhill-flow je vhodný pouze pro určité situace. Jakkoliv tento předpoklad v některých případech usnadňuje akvizici znalostí, není vhodný v některých případech, kdy je třeba striktně oddělit strukturu a doménovou znalost. V každém případě však základní myšlenka metodologie Protégé: použití meta-znalostí při akvizici informací, přetrvává. Dříve než je cokoli zadáno do Protégé 2000, je třeba vložit příslušnou meta-znalost. Schopnost definovat meta-třídy je novou vlastností Protégé 2000, která zahrnuje definici kanonické meta-třídy (:Třída), se třemi vzorovými sloty: (:Role, :Dokumentace a: Omezení).

V běžných znalostních bázích jsou všechny třídy instancemi kanonické metatřídy. To znamená, že nová třída je vytvořena jednoduše jako instance :Třídy. Pokud doménový model vyžaduje další kanonickou metatřídu, je tato

vytvořena. Jakmile je :Třída vytvořena další akvizice instancí (Tříd) je již jednoduchá.

8.4.7 Účastníci procesu tvorby znalostního systému

Přinejmenším dva lidé, pravděpodobně více, se podílí na vývoji a použití znalostního systému. Přinejmenším je zde tvůrce a uživatel. Často jsou účastni také experti a znalostní inženýři.

Expert (znalec) je člověk, který má zvláštní znalost, úsudek, zkušenost a metody současně se schopností tyto vlastnosti využívat k řešení problémů. Je na znalci, aby osvětlil, jakým způsobem řeší úlohy, které by měl zvládat znalostní systém. Znalec ví, která fakta jsou důležitá a rozumí významu vztahů mezi nimi. Například při diagnostice závady elektroniky automobilu zkušený automechanik ví, že se mohou rozbít ložiska větráků a vybit baterii. Nováčka pak navede, aby je vyzkoušel a vyložil si význam zadřeného nebo chybějícího ložiska. Pokud je využit více než jeden znalec, může nastat problém, pokud se neshodnou.

Znalostní inženýr pomáhá znalci strukturovat problémovou oblast interpretací, a to zohledněním lidských odpovědí na otázky, vytyčováním analogií, ukázkou protikladných příkladů, a osvětlováním koncepčních obtíží. Často je zároveň tvůrcem systému. Nedostatek zkušených znalostních inženýrů je hlavním nedostatkem při konstrukci znalostního systému. K překonání tohoto problému tvůrce znalostního systému používá vývojové nástroje (například speciální editory a logické ladící nástroje) a zároveň jsou vyvíjeny nástroje, které by byly schopny nahradit znalostní inženýry.

Uživatel: Většina počítačových systémů se vyvíjí směrem k jednoruživatelským módům. Naproti tomu znalostní systém zpravidla obsluhuje uživatele následujících typů:

- ▶ Laičtí uživatelé hledající radu. V tomto případě slouží znalostní systém jako poradce či rádce.

- ▶ Studenti, kteří se chtějí učit. V tomto případě systém slouží jako učitel.
- ▶ Vývojář systému, který chce rozšířit nebo redukovat znalostní bázi. V tomto případě je znalostní systém partnerem.
- ▶ Expert. Znalostní systém jedná jako kolega, nebo asistent. ZS může například přidat další názor, který expert také zvažuje. Expert může systém využít k rutinním analýzám a výpočtům.
- ▶ Ostatní účastníci. Ve znalostních systémech mohou být zahrnuti někteří další účastníci – například systémový analytik může propojit znalostní systém s jiným systémem. Vývojáři mohou přidat další nástroje. Prodejci mohou poskytnout nástroje a rady. Pomocný personál nabízí technickou a administrativní pomoc. Správce sítě může být vyžadován pro správu Internetových a intranetových systémů.

Je třeba si uvědomit, že jeden člověk může v rámci systému hrát několik různých rolí. Například některé systémy zahrnují pouze znalce a uživatele, jiné dále vývojáře, experty a uživatele.

8.4.8 Problémy a omezení znalostních systémů

Dostupné metodologie tvorby znalostních systémů nemusejí být vhodné a efektivní pro mnohé aplikace v určitých kategoriích. Následující problémy zpomalily komerční rozmach znalostních systémů:

- ▶ znalost není vždy okamžitě dostupná,
- ▶ dostat znalost z lidí může být někdy složité,
- ▶ přístup každého experta k hodnocení situace může být různý a přesto správný,
- ▶ i pro velmi zkušené experty může být obtížné vyjádřit dobré hodnocení situace, pokud jsou pod časovým tlakem,
- ▶ uživatelé znalostních systémů mají přirozené hranice chápání,
- ▶ ZS pracuje pouze v úzké doméně znalostí,
- ▶ mnohé znalostní systémy nemají způsob jak hodnotit zdali jsou jejich závěry správné,

- ▶ slovník, žargon, který experti používají, nemusí být srozumitelný laickým uživatelům,
- ▶ to, že je potřeba získat znalosti od zkušených pracovníků a znalců, může vývoj znalostních systémů učinit velmi nákladným,
- ▶ nedostatek důvěry některých uživatelů v ZS může být překážkou v jeho užití,
- ▶ přenos znalostí je záležitostí mnoha percepčních a úsudkových vlastností,

Posledním avšak nezanedbatelným faktem je, že expertní systém nemusí být vždy schopen dosáhnout určitého závěru, původní plně rozvinutý XCON nedokázal vyřešit kolem 2 procent zakázek. Koneckonců expertní systém, stejně tak jako člověk, občas dá špatná doporučení.

Internet je hlavní oporou znalostních systémů právě díky tomu, že překonává mnohá omezení. Schopnost rozšiřovat znalostní systémy masám uživatelů činí vynaložené náklady efektivnějšími. Tím pádem může být více peněz investováno do lepších systémů.

(Gill 1995) studoval životnost znalostních systémů. Objevil, že pouze cca jedna třetina komerčních znalostních systémů přežila pět let provozu. Krátká životnost obecně neodpovídala technickým nedostatkům, či ekonomickým cílům. Místo toho správné otázky typu: nízké přijetí u uživatelů, nemožnost dalšího rozvoje, problémy přechodu od vývoje k údržbě a posuny v organizačních prioritách se zdají být nejdůležitějšími důvody ukončení ZS. Správný management vývoje znalostního systému může mnoha těmito problémům předejít. Tato omezení jednoduše znamenají, že současné ZS jsou na lidskou inteligenci krátké, avšak některé z těchto omezení časem zmizí, tak jak postoupí vývoj dále.

8.4.9 Faktory úspěchu znalostního systému

Mnohé výzkumy našly důvody úspěchů a neúspěchů expertních systémů v praxi. Tyto práce zahrnují různé studie např. (Kunnathur a kol. 1996). Stejně jako u MIS, dva z nejkritičtějších faktorů jsou podpora ze strany managementu a vlastnické cítění ze strany uživatelů. Mnoho studií ukázalo, že právě podpora ze strany managementu a uživatelů jsou hlavními faktory úspěchu MIS (Manažerské Informační Systémy) a zvláště ZS. Tyto faktory jsou nutnými, nikoliv však postačujícími podmínkami. Dalšími podmínkami jsou:

- ▶ dostatečná úroveň a dostatečné množství znalostí,
- ▶ musí být k dispozici expertízy alespoň jednoho experta,
- ▶ řešený problém musí být převážně kvalitativní (fuzzy), nikoliv kvantitativní,
- ▶ problém musí být poměrně úzce zaměřený,
- ▶ vlastnosti kostry ZS jsou podstatné, kostra musí být kvalitní a přirozeně udržovat znalost,
- ▶ uživatelské rozhraní musí být přátelské novým uživatelům,
- ▶ problém musí být důležitý a složitý, aby vyžadoval zavedení ZS,
- ▶ je potřeba zkušených vývojářů s dobrými osobními vlastnostmi,
- ▶ vliv ZS na kvalitu práce koncových uživatelů musí být znatelný a musí být měřitelný,
- ▶ podpora ze strany managementu musí být kultivovaná.

Manažeři zavádějící znalostní systém by měli zajistit školení koncových uživatelů, tak aby byli schopni s nástrojem pracovat. Jako podpora manažerské snahy by mělo být organizační prostředí otevřené novým technologiím (Kunnathur a kol. 1996). Obchodní aplikace znalostních systémů jsou často motivovány strategickým vlivem získání konkurenční výhody spíše než nákladovou efektivitou. Hlavní hodnotou expertního systému je zlepšení a zkvalitnění obchodních operací zachycováním a distribucí znalostí.

Nejpopulárnější a nejúspěšnější expertní systémy jsou ty, které pracují s dobře definovanou, strukturovanou aplikací, kde není potřeba několik set různých pravidel, například ve výrobě. Expertní systémy byly méně úspěšné, pokud aplikace vyžadovaly instinkt a zkušenost, například v řízení lidských zdrojů, nebo tam, kde bylo potřeba tisíce pravidel. Znalostní systém může v průběhu času změnit způsob, jakým uživatel vykonává svou práci takovým způsobem, že nadále vyžaduje pomoc znalostního systému. Tyto nástroje dávají uživateli větší pocit kontroly, zvyšují různorodost práce, snižují podíl manuální práce a umožňují uživateli plnit úkoly dokonaleji anebo hodnotit svojí výkonnost.

Jakmile již je dosaženo konsensu v ideách ZS (v kontextu celkového IT řešení), je potřeba se dále zabírat hodnocením motivace uživatelů. A pokud výstupem takového hodnocení je to, že bude spíše negativní, je potřeba průchodnost vývoje znovu zvážit – znalostní systémy, jejichž motivace pro užívání je negativní, nepřežijí dlouho.

8.5 Tvrdé a měkké přístupy k řešení problémů

Měkké a tvrdé přístupy k řešení problémů mají svoje specifika. V zásadě se dá říci, že málokterý řešený problém je čistě měkký nebo čistě tvrdý. Tvrdé přístupy je nutné využít tehdy, pokud potřebujeme přesné a konkrétní výsledky. I když je toto někdy na úkor míry, s jakou dané řešení odpovídá realitě, je to nutné zejména v případech, kdy jsou dané výsledky spojené s hmotnou odpovědností.

Měkké přístupy je naopak možné využít tehdy, kdy na matematické přesnosti až tolik nezáleží. Například z důvodu rychle se měnících podmínek vnějšího prostředí, či pokud se jedná o kreativní koncept.

8.5.1 Tvrdé systémové metodologie

Tvrdé systémové metodologie jsou založené na systémových vědních disciplínách, také známých jako "systémové inženýrství". Jsou určeny k řešení problémů reálného světa takovým způsobem, aby bylo dosaženo určitého, předem stanoveného, cíle. Systém je potom nastaven tak, aby bylo stanoveného cíle dosaženo nejlepším možným (optimálním) způsobem.

Tento přístup je vhodný zejména v technologickém vývoji, kde je cílem vytvořit optimální strukturu pro určitý účel (strukturou můžeme uvažovat například výrobní postup). Metodika řešení problému tak spočívá podle Hitche v těchto krocích:

- ▶ Stanovení cíle nebo úkolů, kterých chceme dosáhnout.
- ▶ Alternativní techniky nebo instrumenty (nebo "systémy"), kterými mohou být dané úkoly dosaženy.
- ▶ Ceny nebo zdroje požadované každým systémem.
- ▶ Matematický model nebo modely, tj. matematický nebo logický rámec, nebo množina vzorců ukazující vzájemnou závislost mezi úkoly, technikami, instrumenty, prostředím a zdroji.

- ▶ Kritérium, které se týká úkolů a cen nebo zdrojů pro výběr preferované či optimální alternativy.

Tvrdé metodologie vycházejí z předpokladu, že problémy reálného světa lze formulovat následujícím způsobem: je dán požadovaný stav – S1, současný stav – S0 a existují alespoň dvě alternativní cesty z S0 do S1. Postup řešení problému sestává z definování stavů S1 a S0 a výběru optimální cesty k dosažení cílového stavu. Rozdíl S1-S0 v systémovém inženýrství definuje potřebu a systémová analýza poskytuje uspořádaný postup výběru nejlepší z alternativních variant, která může uspokojit danou potřebu.

Tvrdé systémové myšlení je tedy způsob myšlení přirozený zejména pro techniky, jejichž úlohou je zajistit efektivní dosažení definované potřeby. Základem je tedy znalost toho, co je potřeba a nutnost vyzkoumat jak toho může být dosaženo. Použití tohoto přístupu je nejvhodnější zejména pro strukturované problémy.

8.5.2 Měkké systémové metodologie

Měkké systémové metodologie jsou určeny k řešení problémů, ze kterých není cíl, kterého chceme dosáhnout, zcela zřejmý. Metodologie měkkých systémů je založena na fenomenologickém postoji. Fenomenologický postoj je filozofická pozice, charakterizovaná ochotou připustit prvenství duševním procesům pozorovatelů spíše než vnějšímu světu. Oproti metodologii tvrdých systémů je hlavní důraz kladen na zjištění toho, co chceme dosáhnout a ne toho, jakým způsobem to dosáhneme.

Měkké systémy jsou tedy zejména takové systémy, které splňují následující charakteristiky:

- ▶ nelze plně postihnout jejich strukturu
- ▶ nejsou zřetelné hranice těchto systémů
- ▶ nejsou zřetelné prvky a vazby v systému
- ▶ nejsou zřetelné informační a hmotné toky

Dalším důležitým aspektem je vývoj systému v čase, který je u těchto systémů často velmi obtížně předvídatelný. To komplikuje modelování systému. Základem metodologie měkkých systémů je akční výzkum – action research (Checkland 1981).

8.5.3 Fuzzy logika – alternativní teorie množin

Základem klasické teorie množin je tvrzení, že existují prvky, které do množiny buď patří, nebo nikoliv. Třetí možnost neexistuje. Tomuto poprvé oponoval Heisenbergův neurčitostní princip: dvě veličiny – poloha a hybnost částice jsou navzájem vázány tak, že čím přesněji jsme schopni změřit jednu, tím méně přesně jsme schopni změřit druhou. Stejně tak známý je výrok Alberta Einsteina: „Čím lépe matematické zákony popisují realitu, tím jsou méně přesné. A čím jsou přesnější, tím hůře popisují realitu“. Klasická teorie množin je použitelná v řadě konkrétních situací, nicméně ne vždy. Jedním z nejklasičtějších případů, kdy to není možné, je tzv. „Paradox hromady“.

Tento paradox bychom mohli použít v mnoha dalších modifikacích z reálného života (např. paradox plného kufru). Je tedy zřejmé, že lidé často používají pojmy, respektive hranice, které jsou neostré, mlhavé – fuzzy. Fuzzy logika byla poprvé publikována profesorem Lotfi Zadehem v roce 1965 pod názvem Fuzzy Logic (Wikipedia). Od roku 1970 se rozšířila v Evropě a do roku 1975 i v Japonsku. V roce 1980 došlo k její empirické verifikaci a v dnešní době je již standardně využívána v analýze dat, obchodní sféře i IT. V České republice formuloval Petr Vopěnka alternativní teorii množin, vzhledem k tomu, že v 60 letech patřil k zakázaným autorům Vopěnkova alternativní teorie množin byla publikována až v roce 2004 (Vopěnka 2004).

Základem je úprava klasické teorie množin. To, zda prvek do množiny patří či nikoliv, udává míra příslušnosti prvku do množiny. Tato míra nabývá hodnoty 1, pokud prvek do dané množiny patří, a hodnoty 0, pokud nikoliv. Ne vždy je však možné jednoznačně rozhodnout, zda prvek do množiny patří či nikoliv. V takovém případě míra příslušnosti prvku do množiny nabývá hodnoty mezi 0

a 1. Tedy tato míra vyjadřuje možnost, s jakou prvek do množiny patří. Některé prvky do množiny patří více než jiné. Některé prvky do množiny spíše patří, než nepatří. Vyjádření míry příslušnosti je zpravidla otázkou expertního hodnocení, jedná se o vágní stanovení vágního pojmu. S fuzzy číslem tedy nelze pracovat jako s klasickou pravděpodobností. Fuzzy neurčitost je na rozdíl od pravděpodobnosti (kdy se jedná zpravidla o predikci, kterou je možné dalším měřením zpřesnit) nejčastěji vyjadřována explicitně. Hovoříme o víně, zda bylo dobré, o dešti, zda byl vydatný, atd. Potřeba vágního vyjádření je dána zejména složitostí reálných systémů. S rostoucím počtem prvků a vazeb klesá schopnost lidí vynášet o daném systému jednoznačné soudy.

9 Komunikace prostřednictvím modelu znalosti

V současné době existuje celá řada způsobů jak uchovat a předat znalost prostřednictvím informačních a komunikačních technologií (ICT). V rámci této disertační práce byly podrobně zkoumány znalostní systémy a nástroje umělé inteligence. Ačkoliv se nejedná o nové přístupy (historie znalostních systémů sahá do konce 80. let minulého století, historie umělé inteligence ještě dále) stále existuje celá řada problémů, které neumožňují efektivně uchovávat a předávat znalosti prostřednictvím znalostních systémů a ICT obecně.

Hodnocení práce znalostních systémů je zpravidla předmětem studií, které obhajují koncept znalostních systémů. Ačkoliv je takové hodnocení jistě postaveno na reálných základech, je třeba k němu přistupovat do jisté míry kriticky. Problémy v oblasti znalostních systému reálně existují, důkazem toho je nízká míra jejich komerčního využívání. Za hlavní problémy lze označit:

- ▶ **reusability** respektive problém opakovaného využívání znalostí v dalších systémech nebo v dalších problémových oblastech,
- ▶ **úzkou specializaci** znalostních systémů na určitou oblast problémů (doménu) a na úzký okruh uživatelů,
- ▶ **rychlé zastarávání** znalostních systémů z technologického pohledu a zastarávání znalostí v nich uchovávaných.

Obecným problémem je to, že neexistuje všeobecně uznávané definice pojmu znalost. Přesto, že se jedná o závažnou situaci, není tato situace hlavní příčinou výše uvedených problémů. Jako hlavní příčiny problémů v oblasti znalostních systémů lze označit následující faktory:

Reprezentace znalosti ve znalostních systémech je pevně svázána s jejich strukturou. Změna nároků na způsob reprezentace znalosti ve znalostním systému má za následek změnu struktury znalostní báze, v určitých případech

dále složené z báze poznatků a báze faktů¹. Tato změna, pokud je zásadní, způsobí problémy v dalších částech znalostního systému, například přestane správně fungovat inferenční mechanismus či vysvětlovací modul. Tyto problémy lze řešit zpravidla jen novou verzí znalostního systému. Díky tomu:

- ▶ jsou znalostní systémy nepružné ve vztahu ke změnám v nich uchovávaných znalostí a rychle zastarávají,
- ▶ „záběr“ znalostního systému nemůže být příliš široký, znamenalo by to příliš univerzální a tím i komplikovanou strukturu znalostní báze.

Způsob reprezentace znalosti ve znalostním systému je ušit na míru konkrétnímu znalostnímu systému a je optimalizován pro potřeby konkrétních uživatelů řešit problémy určitého druhu.

- ▶ Z tohoto důvodu zpravidla nelze znalosti uchované v jednom znalostním systému využívat v dalších znalostních systémech.
- ▶ Změna potřeb uživatelů, či zásadní změna řešené problematiky významně ovlivní výkon systému.

¹ Zde se nejvíce projevuje problém neexistence obecně uznávané definice pojmu znalost a různé výklady pojmu poznatek. (Poznámka autora)

9.1 Identifikace znalosti

Aby bylo možné vytvořit model znalosti, je nejprve nutné znalost identifikovat. V současné době neexistuje obecně uznávaná definice pojmu znalost. Proto je nutné definovat tento pojem přinejmenším pro potřeby modelování znalosti.

9.1.1 Definice znalosti – současný stav

„Definice termínu znalost“ je sama o sobě znalostí. Touto znalostí lidé disponují a jsou ji schopni úspěšně aplikovat při řešení problém. Tuto znalost lidé zatím nejsou schopni vědomě vyjádřit, jsou ji však schopni sdílet (procesem socializace znalosti). Toto zjištění je motivací pro definování pojmu znalost s přesvědčením, že je to možné, protože znalost definice tohoto pojmu existuje, je však nevědomá. Tuto definici tedy není nutné „vynalézt“ stačí ji pouze objevit.

V současné době neexistuje obecně uznávaná definice pojmu znalost. (Havlíček 2006) shrnuje současné přístupy k definici znalosti a na základě nich uvádí vlastní definici znalosti: *„znalost je informace, které je použita k úspěšnému řešení problému a je ji možné sdílet s ostatními k řešení podobných problémů“.*

Na základě definic znalosti uvedených v kapitole 8.1 a výše uvedené definice znalosti je možné:

- ▶ definovat znalost jako informaci, která splňuje určité podmínky. Tyto podmínky se liší v závislosti na zaměření autora definice a na účelu, za kterým byla definice vytvořena,
- ▶ identifikovat jednoznačnou vazbu mezi znalostí a určitou problémovou situací, která je pomocí znalosti vyřešena „úspěšně“,
- ▶ říci, že znalosti je možné sdílet.

Výše uvedené definice vymezují znalost jako objekt. Na základě těchto definic není možné jednoznačně rozhodnout, kdy je určitý objekt znalostí a kdy nikoliv. Například:

„znalost je informace, použitá k úspěšnému řešení problému“ - lze ověřit, zda určitá informace byla použita k úspěšnému řešení problému. Je však každá informace použitá k úspěšnému řešení problému znalostí? Odpověď zní: „nikoliv“. Nelze vyloučit, že určitá informace vedla k úspěšnému řešení problému díky náhodě, nikoliv díky promyšlenému jednání. Takovou informaci podvědomě nechápeme jako znalost. Obdobné příklady lze uvést i k dalším z výše uvedených definic.

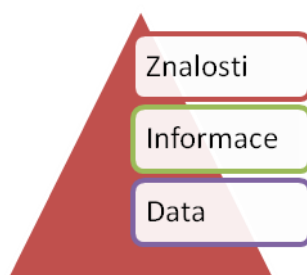
Bod třetí: *„znalosti je možné sdílet“*, zdánlivě odporuje současnému stavu definice pojmu znalost. Ačkoliv podvědomě rozumíme tomuto pojmu, nejsme schopni tuto znalost **vědomě** předat (externalizovat). Vlastní znalost „pojmu znalost“ je tedy nevědomá (tacitní). Tuto znalost nejsou lidé schopni vědomě vyjádřit ani předat. Tuto znalost je však možné sdílet pomocí tzv. procesu socializace znalosti (Nonaka, Takeuchi 1995). Díky tomu mají lidé znalost definice pojmu znalost a jsou ji schopni úspěšně aplikovat v řadě případů.

Příkladem mohou být experimenty s tzv. elementární znalostí (Houška 2007), kdy autor testoval na studentech jejich schopnost identifikovat znalost v textu na sérii případů. Výsledkem byl závěr, že studenti jsou schopni identifikovat jako znalost shodné části textů. Tyto experimenty potvrzují to, že znalost je informace a dále potvrzují hypotézu, že znalost je spjata s řešením problémové situace.

9.1.2 Měření znalosti – současný stav

Přesto, že neexistuje obecně uznávaná definice znalostí, lidé jsou schopni znalost identifikovat. Častým příkladem, na kterém je pojem znalost vysvětlován je pyramida data-informace-znalosti (Obrázek 9.1). Jedná se však

pouze o velmi vágní popis pojmu znalost, který nenabízí žádné praktické východisko.



Obrázek 9.1: Data, informace, znalosti

Jiným příkladem je identifikace a testování znalostí ve školství, kdy student prokazuje své znalosti při písemných a ústních zkouškách, vypracováváním písemných prací a podobně. Pedagog hodnotí, zda student získal znalosti potřebné pro absolvování určitého předmětu, nebo nikoliv. Pomocí bodovací stupnice, slovního hodnocení či známky dále pedagog hodnotí „kvalitu“ této znalosti. Pro identifikaci a měření znalosti pedagogem se používá výraz „testování znalostí“. Testování znalostí je proces, který zpravidla obsahuje tyto části: zadání, kontrola výsledku, kontrola postupu, vyhodnocení, doplňující otázky, ohodnocení (známkou, bodovým či slovním hodnocením atd.).

Zadání problému obsahuje formulaci určitého problému, který má zkoušený vyřešit aplikací znalostí, která je předmětem testování. Problém lze popsat různým způsobem – slovně, pomocí matematické úlohy, graficky, notovým zápisem atd. Předmětem testování je i to, zda je zkoušený schopen pochopit formulovaný problém. Na základě zadání zkoušený vypracuje úlohu a výsledek předá pedagogovi.

Kontrola správnosti výsledku: pedagog kontroluje, zda výsledek odpovídá zadání. Výsledkem může být číslo, písemná práce, zvuk, graf atd. Podle povahy zadání pedagog kontroluje výsledek různým způsobem. V některých případech je pro testování znalostí dostačující, aby výsledek odpovídal zadání.

Zkoušený již dále neprokazuje, pomocí jakého postupu k danému výsledku došel.

Kontrola správnosti postupu: v některých případech se kromě kontroly výsledku, provádí i kontrola postupu. Zkoušený prokazuje například znalost určitého algoritmu. Kontrola postupu se provádí i v případě podezření pedagoga, že zkoušený k výsledku došel jiným způsobem, než aplikováním testované znalosti (tipováním, opisováním, atd.).

Vyhodnocení: na základě kontroly výsledku, případně i kontroly postupu, pedagog vyhodnocuje, zda zkoušený má určitou znalost nebo nikoliv. Testování znalostí tedy probíhá na základě do jisté míry subjektivního vyhodnocení chování zkoušeného subjektu při řešení určitého problému.

Doplňující otázky: v případech, kdy si pedagog není jist tím, zda zkoušený opravdu má určitou znalost, pokládá mu doplňující otázky s cílem získat jistotu. Doplnující otázka je de facto opět zadáním problému, následuje kontrola výsledku, případně kontrola postupu a vyhodnocení.

Ohodnocení: pedagog v závěru ohodnotí zkoušeného, čímž určí, zda zkoušený disponuje určitou znalostí, případně tuto kvantifikuje kvalitu této znalosti. Pedagog tedy rozhoduje o tom, zda zkoušený má určitou znalost tak, že vyhodnocuje chování zkoušeného subjektu v konkrétní problémové situaci. Pedagog zpravidla vyžaduje, aby se všechny zkoušené subjekty se v dané problémové situaci chovali stejným, předem daným způsobem. To, zda tomu tak je, vyhodnocuje na základě kontroly výsledku, případně na základě kontroly postupu. V případě, že si pedagog není jist, pokládá doplňující otázky.

9.1.3 Definice znalosti

Součástí procesu komunikace prostřednictvím modelu znalosti je ověření přenosu znalosti. Bez toho, aby byla znalost definována alespoň pro potřeby ověření tohoto přenosu, nelze tento proces uspokojivě realizovat. Lidé jsou

schopni přenos znalosti ověřit na základě zpětné vazby přesto, že tak nečiní na základě explicitní definice znalosti. Na základě analýzy způsobu, kterým je přenos znalosti ověřován ve školství lze definovat znalost pro potřeby komunikace se znalostním modelem.

Obecná definice znalosti: s ohledem na současné definice znalosti, s ohledem na současné způsoby měření znalosti a na základě inspirace Shannonovou teorií informace (Shannon 1948) je znalost definována následovně:

Znalost je informace, která způsobuje nulovou entropii svého příjemce při řešení určitého problému.

Nulová entropie znamená, že příjemce znalosti se při řešení určitého problému chová deterministicky. Různé dva subjekty, pokud disponují identickou znalostí, se při řešení shodného problému nebo ve snaze o zlepšení shodné problémové situace zachovají stejným způsobem:

- ▶ při řešení dobře strukturovaného problému zvolí řešení, které je z pohledu dané znalosti optimální,
- ▶ při řešení špatně strukturovaného problému zvolí řešení dostatečně dobré,
- ▶ provedou shodné kroky, které povedou ke zlepšení problémové situace.

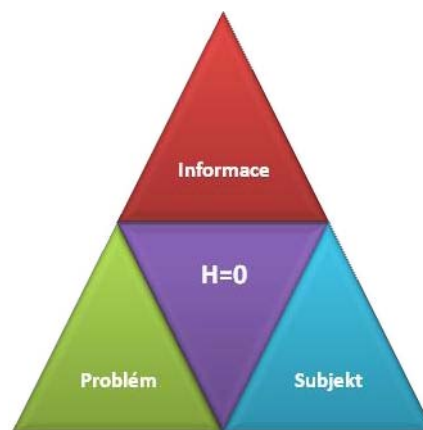
Obecná definice znalosti vychází z pohledu na příjemce informace jako na subjekt a z pohledu na znalost jako na objekt. V definicích znalosti (například viz kapitola 8.1) se často objevuje, že znalost umožňuje „řešit určitý problém správně“. Obecná definice toto nepožaduje z následujících důvodů:

- ▶ Pokud by definice obsahovala požadavek „řešit určitý problém správně“, tento přístup by bylo možné použít pouze v případě, kdy subjekt, který ověřuje, zda se je určitá informace znalostí nebo nikoliv, uvedenou znalostí sám disponuje.
- ▶ U špatně strukturovaných problémů určení toho, zda je určité řešení správné nebo nikoliv, záleží na subjektivním hodnocení. I v případě

existence „objektivní znalosti“ či spíše „znalosti všeobecně uznávané“ tato znalost může být vázána na určité období (země je středem vesmíru), případně na určitou skupinu subjektů (určitá kultura, myšlenkový proud, politické seskupení atd.).

Díky tomu, že není nutné rozhodnout, zda je řešení určitého problému správné nebo nikoliv, *Obecná definice znalosti* umožňuje identifikovat určitou skupinu subjektů na základě toho, že řeší určité problémy stejným způsobem. O takové skupině subjektů lze říci, že disponují stejnou znalostí.

Současné definice znalostí vyžadují vazbu mezi znalostí a určitým problémem. *Obecná definice znalosti* vyžaduje vazbu mezi určitou informací, nulovou entropií, určitým problémem a určitým subjektem: znalost je informace, která vede k nulové entropii určitého subjektu, při řešení určitého problému. Tuto vazbu uvádí obrázek 9.2.



Obrázek 9.2: Znalost

Lze tedy říci, že se znalostí je možné nakládat stejným způsobem jako s informací. Je však důležité zachovat vazbu mezi touto informací, určitým problémem a určitým subjektem.

9.1.4 Speciální definice znalosti

Problémem obecné definice pojmu znalost je její obecnost, což je zároveň hlavní výhodou této definice. Vzhledem k tomu, že existuje potřeba identifikovat znalost, bylo třeba navrhnout definici, která by znalost umožnila

znalost exaktně měřit. Znalost slouží k řešení problémů různých typů, z hlediska měřitelnosti existují různé typy znalosti. Identifikovat znalost, která přispívá ke zlepšení problémové situace, je samo o sobě problémovou situací. Identifikovat znalost, která slouží k řešení špatně strukturovaného problému, je špatně strukturovaný problém atd.

Exaktně měřitelná je tedy pouze znalost, která se vztahuje k dobře strukturovaným problémům. Proto byla navržena Speciální definice znalosti, která se vztahuje výhradně na tuto oblast. Na základě této definice lze například využít Shannonovu teorii informace pro identifikaci znalosti například v oblasti vzdělávání.

Speciální definice znalosti vychází z Obecné definice znalosti. Zatím co Obecná definice znalosti umožňuje rozhodnout, zda kdy je určitá informace znalostí a kdy nikoliv, Speciální definice znalosti umožňuje rozhodnout, kdy určitý subjekt disponuje určitou znalostí a kdy nikoliv. Speciální definici znalosti je však možné použít výhradně v případě, kdy existuje určitý dobře strukturovaný problém. Pro odhad pravděpodobností výběru určité varianty lze například u opakovaného pokusu aplikovat statistické metody. Další možností je využít tohoto přístupu při identifikaci tzv. „Wisdom of crowds“ (Surowiecky 2005).

Určitý subjekt disponuje znalostí, pokud je schopen s nulovou entropií rozhodnout, která z možných variant řešení určitého dobře strukturovaného problému je optimální. Podle povahy problému optimální varianta může být právě jedna, alespoň jedna či optimální nemusí být žádná z možných variant.

Speciální definice znalosti neklade požadavek na to, aby výběr optimální varianty řešení určitého problému byl správný. V praktických aplikacích však tento požadavek může být aplikován a zpravidla také aplikován je. Při aplikaci tohoto požadavku je však nutné mít na zřeteli, že označení určitého výběru optimální varianty za správný je subjektivní. Neúspěch subjektu při

„správném výběru optimální varianty“ při jeho nulové entropii nelze interpretovat tak, že daný subjekt nedisponuje znalostí řešení určitého problému. Tento neúspěch je třeba interpretovat tak, že daný subjekt disponuje jinou znalostí řešení určitého problému, než je znalost požadovaná.

9.1.5 Diskuse

Lze vznést oprávněnou námitku, že člověk nikdy nejedná zcela stejným způsobem. Tento fakt je dán způsobem, jakým je znalost uchovávána v lidském mozku: prostřednictvím neuronální reprezentace znalosti. Neurony, respektive jejich synapse, které vytvářejí „mapu“ znalosti, nefungují deterministicky. Signály, které vysílají, jsou spíše „fuzzy“ a navíc jsou ovlivněny aktuálním stavem lidského organismu. Dalším argumentem může být poznatek, že ačkoliv lidé nejednají deterministicky, navzájem od sebe deterministické jednání vyžadují. Lze tedy říci, že ačkoliv chování znalce vykazuje jistou míru nepředvídatelnosti, očekává se od něj, že bude přesný a exaktní. Lidé tedy považují znalost za informaci, která způsobuje nulovou entropii svého příjemce při řešení určitého problému.

Obecná a Speciální definice znalosti uvedené v této kapitole vycházejí z pohledu na znalost jako na objekt. Tyto definice jsou pokusem o externalizaci tacitní znalosti definice pojmu znalost. Při praktické aplikaci těchto definic se nabízejí dvě otázky, kterým je vhodné dále se věnovat:

Jak prokázat příčinnou souvislost mezi informací a nulovou entropií jejího příjemce při řešení určitého problému? Zejména v případě řešení komplexního problému, může být toto velmi obtížné. V zásadě však záleží na konkrétní praktické aplikaci. V některých případech může plně dostačovat, že tuto příčinnou souvislost lze předpokládat, v některých případech bude nezbytné ji prokázat. Adekvátně k tomu je třeba zvolit vhodný přístup. Předmětem *Obecné definice znalosti* není řešit konkrétní aplikace, ale pouze poskytnout rámec pro obecné řešení.

Jak změřit entropii určitého subjektu? Obecná definice znalosti neobsahuje konkrétní definici způsobu měření entropie subjektu. Speciální definice znalosti vychází z měření této entropie na základě Shannonovy matematické teorie informace (Shannon 1948). Opět, při praktické aplikaci lze předpokládat určitá úskalí. V současné době již existují softwarové systémy (například technologie IDOL – www.autonomy.com), které jsou schopny automaticky identifikovat informaci právě na základě Shannonovy teorie. Je nutné však říci, že tato identifikace je do jisté míry nepřesná, díky tomu, že informace je identifikována na základě odhadu pravděpodobnosti (Bayesova principu).

Obecná definice znalosti vychází ze současného stavu měření znalosti, lze tedy konstatovat, že současný stav a tato definice jsou v souladu. Měření, respektive testování znalostí, v současné době probíhá tak, že určitý subjekt je postaven před určitý problém, který má vyřešit tak aby prokázal určitou znalost. Kontrola výsledků a případně postupu zkoušejícím je de facto expertním odhadem míry entropie, s jakou zkoušený subjekt problém řeší. Uvedený postup měření znalosti lze aplikovat pouze v případě, kdy jde o měření znalosti určitého subjektu.

9.1.6 Identifikace znalosti

Na základě *Obecné definice znalosti*, lze identifikovat znalost i v případě, kdy se nejedná o měření znalosti určitého subjektu. Je však nutné prokázat příčinný vztah mezi znalostí a nulovou entropií určitého subjektu při řešení určitého problému. Znalost tedy má následující atributy: definice problému / problémové situace, definice subjektu, nulová entropie, definice příčinného vztahu.

Obecná definice znalosti nepožaduje „správné řešení problému“, toto vychází z faktu, že posouzení „správnosti“ určitého řešení je vždy subjektivní.

Problém / problémová situace: součástí znalosti je identifikace určitého problému (problémové situace), kdy lze určitou znalost aplikovat. Problém je zpravidla identifikován slovním popisem (například případová studie), toto však nemusí být pravidlem. Problém je možné identifikovat libovolně, je však nutné, aby příjemce znalosti byl schopen toto zpracovat, pochopit.

Subjekt: znalost je subjektivní v tom smyslu, že je vázána nejen na konkrétní problémovou situaci, ale i na konkrétní subjekt/subjekty. Například postup při získávání dotací z EU může být pro určitý zemědělský podnik v ČR znalostí, pro obdobný zemědělský podnik v USA může tento postup být informací, případně souborem dat. Znalost tedy musí obsahovat vymezení subjektů, ke kterým se vztahuje. Toto vymezení však nebrání aplikaci dané znalosti na jiné subjekty na základě analogie, je-li to možné.

Nulová entropie: součástí popisu určité znalosti je zpravidla definice postupu určitého subjektu v určité situaci. Tento postup může být definován algoritmem výpočtu, slovním popisem atd. Forma této definice není důležitá, pokud je příjemce schopen s touto definicí pracovat. Pokud uvedený postup determinuje chování subjektu při řešení strukturovaného problému, uvedený subjekt má podle *Speciální definice znalosti* nulovou entropii – se 100% pravděpodobností zvolí správnou variantu řešení problému. V případě špatně strukturovaných problémů či problémových situací, nelze nulovou entropii subjektu exaktně měřit.

Příčinný vztah: mezi znalostí a nulovou entropií určitého subjektu při řešení určitého problému musí být příčinný vztah. Součástí znalosti je definice tohoto vztahu. Tento vztah může být například dán slovním popisem. Stejně jako v předchozích případech forma, jakou je tento vztah definován, není rozhodující. Rozhodující je schopnost příjemce znalosti vyhodnotit tuto příčinnou souvislost.

9.2 Model znalosti

Model znalosti reprezentuje určitou znalost a slouží k jejímu poznání, uchování nebo předání. Znalost lze reprezentovat různými způsoby. Podle formy, ve které je znalost uchovávána lze rozlišit digitální, neuronální a abstraktní reprezentaci znalosti. Znalost je spíše měkké povahy, pro reprezentaci znalosti lze však využít tvrdé i měkké systémové metodiky.

Pod pojmem model obecně rozumíme záměrně zjednodušený obraz reality za účelem jejího poznání (Získal 1998). Existuje mnoho forem a podob modelu (Polák, Merunka, Carda 2003). Každý model lze charakterizovat třemi základními znaky (Rothenberg 1989):

- ▶ **Reprezentace:** model reprezentuje určitý objekt, subjekt či systém.
- ▶ **Účel:** model je vždy vytvořen za účelem poznání objektu, subjektu či systému, který reprezentuje.
- ▶ **Efektivnost:** model je vytvořen proto, že experimentování s ním je z určitých důvodů (náklady, riziko, legislativa, atd.) efektivnější než experimentování s objektem, subjektem či systémem, který reprezentuje.

Model znalosti je záměrně zjednodušený obraz znalosti, který slouží k jejímu poznání, uchování nebo předání. Model znalosti může nabývat různých forem a podob.

Model znalosti lze charakterizovat těmito základními znaky:

- ▶ **Reprezentace:** model znalosti reprezentuje určitou znalost.
- ▶ **Účel:** model znalosti je vytvořen za účelem poznání, uchování nebo předání určité znalosti.
- ▶ **Efektivnost:** model znalosti je vytvořen tehdy, pokud neexistuje efektivnější způsob poznání, uchování nebo předání znalosti.

Modelovat znalost znamená reprezentovat určitou znalost pomocí modelu znalosti, který slouží k poznání, uchování nebo předání této znalosti. Modelování znalosti zahrnuje celou řadu aktivit: komunikaci, plánování, získávání zkušeností, hodnocení atd.

9.2.1 Digitální reprezentace znalosti

Je-li znalost zachycena pomocí modelu znalosti, který je součástí znalostního systému, hovoříme o znalostním modelu. Z hlediska reprezentace znalosti se jedná o „digitální reprezentaci znalosti“. Digitální reprezentace znalosti je ve své podstatě obraz znalosti vyjádřený pomocí binárních čísel.

9.2.2 Neuronální reprezentace znalosti

V lidském mozku je znalost reprezentována duševní mapou. Duševní mapa (mind map) je časoprostorově uspořádaná činnost miliard synapsí. Synapse je místo dotyku dvou nervových buněk – neuronů. Prostřednictvím synapsí si nervové buňky mezi sebou vyměňují informace (Koukolík 2005). Je-li znalost zachycena lidským mozkiem, použijeme termín „neuronální reprezentace znalosti“.

Neurony nefungují binárně, ale jejich funkce je spíše fuzzy, tzn. hranice mezi signálem „0“ a signálem „1“ není ostrá. Díky tomu se neuronální reprezentace znalosti ve své podstatě liší od digitální reprezentace znalosti.

9.2.3 Abstraktní reprezentace znalosti

Dochází-li k předávání znalostí mezi lidmi, je potřeba znalost vyjádřit pomocí abstraktního modelu. Například při předání znalosti ústním podáním vytváříme verbální model. Toto abstraktní vyjádření znalosti nazýváme „abstraktní reprezentace znalosti“.

Abstraktní reprezentace znalosti má mnoho forem. Záleží na použitém jazyce. Výběr použitého jazyka záleží zejména na schopnosti zúčastněných stran s daným jazykem pracovat.

9.2.4 Využití měkkých a tvrdých přístupů pro modelování znalosti

Znalosti jsou obecně spíše měkké než tvrdé povahy, ať jsou spojené s řešením dobře strukturovaných nebo špatně strukturovaných problémů. „Měkkost“ znalostí je způsobena především následujícími faktory:

- ▶ jsou obecně aplikovatelné na různé problémy stejného typu. Aplikace tedy není vždy striktně stejná, přizpůsobuje se reálným podmínkám.
- ▶ Jsou přenositelné. Nejčastějším médiem přenosu znalostí je jazyk, který je často vágní (i když existují výjimky, například matematické vzorce).
- ▶ Jsou uchovatelné. Médiem, ve kterém se znalosti uchovávají, je historicky lidský mozek, který nepracuje „tvrdým“ způsobem. Součástí znalostí bývají také pocity, tušení, dojmy...
- ▶ Vycházejí ze zkušeností nabytých v reálných situacích. Jsou ovlivněny realitou, která je vždy vnímána individuálně, často velmi „měkce“.

Přestože jsou znalosti „měkké“ povahy, není nutné s nimi pracovat výhradně pomocí měkkých metod. Tvrdé systémové metodiky lze úspěšně využít zejména v oblasti řešení dobře strukturovaných problémů.

9.3 Vybrané způsoby reprezentace znalosti

Znalost je možné reprezentovat různými způsoby. Pro potřeby této disertační práce byl vybrán určitý vzorek, který není vyčerpávající, ale zahrnuje nejvíce používané způsoby reprezentace znalostí.

9.3.1 Příběh

Pravděpodobně nejstarší formou reprezentace znalosti je příběh. Znalost byla formou ústního podání předávána již před vznikem psaného jazyka a stále je tento způsob předávání znalostí používán. Příběh je abstraktní reprezentací znalosti za podmínky, že obsahuje znalost dle *Obecné definice znalosti*, tedy identifikuje subjekt, problém, nulovou entropii a příčinný vztah.

V příběhu, který obsahuje znalost je tedy popsán určitý problém, který je řešen určitým subjektem, případně skupinou subjektů. Součástí příběhu je popis chování daného subjektu (subjektů) při řešení uvedeného problému. Závěrem příběhu je „poučení“ tedy návod jak se v obdobné situaci zachovat, při respektování tohoto poučení dosáhne subjekt nulové entropie. Příběh jako celek popisuje příčinný vztah mezi znalostí a řešením určitého problému určitým subjektem.

Aby komunikant byl schopen znalost obsaženou v příběhu přijmout, je třeba, aby komunikátor použil pro komunikanta srozumitelný jazyk. Omezením tohoto přístupu je zpravidla pasivní role komunikanta při sledování příběhu. Zpravidla nedochází ke zpětné vazbě mezi komunikátorem a komunikantem. Při předávání znalostí pomocí příběhu je jedním z rozhodujících faktorů komunikační dovednost komunikátora jako „vypravěče“.

Případová studie (Case Study) je obecně vnímána jako metoda kvalitativního výzkum (Flyvbjerg 2006). Případová studie je také strukturovaný dokument, který se využívá jako výukový materiál, například tzv. Business Case Studies byly poprvé hojně využity ve výuce Harwardskou univerzitou.

Případová studie jako strukturovaný dokument zachycuje znalost. Znalost jednoho konkrétního případu „case“ ve smyslu konkrétního předmětu zkoumání, řešení určité problémové situace. V rámci případové studie jsou zpravidla popsány všechny složky znalosti dle *Obecné i speciální definice znalosti*. Přesto, že případové studie popisuje konkrétní případ, lze na jejím základě odvozovat i obecné znalosti.

Součástí výuky s využitím případových studií je zpravidla diskuse, která je zpětnou vazbou mezi komunikantem a komunikátorem. Díky této zpětné vazbě lze ověřit správnost přenosu znalosti, či znalost v případové studii dále rozvíjet.

9.3.2 Matematický model

Matematický model je abstraktní model určitého systému. Matematický model je znalostním modelem, pokud reprezentuje znalost chování tohoto systému. Matematické modely lze klasifikovat různými způsoby například:

- ▶ Lineární a nelineární: model je lineární, pokud jsou účelová funkce a omezující podmínky lineární.
- ▶ Deterministické a stochastické: deterministický model vykazuje při opakování pokusu se zadáním shodných proměnných shodné výsledky. Stochastický model obsahuje náhodnou veličinu a opakovaný pokus se shodnými proměnnými může vést k rozdílným výsledkům.
- ▶ Statické a dynamické: statický model neuvažuje jako proměnnou čas, dynamický model ano. Dynamické modely jsou zpravidla reprezentované rekurentními nebo diferenciálními rovnicemi.
- ▶ Normativní a popisné: model je popisný pokud co nejpřesněji za daným účelem popisuje systém a jeho chování. Model je normativní pokud definuje pravidla, jak by systém měl vypadat a jak by se měl chovat.

Model lineárního programování: model lineárního programování je matematický optimalizační model. Za optimalizaci se v tomto případě

považuje nalezení minimální nebo maximální hodnoty lineární účelové funkce (Dupačová 1980) za splnění omezujících podmínek ve tvaru lineárních rovnic nebo nerovností a splnění podmínek nezápornosti některých proměnných. Množina řešení dané soustavy lineárních rovnic a nerovností může být ohraničená, neohraničená i prázdná.

Model lineárního programování v sobě obsahuje znalost modelovaného systému, například výrobního podniku:

- ▶ Účelová funkce (případně účelové funkce u úloh vícekriteriálního lineárního programování) obsahuje znalost cílů výrobního podniku (dosažení maximálního zisku, maximalizace produkce určité komodity, minimalizace nákladů atd.).
- ▶ Omezující podmínky obsahují znalost technologie výroby a dalších podmínek, za kterých podnik realizuje svoji činnost (normy spotřeby materiálu, omezení produkce nebezpečného odpadu). Omezující podmínky mohou rovněž obsahovat znalost cílů výrobního podniku, které jsou vyjádřeny jako určitá aspirační úroveň.

Model lineárního programování umožňuje uživateli prohlubovat svoji znalost modelovaného systému a získávat o něm znalosti nové. To se děje během experimentování s modelem (změna parametrů, analýza citlivosti, analýza stability atd.). Model lineárního programování v sobě zároveň nese znalost postupu nalezení řešení, které je optimální z hlediska určité účelové funkce a zároveň respektuje dané omezující podmínky.

9.3.3 Znalostní mapa

(Šubrt, Brožová 2007) definují znalostní mapu jako „Libovolnou vizualizaci znalostí (kromě čistě textové) s cílem kódovat, vyvolávat, sdílet, využívat a rozšiřovat znalosti“. Dále uvádí další definice pojmu znalostní mapa a rozdělují znalostní mapy do několika typů. Na základě uvedených definic a na základě *Obecné definice znalosti* lze uvést následující definici znalostní mapy:

Znalostní mapa reprezentuje určitou znalost formou uspořádaného souboru grafických objektů (bod, křivka, polygon), které mohou být dále doplněny slovním popisem.

Znalostní mapa může být vyjádřena různými způsoby a uložena na různých médiích. Pro vyjádření a další zpracování znalostní mapy lze mimo jiné využít standard ISO/IEC 132 50 „Topic Maps“. Tento standard však paradoxně odporuje definici znalostní mapy, kterou uvádí (Šubrt, Brožová 2007). Protože znalostní mapa je v tomto standardu definována a uložena v čisté textové formě podobné XML (datový formát XTM), tuto mapu lze však zobrazit ve formě síťového grafu. Výhodou vyjádření znalostní mapy podle určitého standardu je možnost opakovaně využívat tyto výstupy.

ISO/IEC 132 50 „Topic Maps“: Topic Maps (Mapy námětů) je ISO standard (topicmaps.org) určený pro reprezentaci znalostní mapy ve formě Mapy námětů. Tento standard je i českou technickou normou ČSN ISO 132 50. Typicky je tento standard používán pro navigaci nad informačními zdroji a obsahuje znalost obsahu těchto zdrojů. Možnosti aplikace tohoto standardu jsou však širší. Například může sloužit pro popis obsahu znalostní báze.

Topic Map je znalostní mapa, která se skládá ze tří typů prvků: Topic, Association, Occurrence. Vizualizací Mapy námětů (Topic Map) je síťový graf, jehož uzly tvoří náměty (topics) a hrany tvoří asociace (associations). Tato znalostní mapa pomocí výskytů (occurrences) odkazuje na reálné dokumenty.

- ▶ Topic (téma, námět) je uzel, který popisuje určité téma obsažené v informačních zdrojích. Tímto tématem může být libovolný (reálný i abstraktní) subjekt či objekt (Melbourne, Victoria,...).
- ▶ Association (asociace, vazba) je hrana, které popisuje určitou vazbu mezi dvěma a více tématy (topics). Možnost identifikovat vícerozměrné vazby bez nutnosti vytvářet imaginární uzel je jednou z hlavních odlišností standardu ISO/IEC 132 50 od standardu W3C OWL/RDF.

- ▶ Occurrence (výskyt) odkazuje na určitý dokument, který pojednává o určitém tématu (topic).

Hlavní výhodou standardu Topic Maps (Mapy námětů) je možnost propojovat jednotlivé mapy námětů pomocí společných námětů (topics). Společné náměty se identifikují na základě tzv. Published Subject Indicators (PSI) - veřejných deskriptorů. Mapa námětů je uložena ve formátu XTM (topicmaps.org) tento formát je založen na standardu SGML a jeho struktura je podobná XML. Pro vizualizaci a zpracování map námětů existuje několik komerčních i OpenSource aplikací například TM4J (tm4j.org), OKS (ontopia.net) a další.

9.3.4 Ontologie

Znalost určité problematiky, domény je možné vyjádřit pomocí ontologie. (Wikipedia): „ontologie je výslovný (explicitní) popis určité problematiky. Je to formální a deklarativní reprezentace, která obsahuje glosář (definici pojmů) a tezaurus (definici vztahů mezi jednotlivými pojmy)“. Ontologie je slovníkem, který slouží k uchování a předávání znalosti týkající se určité problematiky.

Ontologie se používají v umělé inteligenci, sémantickém webu, softwarovém inženýrství a systémovém inženýrství jako datový model reprezentující určitou znalost nebo její část (Wikipedia). Datový model ontologie obecně obsahuje čtyři typy prvků: jedince, třídy, atributy a vazby.

- ▶ Jedinec je základní stavební objekt datového modelu ontologie. Jedincem může být konkrétní živý i neživý objekt (člověk, tabulka, molekula) nebo abstraktní objekt (číslo, pojem, událost). Třída je množina jedinců určitého typu. Podmnožinou třídy je podtřída. Třída může obsahovat zároveň jedince i podtřídy. Atribut popisuje určitou vlastnost, charakteristiku či parametr jedince. Každý atribut určitého

jedince obsahuje přinejmenším název a hodnotu a je určen pro uložení určité informace vztahující se k danému jedinci.

- ▶ Vazba jednosměrné, nebo obousměrné propojení dvou jedinců. Je možné říci, že vazba je určitým typem atributu, jehož hodnotou je jiný jedinec v ontologii.

RDF/OWL: OWL – Web Ontology Language (w3.org/OWL) je standard konsorcia W3C, který je nadstavbou nad dalším standardem tohoto konsorcia: RDF – Resource Description Framework (w3.org/RDF). RDF/OWL (Resource Description Framework s nadstavbou Web Ontology Language) je standard určený pro tvorbu ontologií. Tento standard je podporován například systémem Protégé.

9.3.5 Kriteria pro výběr vhodného modelu

Vhodnost určitého znalostního modelu pro určitou aplikaci lze posuzovat z různých hledisek. Pro tuto práci jsou nejdůležitější tato hlediska:

- ▶ vhodnost modelu pro zachycení určité znalosti,
- ▶ vhodnost modelu pro přenos znalostí,
- ▶ specifické vlastnosti modelu,
- ▶ účelnost a účinnost.

9.3.5.1 Vhodnost modelu pro zachycení určité znalosti

Znalosti lze obecně rozdělit na explicitní a implicitní. Pro potřebu klasifikovat znalostní modely, je však třeba použít podrobnější členění. Znalost je dle obecné definice znalosti informace, které vede k nulové entropii určitého subjektu při řešení určitého problému. Znalosti lze tedy dále dělit podle povahy problému, a typu subjektu, který daný problém řeší.

Problém může být dobře nebo špatně strukturovaný. Dobře strukturovaný problém může mít kvantitativní nebo kvalitativní parametry. Na základě

tohoto rozdělení je posuzována vhodnost znalostního modelu pro zachycení určité znalosti, viz tabulka 9.1.

Znalost	Explicitní		Špatně strukturovaný	Implicitní
	Dobře strukturovaný	Kvalitativní		
Problém				
Parametry	kvantitativní	Kvalitativní		
Příběh	x	x	x	x
Matematický model	x	x		
Znalostní mapa	x	x	x	
Ontologie		x	x	

Tabulka 3.1: Vhodnost znalostního modelu pro zachycení určité znalosti

Legenda: x - vhodný, x - vhodný za určitých podmínek

Příběh: příběh je nejstarším médiem, které je lidmi používáno pro zachycení a přenos znalostí. Jedná se o médium velmi flexibilní a lze prostřednictvím něj vyjádřit znalosti explicitní a za určitých podmínek i znalosti implicitní.

Znalosti implicitní lze v příběhu předat vyjádřením emocí, například obavy mohou vyjádřit určitou špatnou zkušenost (vlastní nebo přejatou), radost může vyjadřovat úspěšné dosažení určitého cíle atd.

Matematický model: použití matematického modelu je vhodné zejména pro vyjádření explicitní znalosti řešení dobře strukturovaného problému s kvantitativními parametry. Matematický model lze použít i u problémů s kvalitativními parametry, za předpokladu, že tyto parametry lze kvantifikovat.

Matematický model obecně nelze použít v případě špatně strukturovaných problémů. Hranice mezi dobře a špatně strukturovanými problémy je však neostrá, matematické modely se používají například pro předpověď počasí, což lze považovat za špatně strukturovaný problém. Na druhou stranu pro potřebu zpracování matematického modelu je třeba problém strukturovat, daný problém pak přestává být nestrukturovaným. Implicitní znalosti nejsou v matematickém modelu zahrnuty.

Znalostní mapa: znalostní mapa je vhodným médiem pro vyjádření explicitní znalosti řešení dobře strukturovaného problému. Ve znalostní mapě lze vyjádřit kvalitativní i kvantitativní parametry. Například u síťového grafu je existence hrany mezi dvěma uzly kvalitativním parametrem, který například vyjadřuje, že mezi dvěma body existuje určitá cesta. Dále je pak možné vyjádřit délku této cesty, což je parametr kvantitativní.

Znalostí mapu lze použít i v případě špatně strukturovaných problémů, pokud je znalostní mapa vypracována na určitém stupni zobecnění.

Ontologie: ontologie je vhodná pro vyjádření explicitní znalosti u dobře strukturovaných problémů s kvalitativními parametry. Vzhledem k tomu, že ontologie využívá omezený výčet vztahů mezi entitami (například užší/širší pojem, preferovaný pojem atd.), není vhodné používat ontologii pro prezentaci problémů s kvantitativními parametry. Ontologii lze použít i v případě špatně strukturovaných problémů, při dosažení určité míry zobecnění.

9.3.5.2 *Vhodnost modelu pro přenos znalostí*

V kapitole 4.4.2 jsou definovány tři základní typy přenosu znalostí, přenos znalostní prvního (člověk-člověk), druhého (člověk-počítač) a třetího (počítač-počítač) typu. Vhodnost jednotlivých typů modelů znalosti pro komunikaci prvního, druhého a třetího typu uvádí Tabulka 3.2. Převodem znalostí se nerozumí pouhý přenos znalostního modelu. Například, pokud je model znalosti ve formě příběhu, lze ho přenést mezi dvěma počítači například jako dokument, toto však není přenos znalosti. Přenos znalosti vyžaduje schopnost interpretovat danou znalost.

	Přenos znalostí:		
	prvního typu	druhého typu	třetího typu
Příběh	x		
Matematický model	x	x	x
Znalostní mapa	x	x	x
Ontologie	x	x	x

Tabulka 3.2: Vhodnost znalostního modelu pro přenos znalosti

Legenda: x - vhodný, x - vhodný za určitých podmínek

Příběh je určen a používán pro přenos znalostí prvního typu (člověk-člověk). Použití příběhu pro komunikaci druhého a třetího typu není možné, zatím neexistuje technologie

Matematický model lze použít při komunikaci prvního, druhého i třetího typu. Tato vlastnost je dána exaktností a univerzálností matematického jazyka. Matematický model je tak možné zpracovat a interpretovat bez ohledu na platformu, pouze s použitím adekvátních softwarových prostředků.

Znalostní mapa: znalostní mapu lze použít především při komunikaci prvního typu. Pro využití znalostní mapy při komunikaci druhého a třetího typu je třeba použít standardizovaný zápis. Tímto zápisem může být například formát XTM dle ČSN ISO/IEC 132 50.

Ontologie: ontologii lze stejně jako znalostní mapu použít při komunikaci prvního typu. Pro použití ontologie pro komunikaci druhého a třetího typu je třeba opět využít standardizovaný zápis. V případě ontologií je tímto zápisem formát RDF s nadstavbou OWL dle standardu W3C.

9.3.5.3 Specifické vlastnosti modelu

Každý z výše uvedených modelů znalosti má určité specifické vlastnosti. Některé z těchto vlastností mohou být zohledněny výše uvedenými kritérii některé nikoliv. Například: model lineárního programování umožňuje experimentovat s modelem a provádět simulace, Mapa námětů umožňuje

automaticky slučovat různé Mapy námětů a vytvářet různé pohledy pro různé uživatele tzv. Scopes.

9.3.5.4 Účelnost a účinnost

Modelování má smysl pouze tehdy, pokud je účelné a účinné. Vždy je potřeba zvážit, zda náklady na vytvoření určitého modelu nepřevýší výhody, které přinese jeho využívání. Z hlediska efektivního využití investic do vytvoření znalostního modelu je důležitá jeho opakovaná využitelnost (Reusability). Hlavní překážkou v opakovaném využívání modelu znalosti je zpravidla jeho inkompatibilita s dalšími řešeními. Riziko inkompatibility lze snížit použitím univerzálního jazyka, jakým je například matematika, nebo použitím standardu (ISO, W3C aj.).

9.4 Definice

Jako alternativa k předávání znalostí prostřednictvím znalostního systému je navržen proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti.

9.4.1 Komunikace prostřednictvím modelu znalosti

Komunikace je široký, nejednoznačný pojem. Pro potřeby definice komunikace prostřednictvím modelu znalosti je pojem komunikace chápán jako dorozumívání (Wikipedia) tedy: *„Dorozumívání (neboli komunikace) je sdělování informací, myšlenek, názorů, a pocitů mezi živými bytostmi, lidmi i živočichy obvykle prostřednictvím společné soustavy symbolů. Zvířata se dorozumívají různými signály (zvukovými, pachovými, tancem ap.), tzv. první signální soustava, což platí i pro lidi. Hlavním dorozumívacím prostředkem člověka však je jazyk a řeč, tzv. druhá signální soustava.“*

Komunikaci prostřednictvím modelu znalosti lze tedy chápat jako proces výměny znalostí mezi různými subjekty.

Z definice modelu znalosti: *„Model znalosti je záměrně zjednodušený obraz znalosti vytvořený za účelem jejího poznání, uchování nebo předání. Model znalosti může nabývat mnoha forem a podob.“* je patrné, že model znalosti je abstraktní objekt a jako takový se nemůže sám o sobě účastnit interakce se svým okolím. Může však být médiem, nosičem znalosti. Lidé si prostřednictvím modelu znalosti mohou předávat znalosti. Komunikaci prostřednictvím modelu znalosti lze tedy definovat následujícím způsobem:

Komunikace prostřednictvím modelu znalosti je takový proces přenosu znalostí mezi dvěma subjekty, kdy je znalost vyjádřena, uchována a předána prostřednictvím modelu znalosti.

9.4.2 Přenos znalostí

Během procesu komunikace prostřednictvím modelu znalosti dochází k přenosu dat, informací a znalostí. Tato disertační práce se zabývá přenosem znalostí. Komunikací se zabývá (Mikuláščík 2003), definuje komunikaci jako proces, během něhož jsou přenášeny data a informace mezi dvěma subjekty. V rámci tohoto procesu identifikuje následující prvky:

- ▶ Komunikátor: subjekt, který vysílá určitou zprávu.
- ▶ Komunikant: subjekt, který přijímá určitou zprávu.
- ▶ Komuniké: objekt komunikace – přenášená zpráva.
- ▶ Komunikační jazyk: jazyk, ve kterém je kódována přenášená zpráva.

Komunikace je proces, který se skládá ze tří fází:

- ▶ Kódování a odeslání zprávy: komunikátor formuluje zprávu, kóduje ji do určitého jazyka a odesílá komunikantovi prostřednictvím vhodného komunikačního kanálu.
- ▶ Příjem a dekódování zprávy: komunikant přijímá zprávu a dekóduje ji.
- ▶ Zpětná vazba: komunikant a komunikátor ověřují správnost přenosu zprávy.

Na základě rozlišení neuronální, abstraktní a digitální reprezentace znalosti je možné rozlišit tři typy přenosu znalostí, viz obrázek 9.3.

Přenos znalostí prvního typu: člověk-člověk



Přenos znalostí druhého typu: člověk-počítač



Přenos znalostí třetího typu: počítač-počítač



Obrázek 9.3: Typy přenosu znalostí

Vzhledem k tomu, že přenos znalostí druhého typu není symetrický z hlediska účastníků přenosu, existují dvě varianty tohoto přenosu v závislosti na směru přenosu znalostí. Uvedené typy přenosu znalostí odpovídají pojetí komunikace jako přenosu zprávy (Mikuláščík 2003). Definice přenosu znalostí dále vychází z *Obecné definice znalosti*.

9.4.2.1 Přenos znalostí prvního typu

K přenosu znalostí prvního typu dochází v mezilidské komunikaci. Necht' jsou **C1** a **C2** dva účastníci procesu přenosu znalosti: **C1** disponuje určitou znalostí a tuto znalost předává **C2**.

Fáze1: Převod neuronální reprezentace znalosti na abstraktní: Znalost, kterou má účastník **C1** je reprezentována prostřednictvím myšlenkové mapy (neuronální reprezentace znalosti). Aby **C1** byl tuto znalost schopen předat **C2**, je nutné, aby tuto neuronální reprezentaci znalostí převedl na abstraktní reprezentaci znalosti. K tomu **C1** může využít různých verbálních i

neverbálních prostředků, například mluveného slova, pohybů a posunků, diagramů či různých tónů.

Proces převodu neuronální reprezentace znalosti probíhá následujících způsobem: **C1** si vybavuje znalost – jsou stimulovány různé části mozku a **C1** částečně prožívá znovu to, co zažil při získání a používání znalosti, kterou chce nyní předat **C2**. Znalost obsahuje vědomé (explicitní) a nevědomé (implicitní) složky. Vědomé složky znalosti je schopen **C1** vědomě předat. Nevědomé složky znalosti není schopen **C1** předat vědomě, **C2** je však přesto může přijmout, pokud je **C1** nevědomě (nevědomky) vyjádří.

Na základě prožitků **C1** vytváří abstraktní model znalosti, a ten předkládá **C2**. Nevědomé složky znalosti nejsou zahrnuty do tohoto abstraktního modelu. Lidé v této fázi často vyjadřují emoce, které jsou s danou znalostí spojené (Koukolík 2005). Tato fáze odpovídá fázi komunikace: kódování a odeslání zprávy.

Fáze2: Převod abstraktní reprezentace znalosti zpět na neuronální: **C2** přijímá předložený abstraktní model a převádí ho na model neuronální. Pokud předávání znalosti probíhá správně, **C2** při zpracování abstraktního modelu prožívá ve zkratce to samé, co prožil **C1** při získávání a používání předávané znalosti. Na základě tohoto prožitku jsou stimulovány různé části mozku **C2** a tím se formuje myšlenková mapa znalosti. Ze způsobu, jakým dochází k převodu mezi abstraktním a neuronálním modelem je patrné, že převod je nepřesný. Abstraktní model znalosti neobsahuje implicitní složky znalosti. Druhá fáze přenosu znalostí odpovídá fázi komunikace: příjem a dekodování zprávy.

Fáze3: Ověření správnosti přenosu: K ověření správnosti přenosu dochází v průběhu přenosu a po jeho skončení. V závislosti na složitosti předávané znalosti a na schopnostech zúčastněných je těchto kontrol více nebo méně a probíhají s různou intenzitou. Pro kontrolu přenosu znalosti je klíčové, aby **C1** dokázal znalost rozpoznat. Toto je možné na základě Obecné definice

znalosti, kdy **C1** formuluje určitý problém a na základě tohoto problému testuje, zda **C2** disponuje potřebnou znalostí.

Druhou možností je provést kontrolu zpětným přenosem znalosti: v průběhu této kontroly dochází ke zpětné vazbě, kdy **C2** na základě rozpracovaného, či dokončeného neuronálního modelu znalosti vytváří její abstraktní model (viz fáze1) a ten předkládá **C1**. **C1** převádí abstraktní model znalosti **C2** na neuronální model znalosti **C1** (viz fáze2) a ten porovnává se svým neuronálním modelem znalosti. Na základě tohoto porovnání vyhodnocuje, zda se oba modely znalosti shodují, nebo nikoliv.

Fáze4: Oprava znalostního modelu: Na základě ověření správnosti přenosu znalosti může dojít k opravě abstraktního modelu znalosti (**C1** opraví svůj abstraktní model znalosti tak, aby ho mohl **C2** lépe zpracovat), nebo k tomu, že **C1** opraví svůj neuronální model dané znalosti na základě komunikace s **C2** a tím dále rozvine či zlepší svoji znalost.

9.4.2.2 Přenos znalostí druhého typu - varianta A

K přenosu znalostí druhého typu dochází v komunikaci mezi člověkem a počítačem. Necht' je **C1** lidský a **P1** počítačový účastník procesu přenosu znalosti. Varianta A nastává, když **C1** má určitou znalost a tuto znalost chce uložit v paměti **P1**.

Fáze1: Převod neuronální reprezentace znalosti na abstraktní: Znalost, kterou má účastník **C1** je reprezentována prostřednictvím myšlenkové mapy. Pokud chce **C1** předat tuto znalost **P1**, musí nejprve tuto neuronální reprezentaci převést na reprezentaci abstraktní. Toto je shodné s přenosem znalostí prvního typu. **C1** může vědomě externalizovat pouze explicitní znalost. Implicitní (tacitní) znalost může vyjádřit nevědomě, zpravidla však tato znalost není v abstraktním modelu znalosti zahrnuta.

Na rozdíl od přenosu znalostí prvního typu je však **C1** zpravidla více omezen výběr prostředků k vytvoření abstraktního modelu - například není vhodné

používat nonverbální prostředky apod. **C1** v této fázi může vyjádřit i emoce, které jsou s danou znalostí spojené. Na základě svých prožitků **C1** vytváří abstraktní model znalosti a ten předkládá **P1**. Tato fáze odpovídá fázi komunikace: kódování a odeslání zprávy.

Fáze2: Převod abstraktní reprezentace znalosti na digitální: **P1** přijímá předložený abstraktní model a převádí ho na model digitální. Pokud předávání znalosti probíhá správně, **P1** vytvoří digitální obraz abstraktního modelu tak, že při zpětném převodu vznikne abstraktní model zcela shodný s modelem původním. **P1** není schopen identifikovat implicitní složky znalosti, tyto složky však přesto mohou být v digitálním modelu znalosti zahrnuty, například díky vyjádření emocí. Tato fáze odpovídá fázi komunikace: příjem a dekodování zprávy.

Fáze3: Ověření správnosti přenosu: K ověření správnosti přenosu dochází po jeho skončení. V závislosti na složitosti předávané znalosti a na schopnostech **C1** probíhá kontrola s různou intenzitou. V průběhu kontroly dochází ke zpětné vazbě, kdy **P1** na základě digitálního modelu znalosti vytváří abstraktní model (viz fáze2) a ten předkládá **C1**. **C1** převádí abstraktní model znalosti na model neuronální a ten porovnává se svým původním neuronálním modelem znalosti.

Fáze4: Oprava znalostního modelu: Na rozdíl od přenosu prvního typu **C1** obdrží (pokud se nejedná o technickou závadu) zcela shodný abstraktní model, jako **P1** předal. **C1** opraví abstraktní model, pokud zjistí, že neuronální model vytvořený na základě abstraktního modelu se neshoduje s původním neuronálním modelem znalosti. Zároveň během této fáze může **C1** opravit svůj neuronální model znalosti, na základě uvědomění si nových souvislostí.

9.4.2.3 Přenos znalostí druhého typu – varianta B

K přenosu znalostí druhého typu dochází v komunikaci mezi člověkem a počítačem. Nechť je **C2** lidský a **P1** počítačový účastník procesu přenosu

znalosti. Varianta B nastává, když **C2** určitou znalost získává z paměti **P1**, tato znalost byla do paměti **P1** vložena člověkem **C1**.

Fáze1: Převod digitální reprezentace znalosti na abstraktní: Znalost je uložena v paměti **P1** v digitální podobě. V první fázi **P1** vytváří abstraktní model znalosti na základě její digitální reprezentace. Abstraktní model se může lišit v závislosti na profilu uživatele **C2**, který například definuje jazyk, kterým **C2** hovoří.

Fáze2: Převod abstraktní reprezentace znalosti na neuronální: **C2** přijímá předložený abstraktní model a převádí ho na model neuronální. Pokud předávání znalosti probíhá správně, **C2** při zpracování abstraktního modelu prožívá ve zkratce to samé, co prožil **C1** při získávání a používání předávané znalosti.

Na základě tohoto prožitku jsou stimulovány různé části mozku **C2** a tím se formuje myšlenková mapa znalosti. Na rozdíl od přenosu znalostí prvního typu, **C2** nemá možnost komunikovat s **C1**. **C2** tedy může přebírat nevědomé znalosti **C1** pouze tehdy, jsou-li součástí abstraktního modelu. Druhá fáze přenosu znalostí odpovídá fázi komunikace: příjem a dekodování zprávy.

Fáze3: Ověření správnosti přenosu: Při komunikaci druhého typu, variantě B nelze prakticky provádět zpětnou vazbu, pokud **P1** není schopen identifikovat znalost. Tato zpětná vazba může být do jisté míry realizována prostřednictvím kontrolních otázek, nicméně tato kontrola při současném stavu technologií v zásadě není průkazná.

Fáze4: Oprava znalostního modelu: **P1** není jako stroj schopen opravit znalostní model. K opravě znalostního modelu však může dojít, pokud ho opraví **V**. V tomto případě je však vhodné, aby tento proces obsahoval určitý kontrolní mechanismus. Například: **C2** navrhne změnu abstraktního modelu znalosti (a tím i její digitální reprezentace) tato změna je uložena v paměti **P1**. **C1** může tuto změnu následně přijmout, nebo odmítnou.

9.4.2.4 Přenos znalostí třetího typu

K přenosu znalostí třetího typu dochází mezi dvěma počítači. Necht' **P1** a **P2** jsou dva počítačové účastníci procesu přenosu znalostí. **P1** disponuje určitou znalostí a tuto znalost předává **P2**. V zásadě existují 3 varianty takového přenosu:

- ▶ Přenos znalostí beze změny formátu. Při takovém přenosu spolu komunikují dva počítače se shodnou softwarovou platformou. Během tohoto přenosu se vytváří kopie digitální reprezentace znalosti **P1** v počítači **P2**.
- ▶ Přímý export znalostí nebo přímý import znalostí. Při takovém přenosu spolu komunikují dva počítače s různou softwarovou platformou. Při přímém exportu je software počítače **P1** upraven tak, aby byl schopen digitální reprezentaci znalosti v sobě obsaženou převést do formátu, se kterým pracuje počítač **P2**. Při přímém importu je software počítače **P2** upraven tak, aby byl schopen importovat digitální reprezentaci znalosti ve formátu počítače **P1** a převést ji do formátu, se kterým bude schopen pracovat. Při přímém exportu nebo přímém importu může dojít ke zkreslení přenášené znalosti.
- ▶ Export a import znalostí přes třetí formát. Při takovém přenosu spolu komunikují dva počítače s různou softwarovou platformou. Software počítače **P1** upraven tak, aby byl schopen digitální reprezentaci znalosti v sobě obsaženou převést do formátu, z kterého je ji schopen **P2** importovat. Export a import znalostí přes třetí formát je variantou, která je nejnáchylnější k chybám při přenosu znalosti.

Fáze1: Export digitální reprezentace znalosti: Z **P1** je znalost exportována do formátu, se kterým pracuje **P2**. Při exportu znalosti do jiného formátu může dojít k jejímu zkreslení. Toto zkreslení může být například způsobeno tím, že výstupní formát nepodporuje některé funkce **P1**.

Fáze2: Import digitální reprezentace znalosti: **P2** přijímá znalost ve formátu **P1**, nebo v jiném formátu, se kterým dokáže pracovat. Při importu může dojít ke zkreslení znalosti, pokud **P2** interpretuje digitální model znalosti jiným způsobem než **P1**.

Fáze3: Ověření správnosti přenosu: K ověření správnosti přenosu dochází po jeho skončení. Kontrolu přenosu je možné provést dvěma způsoby:

- ▶ Zpětným přenosem od **P2** do **P1** a porovnáním obou digitálních reprezentací znalosti
- ▶ Kontrolou třetí strany – člověka. Necht' je tímto arbitrem **C1**. **P1** i **P2** na základě digitálního modelu znalosti vytváří abstraktní model a ten předkládají **C1**. **C1** převádí abstraktní modely na neuronální modely znalosti a vzájemně je porovnává. Na porovnání rozhoduje, zda byl přenos proveden správně či nikoliv.

Fáze4: Oprava znalostního modelu: Oprava digitálního znalostního modelu bývá komplikovanější, než tomu je v předchozích případech, je-li vůbec možná. Tato složitost vyplývá především z toho, že arbitr schopný rozhodnou o správnosti znalostního modelu, nebývá zároveň technicky vybavený k tomu, aby chybu opravil.

9.4.3 Vliv emocí a empatie na přenos znalostí

Emoce a empatie se většinou ve spojení se znalostními systémy, či znalostními modely nepoužívají. Soudobé počítače nejsou schopny s emocemi pracovat v tom smyslu, že by je byly schopny vnímat a cítit. Stejně tak nedosahují ničeho, co by bylo možné nazvat empatií, tedy schopnost vcítit se do role svého protějšku.

Emoce a empatie jsou však odedávna se znalostí spojované, jako příklad je možné uvést následující rozhovor, který vedli dne 30. 7. 2003 v Áyukusala Assama, Kananvila, na Srí Lance ctihodný Áyukusala Thera a Bhikkhu Hitakusala:

„...Máš-li někoho vést k pokroku v meditaci nebo zvládnání každodenního života, musíš mu empaticky naslouchat, vžít se do jeho prožívání, vědět, co prožíval. Samozřejmě musíš vědět, o čem konkrétním mluvíte, o jakých meditačních prožitcích, jakými významy si je označil a také jestli tam poznal souvislosti mezi jevy, mezi určitými prožitky. Pokud dotyčný označuje něco určitého, když nejasně říká, jednou že „to“ byla únava nebo uvolnění nebo pak „to“ byl klid, nebo „to“ bylo zklidnění a mír, nebo „tohle“ bylo „to“, tak ho opravíš podle toho, jestli používá konsekventně správné významy tak, aby se to vztahovalo na ty jevy, k jejichž identifikaci jste se tímto volným rozhovorem propracovali. Takže v diskusi s meditujícím dotyčného vedeš k tomu, aby měl jasno o významech, ty významy aby vztahoval na skutečnosti, pomáháš mu, aby si ve svém vybavování prožitků uměl uspořádat jevy, určité skutečnosti, a vedeš ho k tomu, aby se o nich vyjadřoval jasně, aby určité významy a označení určitých vztahů dával do jasných souvislostí. Při tom víš, kdy na čem pracuješ, zda na významech nebo na vztazích mezi jevy nebo na formulacích jazykovým uchopením jevů a významů. Toto vědět, toto umět rozlišovat, to je ta čtvrtá, patibhána-patisambhida nána²...“

Ve výše uvedeném rozhovoru je velmi dobře popsán vliv empatie a emocí na přenos znalostí. V tomto případě se jedná o proces, kdy jeden subjekt druhému subjektu předává určitou znalost, zejména mu však pomáhá převést implicitní složky znalosti na explicitní.

Emoce pomáhají vyjádřit implicitní znalosti. Aby druhý subjekt mohl emoce přijmout a vyhodnotit, je třeba, aby byl schopen empatie. Výše uvedený rozhovor se také svým způsobem dotýká disciplíny zvané koučování (Stacke 2005). K prohloubení znalosti jednoho subjektu v tomto případě dochází tak, že mu druhý subjekt pomůže uvědomit si nevědomé složky znalosti. Koučování je tedy disciplínou, které se nezakládá na přenosu znalostí mezi

² Patibhána-patisambhida nána je součástí vysvětlení 14 Buddhových vědění. (Poznámka autora)

subjekty (i když ho nevyklučuje), ale spíše na asistovaném převodu implicitních znalostí na explicitní.

Empatie, vcítění se do protějšku, je jednou z podmínek komunikace (Mikuláščík 2003). Podle vědeckých výzkumů uvedených např. (Koukolík 2005) tuto vlastnost má pouze člověk. Empatie pro člověka není vrozená, získává ji přibližně ve věku 4 let. Čtyřleté dítě je již schopné vcítit se do pozice druhé osoby. Toto je možné ověřit například pokusem. Před zraky dítěte je zinscenována hra se dvěma maňásky – Marií a Lucií, dvěma barevnými krabičkami a bonbónem. Marie si schová do zelené krabičky bonbón a odejde pryč. Mezitím přijde Lucie a bonbón přendá ze zelené krabičky do červené. Na otázku „Ve které z krabiček bude Marie hledat bonbón?“ čtyřleté či starší dítě odpoví: „V zelené.“. Mladší děti, nebo děti s narušením empatie standardně odpovídají „V červené.“, protože nejsou schopny rozlišit to, co viděli ony sami a to, co mohla vidět Marie.

Obdobné pokusy byly provedeny zvířaty. Na základě těchto pokusů bylo zjištěno, že zvířata empatie nejsou schopná. Empatie je klíčová pro komunikaci, protože umožňuje účastníkům dávat relevantní zpětnou vazbu. Někteří z autorů podmiňují komunikaci empatií a s ní spojenou zpětnou vazbou, z tohoto důvodu zastávají názor, že zvířata nekomunikují. Zajímavostí je, že tzv. „vlčí děti“ tedy lidé, kteří odmalička vyrůstali mimo lidskou společnost, mají narušenou schopnost empatie.

Při přenosu znalostí hraje empatie zásadní roli. Schopnost vcítit se do role protějšku je základní podmínkou pro vytvoření neuronální reprezentace znalosti na základě jejího abstraktního modelu a pro zpětnou vazbu. Bez schopnosti empatie nelze socializovat (Nonaka, Takeuchi 1995) implicitní složky znalosti. Schopnost empatie je tedy limitujícím faktorem pro přenos znalostí. Hovoříme-li o komunikaci se znalostním modelem, takto komunikace je možná pouze mezi účastníky schopnými vcítit se do svého protějšku.

Emoce: ačkoliv je znalost zdánlivě fenoménem mysli, hrají pocity – emoce při práci se znalostí důležitou roli. Pocity jsou mentální reprezentací fyziologických procesů (Koukolík 2005). Zesilují vliv situace, zvyšují míru učení, zvyšují pravděpodobnost, že obdobnou situaci bude možné předvídat. Emoce tedy posilují epizodickou složku znalosti, a prostřednictvím ní i sémantickou složku znalosti.

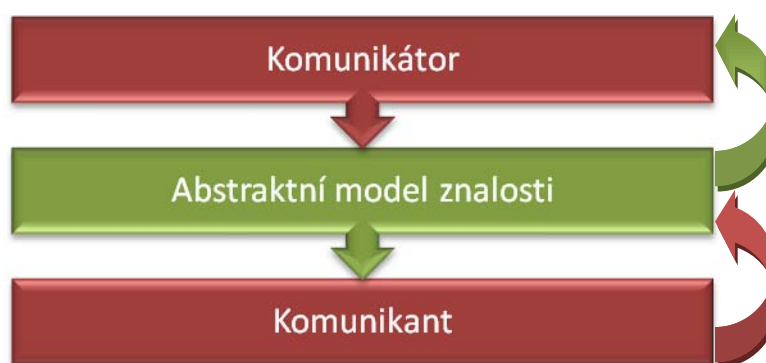
Emoce jsou mentální reprezentací fyziologických procesů. Je-li nevědomá znalost spojena s vývojově staršími částmi lidského mozku, projevuje se tato znalost jako pocity, tušení, nevyslovené obavy. Komunikací těchto pocitů, emocí je možné předat nevědomou znalost za předpokladu, kdy je příjemce této znalosti schopen empatie. Příjemce znalosti si je schopen představit tyto pocity, emoce a spojit je s určitou znalostí. Tento přenos však není dokonalý a je limitován schopností účastníků komunikace pocity a emoce vyjádřit a na druhé straně přijmout.

9.4.4 Komunikace prostřednictvím abstraktního modelu znalosti

Na základě definice procesu komunikace a na základě definice komunikace se znalostním modelem lze definovat proces komunikace prostřednictvím abstraktního modelu znalosti následovně:

Proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti je proces přenosu znalostí mezi dvěma subjekty prostřednictvím abstraktní reprezentace znalosti. Tento proces se sestává ze tří kroků: v prvním kroku komunikátor externalizuje znalost a vytváří abstraktní model znalosti, v druhém kroku komunikant interpretuje model znalosti a internalizuje znalost, třetím krokem je zpětná vazba – ověření správnosti přenosu znalosti.

Během komunikace prostřednictvím abstraktního modelu znalosti dochází k přenosu znalostí mezi dvěma subjekty prostřednictvím modelu znalosti. Komunikátorem nazýváme subjekt, který má určitou znalost (konzultant, expert, učitel atd.), kterou chce předat. Komunikantem nazýváme příjemce znalosti, kterým je rovněž subjekt. Přenášenou znalost nazýváme komunikát. Proces komunikace prostřednictvím abstraktního modelu znalosti má své uplatnění v případech kdy komunikátor a komunikant spolu komunikují přímo.



Obrázek 3.4 Proces komunikace prostřednictvím abstraktního modelu znalosti

Obrázek 3.4 uvádí schéma komunikace prostřednictvím abstraktního modelu znalosti. Komunikátor externalizuje znalost a vytváří tak abstraktní model znalosti. Komunikant internalizuje znalost obsaženou v abstraktním modelu znalosti a tímto vytváří nebo aktualizuje svůj neuronální model znalosti. Součástí procesu komunikace prostřednictvím znalostního modelu je zpětná vazba, která je činěna prostřednictvím znalostního modelu.

9.4.4.1 Exernalizace znalosti

Při externalizaci znalosti dochází k přenosu znalosti mezi komunikátorem a komunikantem, jedná se o přenos znalostí prvního typu. Komunikátor na základě neuronální reprezentace znalosti vytváří její abstraktní model. Klíčovým faktorem při externalizaci znalosti je výběr prostředků pro reprezentaci znalosti a možnost zpětné vazby. Je třeba mít v zřeteli, že komunikátor – expert na určitou problémovou oblast, doménu, nemusí být expertem na tvorbu abstraktního modelu znalosti.

9.4.4.2 Internalizace znalosti

Při internalizaci znalosti dochází k přenosu znalosti mezi komunikátorem a komunikantem, jedná se o přenos znalostí prvního typu. Komunikant interpretuje abstraktní model znalosti. Pokud jsou v modelu obsaženy emoce (a abstraktní model to zpravidla umožňuje) může interpretovat díky své schopnosti empatie i implicitní složky předávané znalosti. Na základě interpretace abstraktního modelu znalosti komunikant vytváří, či spíše aktualizuje³ svůj neuronální model znalosti.

9.4.4.3 Zpětná vazba

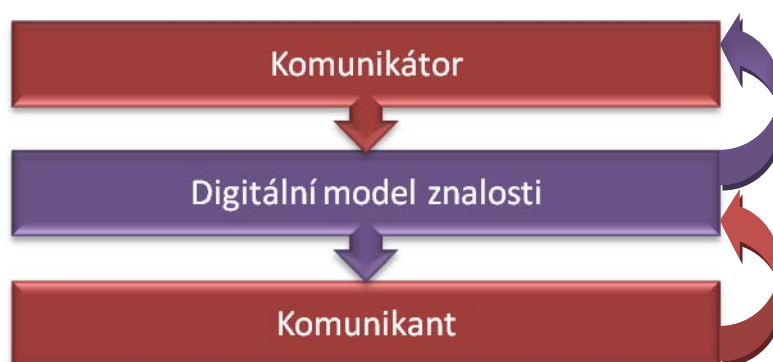
Během zpětné vazby dochází ke zpětnému přenosu znalosti mezi komunikátorem a komunikantem, tedy k přenosu znalostí prvního typu. Komunikant nejprve externalizuje znalost obsaženou ve svém aktualizovaném neuronálním modelu znalosti a vytváří nebo aktualizuje model znalosti.

9.4.5 Komunikace prostřednictvím digitálního modelu znalosti

Komunikace prostřednictvím modelu znalosti nevyklučuje využití znalostního systému v rámci této komunikace. Znalostní systém se v tomto případě hraje de facto roli digitálního modelu znalosti. Proces komunikace prostřednictvím digitálního modelu znalosti však nutně nevyžaduje, aby roli digitálního modelu znalosti zastával znalostní systém. Vycházíme-li z obecné definice znalosti, můžeme říci, že znalost je informace, která splňuje určité podmínky. V rámci komunikace prostřednictvím modelu znalosti tedy může být prostředníkem této komunikace informační systém. Lze říci, že znalostní systémy jsou podmnožinou znalostních systémů.

³ Komunikantova mysl zpravidla není „nepopsanou knihou“ a obsahuje určité výchozí penzum znalostí. (Poznámka autora)

Během komunikace prostřednictvím digitálního modelu znalosti dochází k přenosu znalostí mezi dvěma subjekty prostřednictvím informačního systému. Komunikátorem nazýváme subjekt, který má určitou znalost (konzultant, expert, učitel atd.), kterou vkládá do informačního systému. Komunikantem nazýváme příjemce znalosti, kterým je rovněž subjekt. Přenášenou znalost nazýváme komunikát. Proces komunikace prostřednictvím digitálního modelu znalosti má své uplatnění v případech kdy komunikátor a komunikant spolu nemohou komunikovat přímo, tato komunikace by byla příliš nákladná, nebo je důvodem snaha dlouhodobě uchovat určitou znalost.



Obrázek 9.5 Proces komunikace prostřednictvím digitálního modelu znalosti

Obrázek 9.5 uvádí schéma procesu komunikace prostřednictvím digitálního modelu znalosti, který je obdobou procesu komunikace prostřednictvím abstraktního modelu znalosti. Komunikátor externalizuje znalost a vytváří tak digitální model znalosti a ten vkládá do informačního systému. Komunikant internalizuje znalost obsaženou v informačním systému a tímto vytváří nebo aktualizuje svůj neuronální model znalosti. Součástí procesu komunikace prostřednictvím digitálního modelu znalosti je zpětná vazba, která může být činěna prostřednictvím informačního systému, v některých případech může být vhodné zpětnou vazbu provádět jiným způsobem.

9.4.5.1 Externalizace znalosti

Při externalizaci znalosti dochází k přenosu znalosti mezi komunikátorem a znalostním systémem, jedná se o přenos znalostí druhého typu – variantu A.

Komunikátor na základě neuronální reprezentace znalosti vytváří její abstraktní model a ten vkládá do informačního systému. Klíčovým faktorem při externalizaci znalosti jsou vlastnosti rozhraní informačního systému, které ovlivňují výběr prostředků pro reprezentaci znalosti a možnost zpětné vazby. Je třeba mít v zřeteli, že komunikátor – expert na určitou problémovou oblast, doménu, nemusí být expertem na tvorbu modelu znalosti a práci s informačním systémem. Z tohoto důvodu, je třeba, aby rozhraní informačního systému co nejvíce odpovídalo systému práce, na který je komunikátor zvyklý.

Tato potřeba je zesílena v případě, kdy externalizace znalosti je pro určitého experta jednorázovým či výjimečným úkonem. V takovém případě je na zvážení vložení mezičlánku – znalostního inženýra, který pomůže komunikátorovi úspěšně externalizovat znalost a vložit ji do informačního systému. Vlastní rozhraní informačního systému by mělo komunikátorovi dát co největší volnost v tom, jakým způsobem znalost externalizuje. Tato volnost se týká zejména použitých vyjadřovacích prostředků.

9.4.5.2 Internalizace znalosti

Při internalizaci znalosti dochází k přenosu znalosti mezi informačním systémem a komunikantem, jedná se o přenos znalostí druhého typu – variantu B. Rozhraní znalostního systému umožňuje komunikantovi přijmout abstraktní model znalosti, který vychází z její digitální reprezentace ve znalostním modelu. Stejně jako při externalizaci znalosti, i v tomto případě hraje zásadní roli rozhraní informačního systému. Toto rozhraní musí respektovat profil komunikanta. Tomuto profilu musí být přizpůsobeny vyjadřovací prostředky (vzhled, jazyk a forma podání) i ovládání informačního systému. V případech, kdy skupina komunikantů používajících informační systém je různorodá, je třeba personalizovat rozhraní informačního systému pro různé typy komunikantů.

Rozhraní informačního systému by komunikantovi mělo umožnit internalizovat znalost co nejjednodušším způsobem. Toho lze dosáhnout

maximálním přizpůsobením vyjadřovacích prostředků potřebám komunikanta.

9.4.5.3 Zpětná vazba

Obecně existují dvě varianty jak zabezpečit přímou zpětnou vazbu: přímou komunikací mezi komunikátorem a komunikantem (komunikace prostřednictvím abstraktního modelu znalosti) nebo obráceným přenosem znalosti prostřednictvím informačního systému. Přímá zpětná vazba je často náročným úkonem, zejména vzhledem k potenciálně velkému množství komunikantů. Z tohoto důvodu je často vhodné provádět zpětnou vazbu nepřímou, například pozorováním chování komunikanta a na základě toho odvozováním závěrů o úspěšnosti přenosu znalosti.

Přímá komunikace: Při přímé komunikaci dochází ke zpětnému přenosu znalosti mezi komunikátorem a komunikantem, tedy k přenosu znalostní prvního typu. Toto je možné uvést na příkladu dálkového studia, kdy pro přenos znalostí mezi komunikátorem a komunikantem je použit e-learningový systém a zpětná vazba se provádí ústním přezkoušením.

Obrácený přenos znalosti: Při obráceném přenosu znalosti mezi komunikátorem a komunikantem prostřednictvím informačního systému dochází nejprve k externalizaci znalosti komunikanta a jejímu uložení ve znalostním modelu, tedy komunikaci druhého typu – variantě A, a poté k internalizaci této znalosti komunikátorem, tedy komunikaci druhého typu – varianta B.

Nepřímá zpětná vazba: Nepřímou zpětnou vazbou je například test. Komunikantovi jsou pokládány otázky, tedy je postaven do určité problémové situace, kterou má řešit. Na základě odpovědí komunikanta komunikátor, nebo obecně hodnotitel, testuje komunikantovu znalost. V tomto případě komunikant ví o tom, že je jeho znalost hodnocena. V určitých případech toto může ovlivnit výsledky.

Jiným případem nepřímé zpětné vazby může být vyhodnocení chování komunikanta na základě pozorování. Toto pozorování může probíhat například sledováním práce komunikanta a vyhodnocováním jeho výsledků. K tomuto sledování může být například použit statistický modul webového portálu, software pro sledování práce uživatele na pracovní stanici, kamerový systém atd. V případě nepřímé zpětné vazby pozorováním komunikant zpravidla neví, že je sledován a je třeba zvážit etičnost tohoto postupu.

9.5 Metodika komunikace prostřednictvím modelu znalosti

Komunikace prostřednictvím modelu znalosti je proces. Během tohoto procesu dochází k externalizaci znalosti určitého subjektu ve formě abstraktního nebo digitálního modelu znalosti a následné internalizace znalosti obsažené v tomto modelu znalosti stejným, nebo dalším subjektem. Obrázek 9.6 uvádí tento proces z pohledu reprezentace znalosti, hledisko subjektu není zahrnuto. Metodika komunikace prostřednictvím modelu znalosti nerozlišuje, zda se jedná o komunikaci prostřednictvím abstraktního nebo digitálního modelu znalosti.



Obrázek 9.6: Proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti z pohledu reprezentace znalosti

Z hlediska určitého subjektu se proces komunikace se znalostním modelem podobá procesu akčního výzkumu (Checkland 1981). Během procesu akčního výzkumu je analyzována určitá problémová situace s cílem nalézt cestu k jejímu zlepšení. V oblasti akčního výzkumu nehovoříme o řešení problému. Během tohoto procesu akčního výzkumu jsou identifikovány dílčí kroky, které mohou vést ke zlepšení problémové situace. Tyto dílčí kroky pak lze chápat jako úlohy, které podle povahy problému mohou mít řešení optimální, kompromisní, dostatečně dobré atd. Během procesu hledání cesty ke zlepšení problémové situace, implementace dílčích kroků a testování výsledků dochází

k rozvoji tzv. systémového myšlení, které lze následně aplikovat při zlepšování dalších problémových situací.

Cílem procesu komunikace prostřednictvím modelu znalosti je zpravidla nalezení řešení určitého problému nebo nalezení cesty ke zlepšení problémové situace. Specifikem tohoto procesu je fakt, že komunikátor, který má znalosti nutné pro vyřešení určitého problému či zlepšení problémové situace, a komunikant, který se daný problém řeší či se nachází v dané problémové situaci, jsou dva rozdílné subjekty. Obecně nelze předpokládat přímou spolupráci těchto dvou subjektů při řešení problému či zlepšování problémové situace. Při návrhu metodologie komunikace se znalostním modelem je nutné vycházet z toho, že komunikátor i komunikant pracují samostatně. Proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti se sestává ze tří kroků:

- ▶ externalizace znalosti a vytvoření modelu znalosti,
- ▶ interpretace modelu znalosti a internalizace znalosti,
- ▶ zpětná vazba, kdy je ověřována správnost přenosu znalosti.

Komunikátor se aktivně účastní druhého a v určitých případech i třetího kroku. Komunikant se aktivně účastní prvního a třetího kroku.

9.5.1 Externalizace znalosti a vytvoření modelu znalosti

Komunikátor má znalosti potřebné pro vyřešení určitého problému či zlepšení určité problémové situace. Tuto znalost externalizuje tak, že vytváří určitý abstraktní nebo digitální model znalosti. Externalizaci znalosti a vytvoření modelu znalosti předchází rozhodnutí externalizovat znalost prostřednictvím modelu znalosti.

Navrhovaný proces externalizace znalosti a vytvoření modelu znalosti se skládá ze čtyř kroků:

- ▶ **V prvním kroku** komunikátor analyzuje problém či problémovou situaci. Komunikátor není řešitelem tohoto problému či problémové situace. Je třeba, aby provedl analýzu z pohledu komunikanta, který řešitelem problému či problémové situace je. Analýza problému či problémové situace by měla dát odpovědi na otázky: CO? – definice úlohy, KDO? – identifikace řešitele, PROČ? – definice cílů, KDY? – definice podmínek, za jakých je model znalosti použit. Při analýze problému, který řeší jiný subjekt je nutné, aby komunikátor měl schopnost empatie, jinak se není schopen vcítit do role komunikanta.
- ▶ **Ve druhém kroku** se komunikátor rozhoduje, zda znalost externalizovat prostřednictvím modelu znalosti nebo jiným způsobem. Kritéria pro toto rozhodnutí mohou být subjektivní, hlavní důraz by však měl být na kritérium efektivity vynaložených prostředků. Stanovení kritéria efektivity je rovněž subjektivní, porovnává však zpravidla náklady nutné na vytvoření znalostního modelu a přínosy v porovnání s jinými variantami. Rozhodne-li se komunikátor znalost reprezentovat prostřednictvím modelu znalosti, vybírá vhodný abstraktní nebo digitální model. Hlavními kritérii jsou povaha problému, schopnost komunikanta pracovat s určitým znalostním modelem a kritérium efektivity nákladů na vytvoření znalostního modelu. Volba vhodného modelu znalosti je odpovědí na otázku: „JAK?“.
- ▶ **Ve třetím kroku** komunikátor vytváří abstraktní nebo digitální model znalosti. Dochází k externalizaci znalosti komunikátora, tedy k přenosu znalostí prvního nebo druhého typu. Podle zvoleného typu modelu znalosti může komunikátor do modelu zahrnout nevědomé složky znalosti. Tyto implicitní složky znalosti může komunikátor vyjádřit prostřednictvím emocí.

- ▶ **Ve čtvrtém kroku** komunikátor experimentuje s modelem znalosti a dále ho upravuje. Během tohoto procesu dochází ke zpřesnění modelu znalosti i k prohlubování znalosti komunikátora. K prohlubování znalosti dochází uvědoměním si nových souvislostí v průběhu testování znalostního modelu a uvědoměním si nevědomých složek znalosti.

9.5.2 Interpretace znalostního modelu a internalizace znalosti

Komunikant řeší určitý problém či je vystaven určité problémové situaci. K úspěšnému vyřešení daného problému nebo ke zlepšení dané problémové situace potřebuje určitou znalost. Ta je reprezentována abstraktním nebo digitálním modelem znalosti, který vytvořil komunikátor. Modelů znalosti však může být k dispozici více. Interpretaci modelu znalosti a internalizaci znalosti předchází rozhodnutí, zda a který znalostní model použít. Toto rozhodnutí činí komunikant na základě své potřeby vyřešit určitý problém nebo zlepšit určitou problémovou situaci.

Navrhovaný proces interpretace znalostního modelu a internalizace znalosti se skládá ze čtyř kroků.

V prvním kroku komunikant analyzuje problém či problémovou situaci. Výsledkem analýzy by mělo být zodpovězení následujících otázek: CO? – definice úlohy, PROČ? – definice cílů, KDY? – definice omezujících podmínek. Pokud je komunikant schopen zodpovědět i otázku JAK? – definovat způsob řešení problému či zlepšení problémové situace, nepotřebuje další znalost a pokračuje čtvrtým krokem. Pokud tuto otázku nedokáže zodpovědět, nebo si není jist správností odpovědi, potřebuje doplňující znalost a pokračuje druhým krokem.

Ve druhém kroku komunikant volí způsob získání potřebné znalosti. Hledá dostupné zdroje. Modely znalosti hodnotí podle toho, do jaké míry odpovídají řešenému problému a jak náročné je určitý model interpretovat. Toto hodnocení je subjektivní. Pro výběr správného modelu znalosti je rozhodující

míra shody komunikátorova popisu problému s představou komunikanta a to jak zvolená forma modelu odpovídá schopnostem komunikanta.

Ve třetím kroku komunikant interpretuje model znalosti a internalizuje znalost. Znalost obsaženou v modelu znalosti porovnává se svými znalostmi a zkušenostmi. Komunikant zpravidla nemá možnost ověřit si, zda znalost interpretuje správným způsobem. V tom mu může pomoci jeho schopnost empatie. Komunikant je schopen vcítit se do role komunikátor a díky tomu je schopen lépe porozumět modelu znalosti a v případě, jsou v modelu znalosti zachyceny i emoce, odhalit i implicitní složky znalosti. Výsledkem procesu internalizace znalosti je tedy znalost nová, která je sjednocením znalosti komunikanta a znalosti, kterou od komunikátora převzal prostřednictvím modelu znalosti.

Ve čtvrtém kroku komunikant řeší problém či zlepšuje problémovou situaci. U dobře strukturovaných problémů se komunikant zpravidla dokáže rozhodnout, zda problém vyřešil „správně“, u špatně strukturovaných problémů zda dosáhl dostatečně dobrého řešení, v případě problémové situace zda dosáhl jejího zlepšení. Toto rozhodnutí však nemusí být jednoznačné a lze ho považovat za subjektivní.

To, že komunikant nevyřeší problém uspokojivým způsobem nebo, že nezlepší problémovou situaci uspokojivým způsobem, může mít například tyto příčiny:

- ▶ komunikant zvolil nevhodný model znalosti, například z důvodu, že vhodný model znalosti neexistuje,
- ▶ komunikant zvolil vhodný znalostní model, ale špatně ho interpretoval, nepodařilo se mu internalizovat implicitní a explicitní znalost v něm obsaženou,
- ▶ problém nemá řešení, respektive problémovou situaci nelze zlepšit.

Bez toho, aby byla odhalena příčina případného neúspěchu, nelze dosáhnout dalších znalostí, které mohou vést, k vyřešení problému nebo ke zlepšení problémové situace v dalších krocích. Identifikace příčin neúspěchu umožňuje komunikantovi získat novou znalost. Stejně tak je důležité identifikovat příčiny úspěchu. Úspěchu je možné například dosáhnout i tak, že komunikant zvolí nevhodný znalostní model, špatně ho interpretuje a „náhodou“ se mu podaří problém vyřešit správně nebo zlepšit problémovou situaci. Co je však nejdůležitější, při řešení problému získává komunikant nové zkušenosti a znalosti. Tyto zkušenosti a znalosti je vhodné sumarizovat a následně využívat při řešení dalších problémů a při pokusech zlepšit další problémové situace.

9.5.3 Zpětná vazba

Při komunikaci prostřednictvím modelu znalosti komunikant de facto používá znalost komunikátora při řešení určitého problému či ve snaze zlepšit určitou problémovou situaci. Tím získává komunikant zkušenosti a nové znalosti. Model znalosti je třeba upravovat a dále rozvíjet. Pro rozvoj modelu znalosti komunikátor nutně potřebuje zpětnou vazbu od komunikanta, aby mohl do modelu zapracovat znalosti a zkušenosti získané z praktické aplikace modelu znalosti.

Komunikace prostřednictvím modelu znalosti znamená symbiotický vztah mezi komunikantem a komunikátorem. Při řešení problému, respektive zlepšování problémové situace je komunikant do jisté míry závislý na komunikátorovi, při rozvoji a aktualizaci modelu znalosti je komunikátor do jisté míry závislý na zkušenostech a znalostech komunikanta získaných v praxi.

Pro realizaci zpětné vazby je důležité si uvědomit, že při komunikaci prostřednictvím modelu znalosti jde zpravidla o vztah 1:N (1 komunikátor, N komunikantů). Méně častými případy jsou vztah 1:1, případně vztah N:N kdy se na tvorbě znalostního modelu podílí více komunikátorů. Volba způsobu

realizace zpětné vazby (odpověď na otázku JAK?) toto musí zohlednit. Dalšími kritérii mohou být například odpovědi na otázky:

- ▶ KDO je komunikant, jaké má schopnosti?
- ▶ PROČ co zpětná vazba může přinést pro rozvoj znalostního modelu?
- ▶ KDY jaká je časová náročnost určitého kanálu pro zpětnou vazbu?
- ▶ KDE jaké nástroje jsou k dispozici?
- ▶ CO je předmětem zpětné vazby?

9.6 Rekapitulace výsledků disertační práce

Cílem disertační práce bylo zaměřit se na systémové aspekty problémové situace v oblasti reprezentace, uchovávání a sdílení znalostí prostřednictvím ICT, identifikovat příčiny současných problémů a navrhnout proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti jako alternativu, která může vést ke zlepšení této problémové situace.

V současné době neexistuje všeobecně uznávaná definice pojmu znalost. Toto zjištění, které vyplynulo z literárního přehledu, mělo zásadní dopad na celou disertační práci a její výsledky. Aby bylo možné definovat pojmy model znalosti a komunikace prostřednictvím modelu znalosti, bylo nutné nejprve definovat pojem znalost, alespoň pro potřeby této disertační práce. Následně byl definován pojem model znalosti a proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti. Aby bylo možné tento proces aplikovat a ověřit v praxi, byla navržena metodika komunikace prostřednictvím modelu znalosti.

9.6.1 Překážky v masivnějším rozšíření znalostních systémů

Masivnějšímu rozšíření stávajícího způsobu reprezentace, uchovávání a sdílení znalostí prostřednictvím znalostních systémů, stojí v cestě určité bariéry. Tyto bariéry nejsou však na straně ICT, zejména umělé inteligence, které již dnes umožňují reprezentovat znalost dostatečně dobrým způsobem. Za hlavní bariéry lze označit:

- ▶ Nepružnost znalostních systémů ke změnám, která je dána zejména pevným provázáním způsobu reprezentace znalosti ve znalostním systému s jeho strukturou.
- ▶ Úzké zaměření znalostních systému, jak z hlediska okruhu řešených problémů, tak z hlediska okruhu uživatelů systému, které je dáno zejména vysokou náročností procesu tvorby znalostního systému.
- ▶ Vysoké náklady na zprovoznění a údržbu znalostního systému a dlouhá doba vývoje znalostního systému.

9.6.2 Obecná a speciální definice pojmu znalost

Pro potřeby této disertační práce byl definován pojem znalost. Definice tohoto pojmu vychází z předpokladu, že sama znalost definice pojmu znalost je obecně tacitní – protože lidé jsou schopni identifikovat znalost přesto, že dosud neexistuje explicitní definice tohoto pojmu.

Obecná definice znalosti:

„Znalost je informace, která způsobuje nulovou entropii svého příjemce při řešení určitého problému.“

Ačkoliv obecná definice znalosti reflektuje definice uvedené v literárním přehledu, vychází především z rozboru způsobu, jakým lidé identifikují znalost. Z obecné definice znalosti vyplývá, že znalost vede k deterministickému chování. Lze říci, že toto odpovídá realitě, respektive tomu, jakým způsobem je znalost aplikována při řešení problému. Člověk, který disponuje komplexní znalostí určitého problému, postupuje při jeho opakovaném řešení stejným způsobem.

Lze vznést oprávněnou námitku, že člověk nikdy nejedná zcela stejně. Na tuto námitku lze uvést argument, že jistá míra nepředvídatelnosti v lidském jednání je dána způsobem, jakým je znalost uchovávána v lidském mozku (Koukolík 2005). Neurony, respektive jejich synapse, které vytvářejí „mapu“ znalosti, v této práci nazývanou „neuronální model znalosti“, nefungují deterministicky. Signály, které vysílají, jsou spíše „fuzzy“ a navíc jsou ovlivněny aktuálním stavem lidského organismu. Dalším argumentem může být poznatek, že ačkoliv lidé nejednají deterministicky, navzájem od sebe deterministické jednání očekávají. Lze tedy říci, že ačkoliv chování znalce vykazuje jistou míru nepředvídatelnosti, očekává se od něj, že bude přesný a exaktní. Lidé tedy de facto považují znalost za informaci, která způsobuje nulovou entropii svého příjemce při řešení určitého problému.

Speciální definice znalosti:

„Určitý subjekt disponuje znalostí, pokud je schopen s nulovou entropií rozhodnout, která z možných variant řešení určitého dobře strukturovaného problému je optimální. Podle povahy problému optimální varianta může být právě jedna, alespoň jedna či optimální nemusí být žádná z možných variant.“

Problémem obecné definice pojmu znalost je její obecnost, což je zároveň hlavní výhodou této definice. Vzhledem k tomu, že existuje potřeba identifikovat znalost, bylo třeba navrhnout definici, která by znalost umožnila znalost exaktně měřit. Vzhledem k tomu, že znalost slouží k řešení problémů různých typů, existují z hlediska měřitelnosti různé typy znalosti. Identifikovat znalost, která přispívá ke zlepšení problémové situace, je samo o sobě problémovou situací. Identifikovat znalost, která slouží k řešení špatně strukturovaného problému, je špatně strukturovaný problém atd.

Exaktně měřitelná je tedy pouze znalost, která se vztahuje k dobře strukturovaným problémům. Proto byla navržena Speciální definice znalosti, která se vztahuje právě na tuto oblast. Na základě této definice lze využít Shannonovou teorii informace analogicky pro identifikaci znalosti například v oblasti vzdělávání.

9.6.3 Definice modelu znalosti

Model znalosti je tedy záměrně zjednodušený obraz znalosti, který slouží k jejímu poznání, uchování nebo předání. Model znalosti může nabývat mnoha forem a podob.

Pro potřeby této práce byl model znalosti definován jako reprezentace znalosti. Tato definice vychází z definice pojmu model a Obecné definice znalosti. Byla rozlišena neuronální reprezentace znalosti jako forma, ve které je znalost uchována v lidském mozku, abstraktní reprezentace znalosti, jako forma, kterou používají lidé v přímé komunikaci a digitální reprezentace znalosti jako forma, ve které je znalost uložena v informačních a komunikačních technologiích. Toto rozlišení je důležité pro definici procesu

komunikace prostřednictvím modelu znalosti, kdy dochází k transformaci mezi různými reprezentacemi znalosti. V práci jsou dále popsány vybrané modely znalosti a jejich vlastnosti.

9.6.4 Komunikace prostřednictvím modelu znalosti

Komunikace prostřednictvím modelu znalosti je takový proces přenosu znalostí mezi dvěma subjekty, kdy je znalost vyjádřena, uchována a předána prostřednictvím modelu znalosti.

Komunikace prostřednictvím znalostního modelu je definována jako proces. Tento proces je alternativou ke stávajícím způsobu reprezentace, uchování a výměny znalostní prostřednictvím znalostních systémů. Na základě vlastností různých účastníků procesu komunikace prostřednictvím modelu znalosti jsou definovány tři typy přenosu znalostí. Hlavním důvodem proč jsou rozlišeny, je změna způsobu reprezentace znalosti (neuronální, abstraktní, digitální) během přenosu znalosti mezi účastníky procesu komunikace a možné odchylky, které s touto změnou mohou nastat.

Disertační práce se dále zabývá vlivem emocí a empatie na přenos znalosti, zejména jejich implicitních složek. Dále je rozlišena komunikace prostřednictvím abstraktního modelu znalosti a komunikace prostřednictvím digitálního modelu znalosti. Komunikace prostřednictvím neuronálního modelu znalosti se neuvažuje vzhledem k tomu, že spadá spíše do oblasti parapsychologie případně paranormálních jevů.

9.6.5 Metodika komunikace prostřednictvím modelu znalosti

Proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti se sestává ze tří kroků:

- ▶ *externalizace znalosti a vytvoření modelu znalosti,*
- ▶ *interpretace modelu znalosti a internalizace znalosti,*
- ▶ *zpětná vazba, kdy je ověřována správnost přenosu znalosti.*

Pro usnadnění případného praktického ověření komunikace prostřednictvím modelu znalosti v praxi, je navržena metodika tohoto procesu. Proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti je navržen jako cyklus, který se skládá ze tří výše uvedených kroků. Každý krok je dále podrobně popsán a rozdělen na dílčí kroky. Metodika je navržena tak, aby vedla ke splnění hlavního cíle komunikace prostřednictvím modelu znalosti: uchovat, předat a následně verifikovat/zlepšovat znalost.

9.7 Diskuse

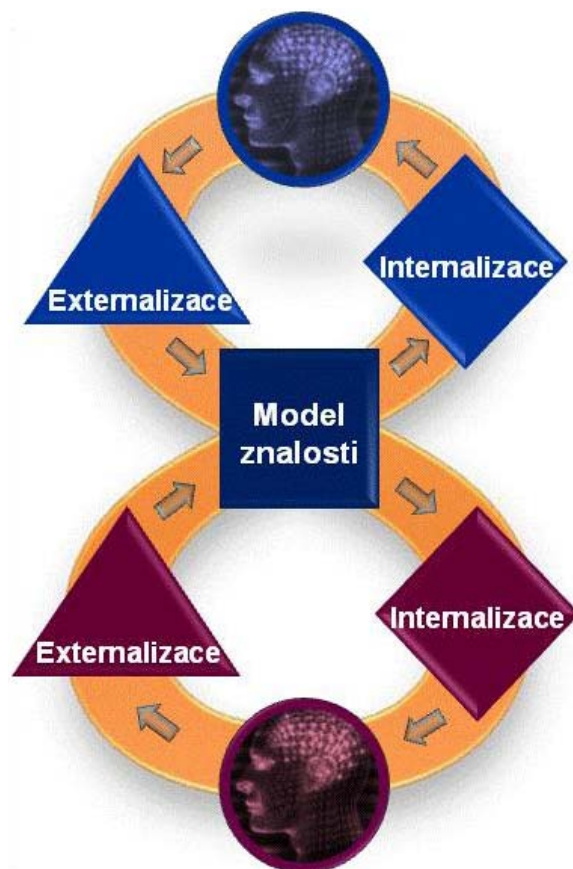
Komunikace prostřednictvím modelu znalosti je proces. Během procesu komunikace prostřednictvím modelu znalosti je využívána znalost jednoho subjektu (komunikátora) druhým subjektem (komunikantem) pro řešení určitého problému či zlepšení určité problémové situace. Aplikováním znalosti obsažené v modelu v praxi získává komunikant nové poznatky a znalosti.

Komunikace prostřednictvím modelu znalosti je alternativou ke stávajícímu způsobu reprezentace, uchovávání a sdílení znalostí prostřednictvím znalostních systémů. Tato alternativa reaguje na bariéry uvedené v kapitole 9.6.1 následujícím způsobem:

- ▶ Komunikace prostřednictvím modelu znalosti je pružná ke změnám, protože komunikátor může zvolit prakticky libovolný model znalosti.
- ▶ Pro komunikaci prostřednictvím modelu znalosti není třeba vytvářet znalostí systém, stačí pouze využít vhodné ICT. Rozsah řešené problémové oblasti je tedy omezen pouze schopnostmi a znalostmi komunikátora respektive komunikátorů, pokud je jich více.
- ▶ Při komunikaci prostřednictvím modelu znalosti lze „začít s málem“, protože se jedná o přístup a proces, nikoliv o software či systém. V případě aplikace v oblasti, kde typicky není dostatek financí ani času SME, lze okruh řešených problémů i okruh uživatelů průběžně zvyšovat. I v případě oblastí kde je dostatek času i peněz, je vhodné nejprve zavést proces a následně po odladění procesu zavádět např. znalostní systém.

O komunikaci prostřednictvím modelu znalosti hovoříme v případě, kdy si komunikátor a komunikant vzájemně předávají znalost pomocí modelu znalosti. Toto platí pro přenos znalosti komunikátora komunikantovi i pro zpětnou vazbu, kdy komunikant předává komunikátorovi svoje poznatky a

znalosti získané aplikaci znalosti obsažené v modelu. Proces komunikace se prostřednictvím modelu znalosti uvádí obrázek 9.7.



Obrázek 9.7: Proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti

legenda: nahoře komunikátor, dole komunikant

Klíčovým přínosem komunikace prostřednictvím modelu znalosti je fakt, že model znalosti je sám o sobě nositelem znalosti. Zatímco ve znalostních systémech je znalost poměrně složitým způsobem reprezentována několika spolupracujícími moduly (znalostní bází, inferenčním modulem, vysvětlovacím modulem atd.), model znalosti je autonomní. Model znalosti může být vložen do informačního systému, uložen na datovém nosiči či vytištěn na papíru bez toho, aby ztratil svoji hodnotu. Komunikace prostřednictvím modelu znalosti je díky tomu oproti předávání znalostí prostřednictvím znalostního systému významně flexibilnější.

9.7.1 Přínosy komunikace prostřednictvím modelu znalosti

Výhodou komunikace se prostřednictvím modelu znalosti je fakt, že překovává určité bariéry v mezilidské komunikaci, zejména:

- ▶ Prostor – v době internetu a moderních komunikačních technologií lze k modelu znalosti přistupovat prakticky z kteréhokoliv místa na zemi, dokonce i z míst mimo ni.
- ▶ Čas – znalost je v modelu znalosti uchována. Lze ji tedy využívat, i když její původní nositel již například nežije.
- ▶ Jazyk – model znalosti může být nezávislý na jazyce. Znalost lze tedy předat, i když komunikátor a komunikant nemluví společným jazykem.

Komunikace prostřednictvím modelu znalosti je zároveň alternativou ke stávajícímu způsobu předávání znalostí prostřednictvím ICT, zejména znalostních systémů.

9.7.2 Omezení komunikace prostřednictvím modelu znalosti

Nevýhodou komunikace prostřednictvím modelu znalosti je fakt, že klade určité nároky na komunikátora i komunikanta, zejména:

- ▶ komunikátor musí být schopen externalizovat znalost a vyjádřit ji pomocí znalostního modelu,
- ▶ komunikant musí být schopen interpretovat znalostní model a internalizovat znalost jím vyjádřenou,
- ▶ komunikant i komunikátor musí být schopni využívat informační a komunikační technologie (ICT), při vytváření a interpretaci znalostního modelu.

9.7.3 Podmínky komunikace prostřednictvím modelu znalosti

Uvedené výhody a nevýhody komunikace prostřednictvím modelu znalosti určují situace, ve kterých je možné tento způsob přenosu znalostí efektivně využít. Jsou to situace, kdy:

- ▶ Komunikátor a komunikant spolu nemohou komunikovat napřímo, nebo by to bylo příliš nákladné, například protože jsou od sebe vzdáleni, mluví jiným jazykem atd.
- ▶ Znalost komunikátora je specifická natolik zásadní, že je ji třeba uchovat, například pro případ jeho odchodu z určité společnosti.
- ▶ Jeden komunikátor předává znalost takovému množství komunikantů, že není efektivní, aby ji předával přímo.
- ▶ Na vytváření znalosti se zároveň podílí několik komunikátorů, znalostní model je v tomto případě „fúzním centrem“, které využívá synergického efektu spolupráce více komunikátorů.

Podmínkou pro správné fungování komunikace je to, aby znalostní model a jeho rozhraní odpovídali potřebám komunikanta a komunikátora a povaze komuniké. Z tohoto důvodu je důležité, aby:

- ▶ charakteristiky komunikátora (jazyk, terminologie, nástroje, znalosti atd.) a povaha komuniké na vstupu modelu znalosti byli známé již při návrhu struktury modelu a jeho rozhraní směrem ke komunikátorovi,
- ▶ charakteristiky komunikanta (jazyk, znalosti, kulturní/společenské zázemí atd.) a komuniké na výstupu modelu znalosti byli známé při tvorbě struktury modelu a jeho rozhraní směrem ke komunikantovi,
- ▶ komuniké bylo formulováno komunikátorem s přihlédnutím k charakteristikám komunikanta.

9.8 Závěr

Cílem disertační práce bylo zkoumat systémové aspekty problémové situace v oblasti reprezentace, uchovávání a sdílení znalostí prostřednictvím ICT a navrhnout proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti jako alternativu, která může vést ke zlepšení této problémové situace. Tento cíl byl dále rozdělen na dílčí cíle:

- ▶ *Identifikovat problémy v oblasti reprezentace, uchovávání a předávání znalostí prostřednictvím ICT, zejména znalostních systémů.*
- ▶ *Identifikovat možné příčiny těchto problémů.*
- ▶ *Navrhnout proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti jako alternativní způsob reprezentace, uchovávání a předávání znalostí prostřednictvím ICT,*
- ▶ *Navrhnout metodiku komunikace prostřednictvím modelu znalosti.*

Pro zkoumání systémových aspektů výše uvedené problémové situace byl použit multidisciplinární přístup studenta oboru Systémové inženýrství na Provozně ekonomické fakultě České zemědělské univerzity v Praze. Přesto, že hlavní důraz je kladen na oblast ICT a systémových přístupů, dotýká se disertační práce i dalších oblastí – stavbou lidského mozku, rolí emocí v mezilidské komunikaci atd. Tento přístup byl zvolen, protože současný stav v oblasti reprezentace, uchovávání a předávání znalostí byl označen za problémovou situaci. Pro problémové situace je typické, že nemají pevně dané hranice a multidisciplinární přístup vyžadují. Lze konstatovat, že hlavní cíle disertační práce byly naplněny následujícím způsobem:

První a druhý dílčí cíl: identifikovat problémy v oblasti reprezentace, uchovávání a předávání znalostí prostřednictvím ICT a jejich příčiny

Výše uvedené problémy jsou popsány v literárním přehledu, zejména v podkapitole 8.4.8 *Problémy a omezení znalostních systémů*, kde jsou shrnuty. Tyto problémy jsou doplněny ve výsledcích disertační práce v úvodu kapitoly

9 Komunikace prostřednictvím modelu znalosti a shrnuty v podkapitole 9.6.1 Překážky v masivnějším rozšíření znalostních systémů.

Třetí dílčí cíl: definovat proces komunikace prostřednictvím modelu znalosti jako alternativní způsob reprezentace, uchování a předávání znalostí prostřednictvím ICT

Komunikace prostřednictvím modelu znalosti je definována jako proces přenosu znalostí mezi dvěma subjekty, kdy je znalost vyjádřena, uchována a předána prostřednictvím modelu znalosti v podkapitole *9.4.1 Komunikace prostřednictvím modelu znalosti*. Následující kapitoly rozvádí systémové aspekty tohoto procesu.

Čtvrtý dílčí cíl: navrhnout metodiku komunikace prostřednictvím modelu znalosti

Metodika komunikace prostřednictvím modelu znalosti je navržena a uvedena v kapitole *9.5 Metodika komunikace prostřednictvím modelu znalosti*.

Lze konstatovat, že cíl disertační práce byl splněn. Nad rámec tohoto cíle byly formulovány obecná a speciální definice znalosti. Formulování těchto definic však bylo nevyhnutelné, pokud primární cíl disertační práce měl být splněn.

10 Reference

- BASDEN, A.: Three levels of Benefits in Expert Systems. *In Expert Systems*. 1994 vol. 11, no. 2, p. 99-107
- BRICHČÍN, M.: Lidská mysl, mozek a vnější prostředí. *In Československá psychologie*. 1996, vol. 40, no. 4 p. 273-292
- DIENES, Z., PERNER, J.: A Theory of Implicit and Explicit Knowledge. *In Behavioural and Brain Sciences*. 1999 vol. 22, no. 5, p. 775-776
- DUPAČOVÁ, J.: *Lineární programování*. Praha : SPN, 1982
- <http://www.britannica.com/>
- FENSEL, D., VAN NATMELEN, F.: A comparison of languages which operationalise and formalise KADS models of expertise. *in The Knowledge Engineering Review*. 1994 vol. 9, p 105-146
- FLYVBJERG, B.: Five Misunderstandings About Case Study Research. *In Qualitative Inquiry*. 2006 vol. 12, no. 2, p. 219-245
- GAMBLE, P., R., BLACKWELL, J.: *Knowledge management*. London : Kogan Page, 2001, ISBN 0-749-43649-2
- GIARRATANO, J., RILEY, G.: *Expert Systems: Principles and Programming*. Boston : Course Technology Prt, 2004, ISBN 0-534-38447-1
- HAVLÍČEK, J.: Preludia ke znalostem. *In Scientia Agriculturae Bohemica*. 2006 vol. 37, Special Issue, p. 14-15
- HAYKIN, S.: *Neural Networks – a Comprehensive Foundation*. New Jersey : Prentice Hall, 1998, ISBN 0-132-73350-1
- HOUŠKA, M., BERÁNKOVÁ, M.: Benefits of elementary knowledge concept for individual leasing: pilot survey. *In Efficiency and Responsibility In Education, proceedings of papers*, Praha 30th May – 1st June 2007. Ed. HAVLÍČEK et. al. Praha : Czech University of Life Sciences, 2007, p. 87-92 ISBN 978-80-213-1649-2
- HERGENHAHN, B. R., OLSON, M. H.: *An Introduction to Theories of Learning*. New Jersey : Prentice-Hall College Div., 1997, ISBN 0-132-41787-1
- CHECKLAND, P. B.: *Systems Thinking, Systems Practice*. New York : John Wiley & Sons, 1981, ISBN 0-471-98606-2
- JIRKŮ, P., KELEMEN, J.: *Kapitoly z kognitivní vědy – racionalita z hlediska chování, jazyka a logiky*. Praha, VŠE, 1996, ISBN 80-7007-074-5
- JONÁK, Z.: Informace stárnou, teorie přežívají. *In IKAROS*. 1997 vol. 1, n. 8. (on-line <http://www.ikaros.cz/node/116>)
- KOUKOLÍK, F.: *Mozek a jeho duše*. Praha : Galén, 2005, ISBN 80-7262-314-1

- KUHN, T., S.: *Struktura vědeckých revolucí*. Praha : Oikoymenh, 1997, ISBN 80-86005-54-2
- KUNNATHUR, A., S., SAMPATH, S., SUNDARARAGHAVAN, P., S.: Dynamic Rescheduling of a Job Shop: A Simulation Study. *In Simulation Conference proceedings*. Coronado May 1996, University of Toledo, 1996, p. 1091-1098, ISBN 0-7803-3383-7
- LEONDES, T. C.: *Knowledge-Based Systems: Techniques and Applications*. Burlington : Academic Press, 2000, ISBN 0-124-43879-2
- MIKULÁŠTÍK, M.: *Komunikační dovednosti v praxi*. Praha : Grada, 2003, ISBN 80-247-0650-4
- MOTTA, E.: Trends in Knowledge Modelling: Report on the 7th KEML workshop. *In The Knowledge Engineering Review*. 1997 vol. 12, no. 2, p. 209-217
- MURRAY, J.: Interview: What is meaning-based computing? *In the IT Week*. URL <http://www.itweek.co.uk/itweek/analysis/2162661/interview-meaning-computing>
- NONAKA, I. TAKEUCHI, H.: *The Knowledge-Creating Company*. New York : Oxford University Press, 1995, ISBN: 0-195-09269-4
- POLÁK, J., MERUNKA, V., CARDA, A.: *Umění systémového návrhu*. Praha : Grada, 2003, ISBN 80-247-0424-2
- PŘIKRYL, M.: Kortikální reprezentace emocí. *In Neurologie pro praxi*. 2004 vol. 5, no. 4, p. 211-213
- RICH, E., KNIGHT, K.: *Artificial intelligence*. New York : McGraw Hill, 1991, ISBN 0-070-52263-4
- ROTHENBERG, J.: The nature of modeling. *In Artificial intelligence, simulation and modeling*. New York : John Wiley and Sons, 1989, p. 75-92, ISBN 0-471-60599-9
- RUSSEL, S., NORVIG, P.: *Artificial Intelligence*, New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 2003, ISBN 0-13-080302-2
- SEARLE, J., *Minds, Brains, and Science*. Cambridge : Harvard University Press, 1984, ISBN 0-674-57633-0
- SHANNON, C., E., A Mathematical Theory of Communication. *In The Bell System Technical Journal*. 1948 vol. 27, July and October, p. 379-423 and 623-656
- SCHREIBER, A., T. et al.: Analysis and implementing VT using Common KADS. *In Proceedings of the 8th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-Based System Workshop*. Ed. SCHREIBER, BIRMINGHAM, Banff January 30th - February 4th 1994, SRDG Publications, University of Calgary, Alberta, 1994, p. 44.1-44.29
- SIMON, H. A.: The Structure of Ill-Structured Problems. *In Complex Information Processing Papers*. 1st April 1973, Carnegie Mellon University 1973, (on-line <http://diva.library.cmu.edu/webapp/simon/>)
- STACKE, E.: *Koučování pro manažery a firemní týmy*. Praha : Grada, 2005, ISBN 80-247-0937-6

SUROWIECKY, J.: *The wisdom of crowds*. New York : Anchor books, 2005, ISBN 0-385-72170-6

Šubrt, T., Brožová, H., Znalostní mapy a matematické modelování. In *Efficiency and Responsibility In Education, proceedings of papers*, Praha 30th May – 1st June 2007. Ed. HAVLÍČEK et. al. Praha – Czech University of Life Sciences, 2007, p. 188-194, ISBN 978-80-213-1649-2

<http://www.topicmaps.org/xtm.index.html>

TRUNEČEK, J.: *Znalostní podnik ve znalostní společnosti*. Praha : Professional publishing, 2003, ISBN 80-86419-35-5

TURBAN, E. et. al.: *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. New Jersey : Prentice-Hall, Inc., 2004, ISBN 0-13-046106-7

TWARDOWSKI, K.: Imageries and Concepts. In *Selected philosophical writings*. Warszawa : PWN, 1965, p. 114-197 (from polish philosophy page on-line
<http://www.fmag.unict.it/~polphil/polphil/Tward/TwardImagText.html>)

ZÍSKAL, J.: *Systémová analýza a modelování I*. Praha : CREDIT Praha, 1998, ISBN 80-213-0371-9

Vlček, J.: *Znalostní inženýrství*. Praha : ČVUT, 2003, ISBN 80-903298-0-2

VOPĚNKA, P.: *Horizonty nekonečna*. Praha : Vize 97, 2004, ISBN 80-86181-66-9

WIDMAN, L. E., LOPARO, K. A., NIELSEN, N. R.: *Artificial Inteligence, Simulation & Modeling*. New York : John Wiley and Sons, 1989, ISBN 0-471-60599-9

<http://cs.wikipedia.org/wiki/>

<http://www.w3.org/2004/OWL/>

<http://www.w3.org/RDF/>

Publikace autora s přímou vazbou k tématu disertační práce

NEČAS, M., ŠPLÍCHAL, J.: Calibrate: cesta k sémantické interoperabilitě popisů výukových pomůcek. In *Efficiency and Responsibility In Education, proceedings of papers*, Praha 30th May – 1st June 2007. Ed. HAVLÍČEK et. al. Praha : Czech University of Life Sciences, 2007, p. 161-167, ISBN 978-80-213-1649-2

NEČAS, M.: Intelligent interface of knowledge models. In *Mathematical Methods in Economics 2003 proceedings of Abstracts*, Praha : Czech University of Agriculture Prague, 2003, p. 58, ISBN: 80-213-1047-2

Další publikace autora

NEČAS, M. NEVŘIVOVÁ, P.: Metodologie využití geografických aplikací v kombinaci s vícekritériální analýzou variant při optimalizaci pobočkové sítě. In *Systémové přístupy 2003*, Ed. ROSICKÝ, A., MILDEOVÁ, S. Praha : Oeconomica, 2003, p. 153-160, ISBN 80-245-0641-6

NEČAS, M., PATKA, J., PELIKÁN, M.: Nástroj pro hodnocení studentů distančního vzdělávání. *In eLearning ve vysokoškolském vzdělávání 2003, sborník příspěvků*, Ed. ZIMOLA, B., Zlín : Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2003, p. 165-169, ISBN: 80-7318-138-X

NEČAS, M., PATKA, J., PELIKÁN, M.: The student E-assessment tool. *in Information and Communication Technology in Education Proceedings*, Ostrava : University of Ostrava, 2003, p. 142-147, ISBN 80-7043-888-0

KUČERA, P., NEČAS, M.: Generování matematických úloh pro distanční vzdělávání. *In EDMAN 04*, Brno : EVIDA, 2004, p. 165-175, ISBN: 80-86596-50-8

NEČAS, M., PELIKÁN, M., KUČERA, P.: E-Learning system for distance study of mathematical methods. *In Information and Communication Technology in Education 2004*, Rožnov pod Radhoštěm : University of Ostrava, 2004, p. 110-114, ISBN: 80-70420-993-3

NEČAS, M.: Orientace distribuční sítě na zákazníky. *In Sborník příspěvků z doktorandského semináře*, Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze - PEF, 2004, p. 75, ISBN: 80-213-1150

KUČERA, P., NEČAS, M.: Utilisation of mathematical exercises generators in distance teaching. *In Efficiency and Responsibility in Education 2004 proceedings of papers*, Kostelec nad Černými Lesy : Česká zemědělská univerzita v Praze - PEF, 2004, p. 112-116 ISBN: 80-213-1175-4

NEČAS, M., JURÁNEK, J.: Zavádění přístupu Critical Chain do procesů v podniku. *In PRONT 04*, Plzeň : EVIDA, 2004, p. 45-51, ISBN 80-86596-54-0