

# OBSAH

<b>I. ODDÍL ZÁKLADNÍ POJMY A PŘÍSTUPY FORMÁLNÍ REPREZENTACE ZNALOSTÍ.....</b>	<b>13</b>
<b>1 ZNALOSTI V UMĚLÉ INTELIGENCI (LUKASOVÁ, HABIBALLA) .....</b>	<b>14</b>
1.1 Znalosti a jejich formální reprezentace .....	14
1.1.1 Znalosti .....	15
1.1.2 Reprezentace znalostí a znalostní inženýrství .....	16
1.1.3 Jazyk formalizace znalostí .....	17
1.1.4 Znalosti o znalostech, formální ontologie .....	18
1.1.5 Sémantika a ontologie .....	19
1.2 Koncept a konceptualizace .....	19
1.2.1 Paradigma způsob vidění modelovaného světa .....	20
1.2.2 Objektové versus konceptové vidění světa .....	20
1.2.3 Konceptově orientovaný přístup reprezentace znalostí .....	21
1.2.4 Extenzionální a intenzionální sémantika konceptu .....	22
1.3 Epistemologie a formalizace ontologie .....	22
1.4 Formální dedukce a její automatizace .....	23
1.4.1 Sémantický a formální princip dedukce .....	24
1.4.2 Přímé a nepřímé formální důkazy .....	26
1.4.3 Sémantická korektnost a úplnost formálního systému .....	27
1.5 Dvě z nejužívanějších metod formální dedukce .....	27
1.5.1 Rezoluční důkazy .....	27
1.5.2 Tablové důkazy .....	28
1.5.3 Příklad rezolučního a tablového důkazu logického důsledku .....	30
1.6 Pravdivost tvrzení v uzavřeném světě .....	32
1.6.1 Uzavřený svět a princip negace selháním .....	33
1.6.2 Omezená použitelnost CWA .....	37
1.7 Monotónnost / nemonotónnost formální dedukce .....	37
1.8 Všeobecně sdílené znalosti .....	38
<b>II. ODDÍL REPREZENTACE ZNALOSTÍ V NĚKTERÝCH NETRADIČNÍCH FORMÁLNÍCH SYSTÉMECH .....</b>	<b>41</b>
<b>2 DESKRIPTIVNÍ LOGIKA (LUKASOVÁ, VAJGL) .....</b>	<b>42</b>
2.1 Konceptově orientované jazyky a deskripční logika .....	42
2.1.1 Asociativní sítě, rámce a konceptové jazyky .....	42
2.1.2 Deskripční logika a logika prvního řádu .....	43
2.1.3 Některé implementace deskripční logiky .....	43
2.2 Jazyky deskripční logiky .....	44
2.2.1 Jazyky $L_{DL}$ a $L_{DL1}$ deskripční logiky .....	44
2.2.2 Syntax jazyka deskripční logiky .....	44
2.2.3 Sémantika jazyka deskripční logiky .....	46
2.2.4 Subsumpce konceptů, hierarchie, konceptový svaz .....	47

<b>2.3</b>	<b>Znalostní báze v deskripční logice.....</b>	<b>49</b>
2.3.1	Terminologické znalostní systémy .....	49
2.3.2	Znalostní báze v DL, DL1 .....	49
2.3.3	TBoxy znalostních bází .....	50
2.3.4	ABoxy znalostních bází .....	50
<b>2.4</b>	<b>Rozhodování v deskripční logice DL, DL1 .....</b>	<b>53</b>
2.4.1	Splnitelnost konceptu a znalostní báze .....	54
2.4.2	Rozhodování splnitelnosti a subsumpce konceptů .....	55
2.4.3	Logický důsledek znalostní báze .....	56
2.4.4	Sémantické tablo v deskripční logice DL .....	56
<b>2.5</b>	<b>Částečně rozhodnutelná deskripční logika DL1 .....</b>	<b>60</b>
2.5.1	Očekávané vlastnosti sémantiky jazyka $L_{DL1}$ .....	60
2.5.2	Modifikovaná sémantika $\forall R.C$ v deskripční logice DL1 .....	61
2.5.3	Přepisovací pravidla negací konceptů $\exists R.C$ a $\forall R.C$ v DL1 .....	63
2.5.4	Tablový rozhodovací algoritmus v DL1 .....	64
2.5.5	Tablové rozhodování splnitelnosti znalostní báz v DL1 .....	66
2.5.6	Tablové důkazy logické platnosti a logického důsledku v $L_{DL1}$ .....	67
2.5.7	Závěry o rozhodnutelnosti deskripční logiky DL .....	73
<b>2.6</b>	<b>Gentzenovské důkazy v deskripční logice DL1 .....</b>	<b>73</b>
2.6.1	Tablový důkaz a duální gentzenovský důkaz .....	73
2.6.2	Generování gentzenovských teorií .....	76
<b>2.7</b>	<b>Závěry k deskripční logice DL1.....</b>	<b>78</b>
<b>3</b>	<b>MODÁLNÍ K-LOGIKA (LUKASOVÁ).....</b>	<b>80</b>
<b>3.1</b>	<b>Syntax jazyka <math>L_K</math> .....</b>	<b>80</b>
<b>3.2</b>	<b>Sémantika jazyka <math>L_K</math>.....</b>	<b>81</b>
3.2.1	Sémantika možných světů .....	81
3.2.2	Pravdivost a splnitelnost formulí modální logiky $K$ .....	82
<b>3.3</b>	<b>Formální systém výrokové modální K-logiky .....</b>	<b>84</b>
3.3.1	Axiomy modálních logik .....	84
3.3.2	Odvozovací pravidla modální logiky .....	86
3.3.3	Sémantická korektnost a úplnost modální logiky $K$ .....	87
<b>3.4</b>	<b>Sémantické tablo modální K-logiky .....</b>	<b>88</b>
3.4.1	Indexování možných světů a tablová odvozovací pravidla .....	88
3.4.2	Příklady modálních tablových důkazů .....	89
3.4.3	Další odvozovací pravidla .....	92
<b>3.5</b>	<b>Závěry k modální logice <math>K</math>.....</b>	<b>94</b>
<b>4</b>	<b>NEMONOTÓNŇÍ LOGIKY (LUKASOVÁ, VAJGL).....</b>	<b>95</b>
<b>4.1</b>	<b>Nemonotónní budování teorie nad znalostní bází.....</b>	<b>95</b>
4.1.1	Monotónnost budování teorie v systémech logiky prvního řádu .....	95
4.1.2	Charakteristické vlastnosti monotónních formálních systémů .....	97
4.1.3	Nemonotónnost teorií .....	99
<b>4.2</b>	<b>Vývoj nemonotónních přístupů formální dedukce .....</b>	<b>99</b>
4.2.1	Dva způsoby nemonotónní modifikace logiky prvního řádu .....	100
4.2.2	Reiterova modifikace default odvozovacími pravidly .....	100
4.2.3	Modifikace rozšířením jazyka v autoepistemické logice .....	103

4.2.4	Další možnosti modifikace rozšířením jazyka .....	104
4.2.5	Nemonotónnost založená na dědičnosti a specifičnosti předpokladů .....	106
<b>4.3</b>	<b>Formalizace teorie v nemonotónních systémech .....</b>	<b>108</b>
4.3.1	Význam konzistence v nemonotónních systémech .....	108
4.3.2	Konzistence z formálního hlediska .....	108
4.3.3	Budování teorií v nemonotónních systémech .....	111
4.3.4	Požadované vlastnosti nemonotónních systémů generujících teorie .....	112
4.3.5	Formalizace default teorie .....	113
4.3.6	Reiterova default-negace .....	114
<b>4.4</b>	<b>Default důkazy jako argumenty .....</b>	<b>116</b>
<b>4.5</b>	<b>Závěry k nemonotónnosti .....</b>	<b>122</b>
4.5.1	Přeferenční versus vysvětlovací přístup .....	122
4.5.2	Bochmanova zobecněná default relace důsledku .....	122
<b>5</b>	<b>FUZZY LOGICKÉ SYSTÉMY (HABIBALLA) .....</b>	<b>124</b>
<b>5.1</b>	<b>Klasická a fuzzy matematika .....</b>	<b>124</b>
5.1.1	Myšlenka fuzzy modelování .....	124
<b>5.2</b>	<b>Struktury pravdivostních hodnot pro fuzzy logické systémy .....</b>	<b>127</b>
5.2.1	Fuzzy množina .....	127
5.2.2	Základní fuzzy množinové operace .....	128
<b>5.3</b>	<b>Vícehodnotová logika .....</b>	<b>131</b>
5.3.1	Jazyk fuzzy logiky prvního řádu .....	131
5.3.2	Interpretace jazyka .....	132
<b>6</b>	<b>NEKLAUZULÁRNÍ FORMÁLNĚ LOGICKÉ SYSTÉMY (HABIBALLA) .....</b>	<b>135</b>
<b>6.1</b>	<b>Klauzulární rezoluce .....</b>	<b>135</b>
6.1.1	Rezoluční princip ve formálním usuzování .....	135
6.1.2	Klauzulární rezoluce a logické programování .....	144
<b>6.2</b>	<b>Neklauzulární rezoluce ve dvouhodnotové logice .....</b>	<b>144</b>
6.2.1	Strukturální analýza formule .....	144
6.2.2	Omezení unifikace proměnných .....	148
6.2.3	Obecná rezoluce pro logiku prvního řádu .....	149
<b>6.3</b>	<b>Neklauzulární rezoluce v deskripční logice .....</b>	<b>149</b>
6.3.1	Vnořené strukturální definice .....	150
6.3.2	Neklauzulární rezoluce pro deskripční logiku (GRDL) .....	152
<b>6.4</b>	<b>Neklauzulární rezoluce pro fuzzy logiku .....</b>	<b>152</b>
<b>6.5</b>	<b>Deskripční logika a rezoluce .....</b>	<b>156</b>

### **III. ODDÍL FORMÁLNÍ REPREZENTACE SÉMANTICKY STRUKTUROVANÝCH ZNALOSTÍ .....**

#### **7 REPREZENTACE ZNALOSTÍ V ASOCIATIVNÍCH SÍTÍCH (LUKASOVÁ) 160**

<b>7.1</b>	<b>Syntax jazyka asociativních sítí .....</b>	<b>160</b>
7.1.1	Atomická tvrzení sítě .....	160
7.1.2	Jazyk asociativních sítí .....	163

7.2	Znalostní báze .....	164
7.3	Sémantika jazyka asociativních sítí .....	166
7.3.1	Denotační sémantika .....	166
7.3.2	Sémantická strukturovanost asociativní sítě .....	167
7.3.3	Pravdivost báзовých vektorů a sítí .....	167
7.3.4	Splnitelnost a platnost univerzálních sítí .....	168
7.3.5	Negace v asociativní sítí .....	168
7.4	Odvozování ze znalostníchází .....	170
7.4.1	Sémantická korektnost a úplnost odvozování v asociativních sítích .....	172
7.5	Řešení logických hádanek asociativními sítěmi .....	173
7.6	Návazností na asociativní sítě .....	176
<b>8</b>	<b>REPREZENTACE ZNALOSTÍ KONCEPTUÁLNÍMI GRAFY (LUKASOVÁ) .....</b>	<b>178</b>
8.1	Sowovy konceptuální grafy .....	178
8.1.1	Koncepty a jejich vztahy .....	179
8.1.2	Hierarchie typů a ontologie v konceptuálních grafech .....	183
8.1.3	Konceptový svaz .....	185
8.1.4	Znalostní báze .....	186
8.2	Konceptuální grafy a predikátová logika .....	186
8.3	Závěry o konceptuálních grafech .....	187
<b>9</b>	<b>SÉMANTICKÝ WEB (LUKASOVÁ) .....</b>	<b>188</b>
9.1	Univerzální informační prostor webu .....	188
9.2	Od syntaktického k sémantickému webu .....	188
9.2.1	Konsorcium W3C a jeho cíle .....	188
9.2.2	Web jako aplikace nad internetem .....	189
9.3	Idea a realizace sémantického webu .....	189
9.3.1	Vývoj popisu významu dat .....	191
9.3.2	Strojově srozumitelné informace, všobecně sdílená terminologie .....	191
9.3.3	Ontologie .....	193
<b>10</b>	<b>FORMÁLNÍ ONTOLOGIE (LUKASOVÁ, TELNAROVÁ) .....</b>	<b>195</b>
10.1	Od formátů výměny znalostí k ontologiím .....	195
10.1.1	Etapy vývoje ontologií .....	196
10.1.2	Reprezentace sémantické struktury domény třídami, stromy a svazy .....	197
10.1.3	Aristotelova a další stromové reprezentace kategorií .....	197
10.2	Mapy témat – Topic Maps (TM) .....	201
10.3	Ontologie a vize sémantického webu .....	202
10.3.1	Strojová čitelnost metadat webových dokumentů .....	202
10.3.2	Intenzionální definice sémantiky formálního jazyka .....	203
10.3.3	Sémantická strukturovanost doménových znalostí .....	203
10.3.4	Ontologie a informační / znalostní systémy .....	204

<b>10.4</b>	<b>Znalosti a ontologie</b>	<b>205</b>
10.4.1	Problémová nezávislost znalostí	205
10.4.2	Konceptuální úroveň modelování zájmové domény	206
10.4.3	Zamýšlená interpretace a možné světy	206
10.4.4	Od konceptualizace k implementaci báze znalostí	208
<b>10.5</b>	<b>Ontologická konceptualizace</b>	<b>210</b>
10.5.1	Ontologie, paradigma, abstrakce, metamodel, jazyk	210
10.5.2	Vlastnosti jazyka ontologické konceptualizace	213
10.5.3	Modelování datových schémat versus ontologické modely	214
<b>10.6</b>	<b>Současné pojetí a přístupy formální ontologie</b>	<b>216</b>
10.6.1	Trojí význam pojmu ontologie	216
10.6.2	Typy a hierarchie ontologií	217
10.6.3	Přístupy k doménové formální ontologii	219
<b>10.7</b>	<b>Formální konceptová analýza a formální ontologie</b>	<b>220</b>
10.7.1	Formální konceptová analýza dat	220
10.7.2	Formální koncept v daném kontextu	220
10.7.3	Uzávěrové vlastnosti konceptů	222
10.7.4	Konceptové grafy FCA	223
10.7.5	Dolování znalostí z konceptových svazů	228
10.7.6	Generátor konceptů	230
<b>10.8</b>	<b>Konceptově orientovaný datový model</b>	<b>230</b>
10.8.1	Konceptově orientované paradigma a model	230
10.8.2	Relační, objektově a konceptově orientovaný model	231
10.8.3	Syntax a sémantika konceptově orientovaného modelu	231
10.8.4	Konceptualizace zájmové domény	232
<b>10.9</b>	<b>Lexikální přístup k tvorbě ontologií</b>	<b>236</b>
10.9.1	Extrakce termínů a konceptů z textu	236
10.9.2	Extrakce taxonomických a jiných vztahů	237
<b>10.10</b>	<b>Formální ontologická analýza</b>	<b>237</b>
10.10.1	Filosoficko-lingvistické pojetí formální ontologie	237
10.10.2	Návrh formální ontologické analýzy Guarina a Weltyho	238
10.10.3	Meta-vlastnosti a jejich reprezentace	239
10.10.4	Definice meta-vlastností a jejich vztahů	239
10.10.5	Strukturální versus nestrukturální vlastnosti	244
10.10.6	Metodologie ontologické konceptualizace	244
10.10.7	Klasifikace druhů ontologických vlastností	245
10.10.8	Stratifikace	249
<b>10.11</b>	<b>Ontologie vyšších úrovní</b>	<b>252</b>
10.11.1	Obecnost a specifčnost v kontextu	252
10.11.2	Specifikace obecných kategorií	254
10.11.3	Obecná ontologie vyšší úrovně Russela a Norviga	255
10.11.4	Formát výměny znalostí KIF (Knowledge Interchange Format)	260
10.11.5	Soubor návrh ontologie nejvyšší úrovně	261
10.11.6	Obecný ontologický jazyk GOL (General Ontological Language)	264
10.11.7	CYC ontologie	265
10.11.8	WordNet	267
10.11.9	SUMO ontologie	268
10.11.10	Wikipedia a sémantika webových znalostí	268
<b>10.12</b>	<b>Shrnutí a závěry k ontologiím</b>	<b>269</b>

<b>11</b>	<b>MODELY A JAZYKY (NEJEN) PRO SÉMANTICKÝ WEB (LUKASOVÁ, TELNAROVÁ)</b>	<b>272</b>
<b>11.1</b>	<b>Obecný datový model RDF</b>	<b>272</b>
11.1.1	Metadata webových zdrojů	272
11.1.2	Nové principy v RDF modelování	273
11.1.3	Uniformní identifikace zdrojů	273
<b>11.2</b>	<b>Abstraktní syntax modelu RDF</b>	<b>274</b>
11.2.1	RDF – trojice a graf	274
11.2.2	Jmenné prostory	275
11.2.3	Způsoby reprezentace RDF grafu	276
<b>11.3</b>	<b>Systém konceptů v RDF modelu</b>	<b>277</b>
<b>11.4</b>	<b>Základní koncepty</b>	<b>278</b>
11.4.1	Koncept „zdroj“ rdf:Resource	278
11.4.2	Koncept „vlastnost“ rdf:Property	280
11.4.3	Koncept „tvrzení“ rdf:Statement	280
<b>11.5</b>	<b>Koncepty definující schéma</b>	<b>280</b>
11.5.1	Třídy a vlastnosti rdfs:Class, rdf:type, rdfs:subClassOf	280
11.5.2	Vlastnost rdfs:subPropertyOf	281
<b>11.6</b>	<b>Utility</b>	<b>281</b>
11.6.1	RDF kontejnery bag, sequence a alternative	281
11.6.2	Vlastnost utilita	283
11.6.3	Omezování zdrojů a vlastností	283
<b>11.7</b>	<b>Specifikace tříd a vlastností v RDFS</b>	<b>284</b>
11.7.1	RDFS typový systém tříd	284
11.7.2	Vlastnost rdf:Property v RDF modelu	287
11.7.3	Omezování vlastností doménou a oborem hodnot	288
<b>11.8</b>	<b>Formální sémantika RDF</b>	<b>290</b>
11.8.1	RDF jazyk prvního řádu	290
11.8.2	Interpretace slovníku RDFS	291
11.8.3	Prázdné uzly jako existenční proměnné	292
11.8.4	Interpretace bázevých grafů	293
11.8.5	Modely a logické důsledky RDF grafů	294
<b>11.9</b>	<b>Slovník rdfV a jmenné prostory RDF</b>	<b>295</b>
11.9.1	Zhmotnění tvrzení slovníku rdfV	296
11.9.2	Kontejnery slovníku rdfV	296
<b>11.10</b>	<b>Slovník rdfsV</b>	<b>297</b>
11.10.1	Sémantické podmínky RDFS interpretace slovníku V	297
11.10.2	Interpretace datových typů	301
<b>11.11</b>	<b>Odvozovací pravidla</b>	<b>301</b>
<b>11.12</b>	<b>Ontologický jazyk webu OWL</b>	<b>304</b>
11.12.1	RDF a OWL	304
11.12.2	OWL – deskripční logika pro sémantický web	305
11.12.3	Historie vývoje OWL	305
11.12.4	Podjazyky OWL	307
11.12.5	Reprezentace ontologie v jazyce OWL	307
11.12.6	Ontologie v OWL jako XML dokument systému Protégé	307

<b>11.13</b>	<b>Ontologie a datové modelování.....</b>	<b>310</b>
<b>11.14</b>	<b>Zhodnocení přínosu RDF/OWL modelování .....</b>	<b>310</b>
11.14.1	RDF datový model a jazyk OWL.....	310
11.14.2	Typické vlastnosti modelování v RDF/OWL.....	311
11.14.3	Výhody a nevýhody modelování RDF/OWL.....	312
<b>11.15</b>	<b>Shrnutí a závěry k RDF/OWL modelování .....</b>	<b>312</b>
<b>12</b>	<b>DATOVÉ MODELOVÁNÍ A ONTOLOGICKÁ SÉMANTIKA (TELNAROVÁ) .....</b>	<b>314</b>
<b>12.1</b>	<b>Sémantický datový model jako nástroj integrace datových zdrojů.....</b>	<b>314</b>
12.1.1	Sémantická datová integrace .....	314
12.1.2	Společný sémantický datový model .....	315
<b>12.2</b>	<b>Mapování databázových schémat na společný model.....</b>	<b>315</b>
12.2.1	Princip mapování sémantickým stromem .....	316
12.2.2	Architektura mapování.....	317
<b>12.3</b>	<b>Relační databáze jako zdroj tvorby ontologií.....</b>	<b>319</b>
12.3.1	Metody tvorby ontologií z databází.....	319
12.3.2	Ontologie nad relačním schématem .....	319
12.3.3	Požičení ontologie z relační databáze.....	320
12.3.4	Pravidla pro vytváření tříd.....	321
12.3.5	Pravidla pro vytváření vlastností .....	322
12.3.6	Pravidla pro vytváření hierarchií.....	324
12.3.7	Pravidla pro vytváření kardinalit.....	325
12.3.8	Pravidla pro vytváření instancí.....	325
12.3.9	Rámec pro budování ontologie z relační databáze.....	326
<b>12.4</b>	<b>Shrnutí a závěry k datovému modelování a ontologické sémantice .....</b>	<b>327</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>328</b>	
<b>LITERATURA.....</b>	<b>329</b>	
<b>REJSTŘÍK.....</b>	<b>341</b>	