

Univerzita Karlova v Praze

Filozofická fakulta

Ústav informačních studií a knihovnictví

Studijní program: Informační studia a knihovnictví

Studijní obor: Informační studia a knihovnictví

Bc. Michaela Zimová

Vývoj sémantického webu

Diplomová práce

Praha 2008

Vedoucí diplomové práce: Ing. Martin Souček, Ph.D.

Oponent diplomové práce:

Datum obhajoby

Hodnocení:

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Praze, 10. dubna 2009

.....

podpis diplomanta

Identifikační záznam

ZIMOVÁ, Michaela. *Vývoj sémantického webu [Development of the semantic web]*. Praha, 2009-04-10. 78 s., 1 CD-ROM. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Filozofická fakulta, Ústav informačních studií a knihovnictví. Vedoucí diplomové práce Ing. Martin Souček, Ph.D.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá tématem sémantického webu. Cílem práce je shrnutí problematiky sémantického webu, zhodnocení jeho potencionálního přínosu, představení jeho základní myšlenky, cílů a technologií, které by umožnily jeho fungování. V práci je nejprve stručně popsána historie World Wide Webu, následně nastíněna jeho současná situace a dále zachyceny hlavní cíle a principy sémantického webu. Velká část práce je věnována vybraným základním technologiím, které jsou součástí sémantického webu. V další části je popsán potencionální přínos sémantického webu a praktické využití jeho již existujících technologií. Dále je zde vymezen sémantický web vůči fenoménu poslední doby – Webu 2.0. Součástí práce je návrh knižní ontologie, která byla vytvořena pomocí editoru ontologií Protégé-OWL. [Autorský abstrakt].

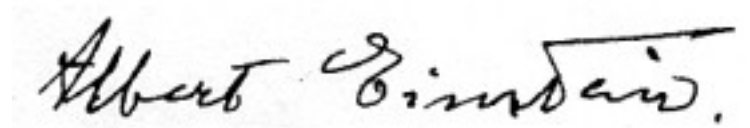
Klíčová slova

sémantický web, world, wide web, ontologie, XML, RDF, OWL, webové služby, inteligentí agenti, web 2.0

OBSAH

1 ÚVOD.....	10
2 ZÁKLADNÍ KONCEPCE SÉMANTICKÉHO WEBU.....	12
2.1 VZNIK WORLD WIDE WEB.....	12
2.2 WORLD WIDE WEB DNES.....	14
2.2 HISTORIE SÉMANTICKÉHO WEBU.....	15
2.3 ZÁKLADNÍ MYŠLENKA SÉMANTICKÉHO WEBU.....	17
2.3 CÍLE SÉMANTICKÉHO WEBU.....	20
3 TECHNOLOGIE SÉMANTICKÉHO WEBU.....	22
3.1 XML (EX TENSIBLE MARKUP LANGUAGE).....	24
3.1.1 Základy syntaxe XML.....	26
3.2 RDF (RESOURCE DESCRIPTION FRAMEWORK).....	31
3.2.1 RDF/XML syntaxe.....	35
3.2.2 RDF schema.....	39
3.3 ONTOLOGIE.....	41
3.3.1 Základní struktura ontologií.....	43
3.3.2 Ontologické jazyky.....	44
.....	46
3.3.3 OWL (Ontology Web Language).....	46
3.3.3.1 Hlavní komponenty jazyka OWL.....	48
3.4 WEBOVÉ SLUŽBY.....	50
4 KNIŽNÍ ONTOLOGIE.....	53
4.1 EDITOR PROTÉGÉ-OWL.....	54
4.2 VLASTNÍ KNIŽNÍ ONTOLOGIE.....	55
5 PŘÍNOS SÉMANTICKÉHO WEBU.....	64
5.1 PRAKTICKÉ VYUŽITÍ TECHNOLOGIÍ SÉMANTICKÉHO WEBU.....	65
5.2 SÉMANTICKÝ WEB VS. WEB 2.0.....	67
6 ZÁVĚR.....	71
POUŽITÁ LITERATURA.....	73

Technological progress is like an axe in the hands of a pathological criminal.

A handwritten signature in black ink, reading "Albert Einstein." The signature is written in a cursive style with a horizontal line above the "Einstein" part.

PŘEDMLUVA

Pojem sémantický web už není v současné době žádnou novinkou. Diskuze kolem této problematiky probíhá od zveřejnění článku v prestižním časopise Scientific American v květnu 2001, kde Tim Berners-Lee a další autoři článku prezentovali myšlenky a základní principy sémantického webu. Zároveň poukázali na to, že na současném internetu dochází k neustálému hromadění webových stránek a nalezení relevantních informací se stává stále složitější. Východisko z tohoto problému, vidí autoři článku v postupném přerodu stávajícího webu právě na web sémantický. Sémantický web nepředstavuje konkrétní technologii, ale koncept rozšíření stávajícího webu o metadata ve strojově zpracovatelné formě.

Cílem diplomové práce je:

- shrnutí problematiky současného webu
- představení základní myšlenky, cílů a technologií sémantického webu
- zhodnocení potenciálního přínosu sémantického webu
- vytvoření vlastní knižní ontologie

Podnětem k napsání této diplomové práce, byl dlouhodobý zájem o problematiku tvorby webových stránek a zájem o nové trendy v této oblasti.

Výsledná diplomová práce je rozčleněna celkem do šesti kapitol. V práci je nejprve stručně popsána historie World Wide Webu, následně nastíněna současná situace na internetu a dále zachyceny hlavní cíle a principy sémantického webu. Samostatná kapitola je věnována vybraným základním technologiím, které jsou součástí sémantického webu. Další kapitola popisuje potenciální přínos sémantického webu a praktické využití jeho již existujících technologií. Dále je zde vymezen sémantický web vůči fenoménu poslední doby – Webu 2.0.

Součástí práce je i návrh vlastní knižní ontologie. Cílem této ontologie bylo přidat do diplomové práce praktickou ukázkou jedné oblasti tvorby sémantického webu – vytváření ontologií. Vytvoření úplné a „všeobjímající“ ontologie je prakticky

nemožné, protože hranice ontologií jsou vysoce subjektivní záležitostí. Proto zde vytvořená ontologie je jen názornou ukázkou, která si neklade za cíl popsat celou doménu, ale pouze demonstrovat možnosti modelování ontologií a praktické využití XML, RDF a OWL.

Vzhledem k tomu, že se nejedná o nové téma, byla studijní literatura velmi dobře dostupná. Zejména technologickými aspekty sémantického webu se velice podrobně zabývá W3C konsorcium, které vydává doporučení a specifikace daných jazyků (např. XML, RDF, OWL). K dispozici je i poměrně velké množství knih, které podrobně zpracovávají problematiku týkající se sémantického webu jako celku. Dobře dostupné jsou i knihy věnované pouze dílčím technologiím (XML, RDF, ontologie).

Diplomová práce má 78 stran, její součástí je přiložené CD s textem vlastní diplomové práce ve formátu *.pdf a projektem knižní ontologie ve formátu *.owl spustitelným v editoru ontologií Protégé-OWL. Použitá literatura je citována v souladu s normami ISO 690 a ISO 690-2. V textu je použito citování pod čarou, seznam použité literatury je připojen na konci diplomové práce a je uspořádán podle abecedy.

Závěrem bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Martinu Součkovi, Ph.D. za cenné připomínky, rady a povzbuzení. Neméně důležitý dík patří i mé rodině, která mi byla po celou dobu studia velkou oporou.

1 ÚVOD

Když se řekne Internet, vybaví se každému webové stránky se spoustou informací a multimediálním obsahem. Uživatelé na něm mohou nalézt prakticky vše: nejnovější zprávy z domova i ze světa, recenze na knihy, filmy nebo divadelní představení apod. A to vše, aniž by museli opustit teplo domova. Internet tak umožňuje téměř okamžitě zpřístupnit jakékoli informace celému světu, a to levně, snadno a hlavně ve vizuálně přitažlivé podobě.

S celosvětovým rozmachem informačních technologií objem dostupných informací na World Wide Web (WWW) v posledních letech dramaticky vzrostl. Množství informací na Webu je obrovské (v současnosti je díky internetu přístupných několik miliard statických dokumentů a kromě nich je nutno brát v úvahu i podobný počet dokumentů uložených v rámci tzv. neviditelného webu). Tím pádem se zvýšila i pravděpodobnost, že informace, kterou hledáme, se na Internetu skutečně vyskytuje. Ovšem na druhou stranu je celkem zřejmé, že prohledáváním většího množství neuspořádaných dat se zvyšuje i doba vyhledávání dané informace. Problém také je, že čím více informací má uživatel k dispozici, tím hůře se v nich orientuje. Tyto problémy by pomohlo vyřešit zapojení výpočetní síly počítačů do procesu vyhledávání, zpracovávání a vyhodnocování informací. Protože ovšem aktuální stav softwarového vybavení počítačů neumožňuje automatické vyhodnocení informací z „obyčejného“ textu, je nutno připravit text v takové formě, aby mohly být výše zmíněné procesy zautomatizovány.

Základním problémem je, že informace na dnešním webu jsou prezentovány primárně pro člověka. Způsob, jakým jsou uživatelům předkládány, je však pro počítače nezpracovatelný. Počítače umí pouze zobrazit dané stránky, ale už nedokážou informace vyhodnotit. Řešením tohoto problému je „příští generace“ webu – sémantický web. Záštitu nad jeho vývojem převzalo konsorcium W3C a jeho ředitel a „otec“ současného webu Tim Berners-Lee.

Sémantický web by měl umožnit, aby informace, které budou na webu publikovány dle standardů pro sémantický web, byly zpracovatelné stroji – tzv. inteligentními agenty. Ti by měli umožnit, že běžný uživatel bude moci zadat dotaz a proces

vyhledání, zpracování a vyhodnocení informace bude proveden agentem a k uživateli se dostane už jen informace, která pro něj bude smysluplná vzhledem k zadanému dotazu. Sémantický web by tedy mohl automatizovat činnosti jako je například objednání letenky či zamluvení volného pokoje v hotelu.

Sémantický web využívá dnes již existující technologie – např. XML nebo URI. V rámci aktivit vývoje sémantického webu byly ale vyvinuty i technologie nové. Jedná se např. o framework RDF, což je obecný jazyk, který umožňuje reprezentovat informace o metadatech webových zdrojů. Dále také jazyk pro tvorbu ontologií OWL. Kromě těchto technologií pracuje konsorcium W3C i na dalších specifikacích, které se sémantickým webem souvisejí (jedná se například o webové služby).

2 ZÁKLADNÍ KONCEPCE SÉMANTICKÉHO WEBU

2.1 Vznik World Wide Web

Za úplně prvního předchůdce webu by se dal považovat program, který si Tim Berners-Lee v době, kdy působil jako softwarový konzultant v CERNu (European Organization for Nuclear Research; Evropská organizace pro jaderný výzkum) napsal pro vlastní potřebu. Aplikace "ENQUIRE" byla jeho prvním hypertextovým systémem a nikdy nebyla zpřístupněna veřejnosti. Tento program stanovil základní princip World Wide Webu, na kterém byla později „celosvětová pavučina“ vystavěna.

Skutečně první verze webu byla představena v roce 1989. Tim Berners-Lee předložil vedení CERNu návrh projektu celosvětového hypertextového systému. V roce 1990 byl vytvořen první prototyp prohlížeče a editoru dokumentů a byl spuštěn první web server, který fungoval pod systémem NeXT.^{1,2}



Obr. č. 1 – Tim Berners-Lee a první web server.

¹ GROMOV, Gregory R., *History of Internet and WWW*

² GRIFFIN, Scott, *Internet Pioneers*

Původním záměrem webu bylo usnadnit spolupráci vědců z různých univerzit a institucí a zajistit výměnu informací mezi nimi tím, že by mohli publikovat své poznatky a informace na webu ve formě hypertextových dokumentů a okamžitě tak sdílet výsledky své práce s ostatními bez omezení vzdáleností. Tyto dokumenty měly být uloženy na WWW serverech. Přístup k datům serveru měl zprostředkovávat speciální klientský program, tzv. prohlížeč.

Pro prezentaci informací na WWW vytvořil Tim Berners-Lee definici značkovacího jazyka HTML (později byla tato verze neoficiálně označena jako HTML 1.0). Součástí dokumentů v HTML 1.0 mohly být odkazy na obrázky i odkazy na jiné dokumenty, samotný text mohl být jednoduše strukturován (jednalo se o jednoduché formátování typu rozdělení textu do odstavců, nadpisů apod.).^{3;4}

Po uvolnění prohlížeče jako freewaru (v roce 1992), začali programátoři z celého světa pracovat na jeho zkvalitnění.

Velký zlom ve vývoji „celosvětové pavučiny“ znamenal leden 1993, kdy spatřil světlo světa prohlížeč Mosaic. Jeho autory byli Marc Andreessen a Eric Bina z NCSA (National Center for Supercomputing Applications). Mosaic byl prvním prohlížečem s grafickým uživatelským rozhraním; také zobrazoval grafiku přímo v dokumentu, nikoli ve zvláštním okně.

Dopad tohoto prohlížeče byl tak obrovský, že mnoho lidí dokonce dělí éru internetu na dvě období – před Mosaicem a po Mosaicu. Dřívější prohlížeče totiž byly velmi nepohodlné pro uživatele a k jejich ovládnutí bylo potřeba ručně vypisovat spoustu příkazů. Zato Mosaic s již zmiňovaným grafickým uživatelským rozhraním představoval takový prohlížeč, jak ho známe dnes – ovládal se pouhým „klikáním myší“.⁵

³ GROMOV, Gregory R., *History of Internet and WWW*

⁴ GRIFFIN, Scott, *Internet Pioneers*

⁵ GRIFFIN, Scott, *Internet Pioneers*

Spojením WWW protokolu Tima Berners-Leeho (technologie) a prohlížeče Mosaic Marca Andreessena (uživatelsky příjemného prostředí pro využití technologie) způsobilo doslova explozi zájmu o internet.

Slovní spojení World Wide Web se během krátké doby pro mnohé stalo synonymem pro samotný Internet. Pohled je to velmi zjednodušený, protože Internet, jakožto celosvětová počítačová síť, poskytuje i mnoho dalších služeb (např. e-mail, FTP). Spolu s elektronickou poštou (e-mail) se však World Wide Web stal zdaleka nejpobulárnější, nejpoužívanější a pro uživatele nejzajímavější službou Internetu.

2.2 World Wide Web dnes

V podobě, v jaké existuje dnes, web prezentuje informace, které jsou snadno čitelné pro člověka. Tyto informace jsou nám předkládány v přirozených jazycích (např. v angličtině, francouzštině, češtině atd.) a k jejich zobrazování je využíváno i nejrůznější grafiky, obrázků či videa. Nicméně zatímco člověk je schopen takovou informaci zpracovat, počítače nikoliv.⁶

Jedním z hlavních problémů současného webu je způsob využívání nabízených dat, přístup k nim a hlavně metody vyhledávání potřebných informací. Důležitým faktorem je nejen rychlost, ale i efektivnost vyhledávání. Současné techniky věcného vyhledávání informací v rámci Internetu nám dávají příležitost k získání mnoha zajímavých a relevantních informací, ale mnohdy za cenu velkých časových ztrát, protože přesnost tohoto vyhledávání je poměrně malá. Vyhledávání v současném Internetu má tedy mnoho slabých stránek. Mezi nejvýraznější problémy patří:⁷

- Malá přesnost vyhledávání – na položený dotaz lze získat mnoho informačních zdrojů, ale jen jejich malá část odpovídá informačnímu požadavku.
- Při vyhledávání nelze požadovanou informaci získat přímo – k dispozici je pouze dokument, ve které se pravděpodobně nachází.

⁶ VAŘEKA, Kamil, Věcné vyhledávání informací na Internetu

⁷ SKLENÁK, Vilém, Vyhledávací nástroje v prostředí Internetu

- Informace jsou často roztroušeny mezi větší množství samostatných dokumentů, které je třeba sloučit.
- Výsledky dotazu záleží na použité terminologii, vyhledávače si obvykle neporadí se synonymy atd.

Dalším problémem je okruh a míra pokrytí prostředí WWW nejrozličnějšími vyhledávacími službami. Žádný ze současných vyhledávačů není schopen pokrýt celý obsah Internetu (výjimkou není ani tolik oblíbený vyhledávač Google). Do indexů vyhledávacích služeb se nedostanou určité typy webových stránek. Patří mezi ně informace obsažené v uzavřených databázích, dynamicky generované webové stránky apod. Navíc některé vyhledávače neumí indexovat jiné dokumenty než typu HTML. Mnoho cenných informací tedy zůstává pro běžného uživatele skryto.⁸

Jednotlivé internetové stránky jsou zobrazovány pomocí jazyka HTML (případně XHTML). Jedná o tzv. značkovací jazyk, který umožňuje definovat zobrazení dokumentů v prohlížeči. Tento značkovací jazyk umožňuje správné vykreslení a zobrazení webového dokumentu. Avšak neobsahuje značky, které jsou nutné pro vytvoření strojově čitelného webu – sémantického webu. To je samozřejmě velké omezení. Vyhledávače tak sice indexují velké množství stránek, ale nechápou jejich význam. Pomocí značek HTML je možné odlišit nadpisy, citace, informace o autorovi stránek apod., ale takovéto hrubé dělení není dostačující. Například není možné zjistit, která část textu týkající se autorství stránek je jméno, která e-mail atd. Vyhledávače se tak musí omezovat pouze na více či méně „inteligentní“ hledání výskytů slov v dokumentech – tím však problém neřeší, ale alespoň ho zmírňují.⁹

2.2 Historie sémantického webu

Myšlenky a základní principy sémantického webu (neboli „významového webu“) byly světu poprvé prezentovány v květnu roku 2001. (Ve skutečnosti však práce na tvorbě sémantického webu trvaly již několik let – na samotné myšlence strojům srozumitelné reprezentace znalostí se dokonce pracuje již od 60. let 20. století.) Tim

⁸ SKLENÁK, Vilém, Vyhledávací nástroje v prostředí Internetu

⁹ SKLENÁK, Vilém, Vyhledávací nástroje v prostředí Internetu

Berners-Lee, „tvůrce“ současného webu a ředitel Konsorcia W3C spolu s dalšími spoluautory (James Hendler a Ora Lassila) upozornili článkem v prestižním časopise Scientific American na skutečnost, že současná síť WWW je v podstatě jen neustále rostoucí „hromadou“ webových stránek, ve které je stále složitější nalézt relevantní informace.¹⁰

Řešení tohoto problému, spatřují autoři článku v postupném přerodu stávajícího webu na tzv. web sémantický. Nejedná se o konkrétní technologii, ale o koncept rozšíření stávajícího webu o metadata ve strojově zpracovatelné formě (technická řešení navrhuje W3C). Tato metadata budou moci využívat mimo jiné tzv. inteligentní agenti pro zjištění významu informací a jejich další zpracování. V článku se píše o světě, kde jsou inteligentní (většinou mobilní) zařízení schopná navzájem automaticky komunikovat, jednat a řešit za člověka nejrůznější praktické úlohy, jejichž řešení se opírá o informace, znalosti a jejich důvěryhodné sdílení. Autoři článku se vzdali svého konvenčního myšlení a nastínili, jak by mohla vypadat nepříliš vzdálená budoucnost webu:

Úvodní příběh začíná vyzváněním telefonu, které vpadlo do libozvučných tónů jedné písně Beatles. Telefon je však inteligentní a ví, že jeho pán nikdy nechce být během hovoru rušen. Přístroj proto vyšle všem blízkým zařízením s vlastností nastavení hlasitosti zprávu, aby se ztišila. Teď už nic nebrání přijetí hovoru. Volá sestra: "Matka potřebuje pravidelné schůzky s fyzioterapeutem, zařizují to..." Sestra, zdržující se dosud v ordinaci lékaře, instruuje svůj přenosný webový prohlížeč a dává mu pokyn, aby si od lékařova "agenta" opatřil údaje o rehabilitační péči předepsané matce. Vše se automaticky konfrontuje s možnostmi jejího zdravotního pojištění a samozřejmě též s geografickými údaji - péče musí být dostupná v okruhu 20 mil. Kromě toho by fyzioterapeut měl být hodnocen alespoň jako velmi dobrý - pochopitelně důvěryhodnou ratingovou agenturou. Fyzioterapeuti připadající v úvahu mají své časové rozpisy, které je třeba dát dohromady s "našlapaným" pracovním diářem sourozenců pečujících o matku. I o časové sladění se však může postarat technika, má-li potřebné vstupní údaje a disponuje-li nezbytnými znalostmi... Předběžný návrh návštěv

¹⁰ SKLENÁK, Vilém, Sémantický web

u fyzioterapeuta zpracovaný počítačem se ale bratrovi nelíbí: musel by jet s matkou ve špičce vozem přes celé město. Stahuje si proto od sestry všechny dosud získané údaje z vyhledávání a jeho vlastní agent (jistěže softwarový) se pokouší za zpřísněných podmínek ohledně místa a času o nalezení jiného terapeuta. Výměna dat (zejména takto citlivých) se sestrou probíhá na základě vzájemné důvěry a zabezpečené komunikace. Bratrův agent uspěl - má řešení, kvůli němuž stačí odsunout pár méně významných schůzek... A pohádka je téměř u konce - pro někoho možná děsivá, pro jiného lákavá vize světa, kde je běžná výměna kvalifikovaně reprezentovaných informací s jednotně chápaným významem a kde je možné nad těmito informacemi i strojově "uvažovat" a řešit praktické problémy. Tato vize budoucnosti se jmenuje sémantický web.¹¹

2.3 Základní myšlenka sémantického webu

Na tomto místě se nabízí podobnost s příběhem J. L. Borgese o Babylónské knihovně, který byl napsán v roce 1941 a ve kterém lze spatřovat jistou paralelu se současným Webem:

Jednou ze světově proslulých knihoven je Babylonská knihovna. Tato knihovna je smyšlená a je ústředním motivem stejnojmenné povídky J. L. Borgese. Babylonská knihovna je ohromná, obsahuje všechny znalosti světa, ale přitom v ní působí jen málo knihovníků a obsah není nijak uspořádán. Pro nalezení čehokoli musí jedinec procházet mezi regály, přičemž ví, že hledané pravděpodobně někde existuje, ale současně neví, ve které z nekonečné mnoha šestiúhelníkových galerií je hledaná znalost uložena. Babylonská knihovna obsahuje vše, co kdy bylo nebo bude napsáno, ale ke svému bohatství nenabízí žádné přístupové metody (použijeme-li současnou terminologii).¹²

Borges v povídce uvádí: "Když se rozhlásilo, že Knihovna obsahuje všechny knihy, vyvolalo to nejprve pocit podivného štěstí. Všem připadalo, jako by byly pány

¹¹ MATULÍK, Petr, PITNER, Tomáš, Sémantický web a jeho technologie

¹² SKLENÁK, Vilém, Sémantický web

nedotčeného a tajného pokladu... nehoráznou nadějí přirozeně vystřídala nesmírná sklíčenost. Jistota, že některý regál v některém šestiúhelníku skrývá drahocenné knihy a že tyto knihy jsou nedostupné, se zdála nesnesitelná".¹³

Současný web má jedno zásadní omezení: informace jsou na něm prezentovány tak, aby byly dobře čitelné pro člověka. To, co je však bez obtíží srozumitelné člověku, nemusí být zdaleka tak dobře pochopitelné pro počítač. Sémantický web by měl tuto skutečnost změnit. Snaží se prezentovat informace takovým způsobem, aby byly srozumitelné jak pro člověka, tak i pro stroje. Pod pojmem „informace srozumitelné pro stroje“ je myšlena schopnost speciálních softwarových aplikací vyhledat a zpracovat obsah informace získané z webu. Zjednodušeně řečeno, takové aplikace by měly „vědět“, co mají s nalezeným obsahem dělat.¹⁴

Na sémantický web lze tedy nahlížet jako na soubor technologií, které umožní počítačům lépe zpracovávat a „porozumět“ informacím. Počítače samozřejmě nebudou schopny „rozumět“ v pravém slova smyslu, ale budou schopny lépe zpracovávat data a informace, tak aby jejich závěry byly více srozumitelné a použitelné pro člověka.¹⁵

Existuje hned několik více či méně podobných definic sémantického webu. Logicky asi nejznámější pochází právě od původce myšlenky sémantického webu Tima Berners-Lee:

"Sémantický web je rozšířením současného webu, v jehož rámci bude mít informace přesně definovaný význam a tím umožní lepší spolupráci člověka a počítače"

Pro porovnání definice sémantického webu dle České terminologické databáze knihovnictví a informační vědy:

„Koncept webu založený na obsahu, který je vytvořen a strukturován podle určitých pravidel a standardů a umožňuje tak efektivnější a

¹³ SKLENÁK, Vilém, Sémantický web

¹⁴ BUREŠ, M., MORÁVEK, A., JELÍNEK, I., *Nová generace webových technologií*

¹⁵ BUREŠ, M., MORÁVEK, A., JELÍNEK, I., *Nová generace webových technologií*

*snadnější vyhledávání informací. Realizace sémantického webu předpokládá implementaci standardů pro sémantickou (RDF), strukturální (XML) a syntaktickou (URI) složku architektury webových dokumentů; výsledkem aplikace uvedených standardů bude konzistentní logická struktura dat, která bude implicitně vyjadřovat význam zaznamenaných informací.*¹⁶

Myšlenka sémantického webu spočívá v opatření dokumentu určitými značkami (tagy), jež jsou obdobou dnešních HTML tagů. Nedostatek HTML tagů však spočívá v tom, že dokument formátují do podoby, které rozumí pouze člověk. Stroj s dnešním softwarovým vybavením však není schopen zpracovat většinu informací, které jsou v tomto dokumentu obsažené. Dnešní internetový prohlížeč podle značek, v kterých je informace uzavřena, dokáže určit maximálně to, že daná část textu má být napsána tučně či kurzívou nebo že na určitém místě je obrázek a dokáže podle toho zformátovat výstup odpovídajícím způsobem. Ale o významu dané informace nedokáže zjistit nic. Neví, co text popisuje či co je vyobrazeno na obrázku. Prohlížíme-li si například stránku se základními informacemi o České republice, je nám jasné, co znamená zápis "*hlavní město: Praha*". Počítač ale „neví“ nic víc, než že má např. výraz "*Praha*" zobrazit větším písmem, z čehož by mohl maximálně usoudit, že se jedná o nějakou významnější informaci. Stejně tak počítač nerozliší, jestli slovo "*Praha*" v dokumentu označuje hlavní město České republiky nebo oblíbenou kavárnu autora zpracovávaného dokumentu.¹⁷

Značky sémantického webu popisují informace v dokumentu takovou formou, že jim je počítač schopen zpracovat. Umožňují rovněž zachytit vztahy mezi různorodými množinami dat. Počítač pak např. rozpozná, že položka RC v nějaké databázi označuje totéž jako pole formuláře webové stránky s označením RODNE CISLO. To pomáhá počítači efektivněji shromažďovat informace z různých zdrojů.¹⁸

Dalším podstatným předpokladem sémantického webu je standardizovaný popis webových zdrojů, jež mohou být prakticky jakékoliv typu (tj. zvuk, video, text,

¹⁶ Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy, *Národní knihovna ČR*

¹⁷ TUREČEK, Tomáš, *Vyhledávací nástroje a sémantický web*

¹⁸ TUREČEK, Tomáš, *Vyhledávací nástroje a sémantický web*

obrázek, apod.). Každý zdroj je opatřen takzvanými charakteristikami (autor, klíčová slova, typ, atd.), které umožňují vyhledávačům pracovat s celým obsahem internetu jako s relační databází. Dotazy lze poté tvořit stejně jako v jazyce SQL. Charakteristickým a pro uživatele jistě užitečným důsledkem je vysoká relevance odpovědí na zadané dotazy. To znamená, že vrácené výsledky se budou týkat pouze toho, co uživatel opravdu požaduje.¹⁹

2.3 Cíle sémantického webu

Za hlavní cíl sémantického webu by se dalo považovat vytvoření univerzálního média pro výměnu dat, kde by data mohla být sdílena a zpracovávána automatickými nástroji stejně tak jako lidmi. Data na webu by měla být popsána a propojena tak, aby je šlo použít v různých aplikacích, integrovat a opakovaně zpracovávat. Zjednodušeně řečeno sémantický web si klade za cíl vyřešit otázku lepší spolupráce člověka a počítače a tím i efektivního vyhledávání na Internetu.²⁰

Do budoucna počítá vize sémantického webu s existencí inteligentních vyhledávacích agentů – programů, které dokážou efektivně procházet Internet a vybírat pouze relevantní informace. Budou schopni odpovědět na složité uživatelské dotazy v krátkých časových intervalech. Úkolem těchto agentů nebude pouze „porozumět“ významu prohledávaných dat, ale také nacházet souvislosti mezi již známými skutečnostmi. Spojíme-li tyto vlastnosti s existencí téměř neomezeného zdroje informací, kterým Internet dozajista je, získáme tak obrovský potenciál.²¹



¹⁹ VONDRÁK, Jakub, *Úvod do sémantického webu*

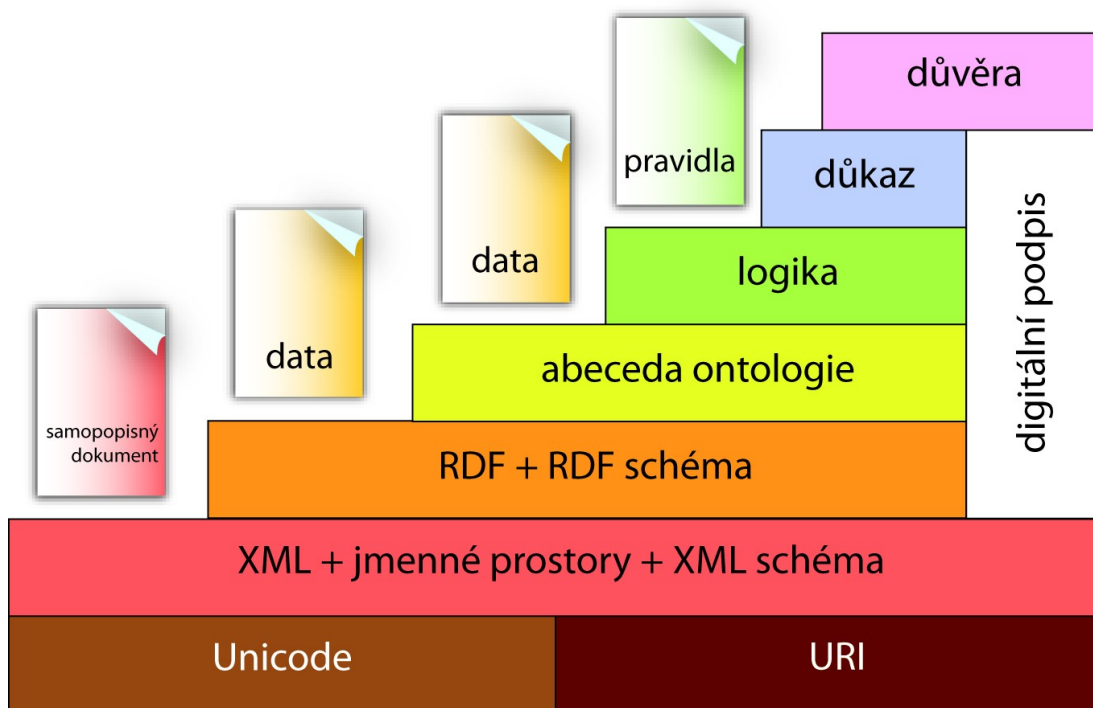
²⁰ TUREČEK, Tomáš, *Vyhledávací nástroje a sémantický web*

²¹ TUREČEK, Tomáš, *Vyhledávací nástroje a sémantický web*

Obr. č. 2 – logo sémantického webu. Tři strany tříbarevné kostky v tomto logu evokují trojice v RDF modelu. Poodhrnutá horní strana kostky vyzívá k zpřístupnění dat Sémantickému webu!

3 TECHNOLOGIE SÉMANTICKÉHO WEBU

Pro vytvoření sémantického webu je potřeba poskytnout jazyk, který umožní zapsat data a odvozovací pravidla, a který umožní exportovat pravidla z libovolného znalostního systému na web. V současné době probíhá vývoj potřebných technologií pro vytvoření sémantického webu – ten nyní ještě neexistuje a na své uvedení v širším rozsahu teprve čeká. Vývoj probíhá (paralelně) po jednotlivých vrstvách. Základní, dnes přijatou, architekturu sémantického webu zachycuje obrázek č. 1. Tento přístup pomocí vrstev byl prezentován W3C a Timem Berners-Lee a označen jako „Semantic Web Stack“^{22;23}



Obr. č. 3 – jednotlivé vrstvy sémantického webu.

Nejnižší je základní vrstva, která umožňuje jednoznačnou identifikaci pomocí URI a UNICODE. Tato vrstva pouze umožní vytvořit jednoznačný identifikátor pro libovolný zdroj a dále jej v libovolném kontextu používat. „Jednotné identifikátory zdrojů“ (Uniform Resource Identifier, URI) jsou krátké znakové řetězce, které

²² BUREŠ, M., MORÁVEK, A., JELÍNEK, I., *Nová generace webových technologií*

²³ DACONTA, Michael C., OBRST, Leo J., SMITH, Kevin T., *The Semantic Web*

popisují zdroje na webu: dokumenty, obrázky, stáhnutelné soubory, služby, elektronické poštovní schránky apod. URI (někdy také označované jako „*Jednotné lokátory zdrojů*“ (Uniform Resource Locators, URL) umožňují programům přistupovat k adresám zdrojů jednoduchým způsobem.

Výše je vrstva obsahující syntaxi XML, jmenné prostory a XML schéma. XML poskytuje základní formát strukturování dokumentů, ačkoliv sám konkrétní sémantiku nemá. Umožňuje elegantně strukturovat data. Jmenné prostory poskytují jednoznačnost a XML schéma zaručuje kontrolu dokumentů vůči požadované struktuře. Tyto technologie jsou základem pro vyšší vrstvy.

Třetí vrstva představuje RDF model a syntaxi. Umožňuje zapisovat jednoduchá tvrzení, která jsou jednoznačná v celém prostoru Webu. Nad tímto modelem existuje RDF schéma, které pomocí těchto jednoduchých tvrzení umožňuje vytvářet popis objektů pomocí hierarchie tříd a jejich atributů. RDF schéma používá pro popis zdroje, takže se v podstatě neliší od jednoduchých RDF tvrzení, ale zdroje RDF schéma mají přiřazen význam, který je možno zužitkovat. Popis tříd pomocí RDF schéma je nutno brát jen jako předpis, který neomezuje další práci s úrovněmi těchto tříd.

Další velice důležitou vrstvu tvoří Ontologie. V rámci Sémantického webu jsou používány jako datový model reprezentující určitou znalost nebo její část. Zjednodušeně řečeno je za jejich pomoci možné zvýšit funkčnost webu tím, že umožní zpřesnit webové hledání. Vyhledávací program se může díky ontologiím zaměřit na ty stránky, kde je vyhledávaný řetězec užit pouze v požadovaném významu.

Mimo tyto technologie existují ještě Webové služby, technologie umožňující vytvářet webové aplikace, které mohou být objeveny, popsány a použity na základě XML a standardních webových protokolů. Tato technologie přináší možnost automatické komunikace a zautomatizování mnoha činností – například urychlení mezifiremních procesů apod.

3.1 XML (eXtensible Markup Language)

Jedním ze základních stavebních kamenů sémantického webu je značkovací jazyk XML (eXtensible Markup Language, „rozšiřitelný značkovací jazyk“). Jedná se o obecný značkovací jazyk, který je standardem schváleným konsorciem W3C. XML vymezuje obecnou syntaxi, která se používá pro označování dat jednoduchými a pro člověka srozumitelnými značkami. Stanovuje standardní formát pro počítačové dokumenty, který je natolik flexibilní, že je možné ho dále upravovat pro rozdílné oblasti, jako jsou například webové stránky, vektorová grafika, systémy hlasové pošty apod.²⁴

XML je tedy také značkovací jazyk, stejně jako HTML (Hyper Text Markup Language), který je znám jako jazyk, ve kterém se píšou internetové stránky. Rozdíl je v tom, že HTML je pouze jazyk pro prezentaci a propojení informací na internetu. Je to jazyk, ve kterém jsou předem definované elementy, u kterých je řečeno, jakým způsobem budou aplikací (internetovým prohlížečem) interpretovány. Jedná se tedy o již hotový značkovací jazyk a nelze pomocí něho vytvářet další značky.

Co je nejdůležitější, XML je jazyk, který je možné rozšířit a přizpůsobit tak, aby vyhovoval mnoha různým potřebám.²⁵ Oproti HTML jazyk XML nemá žádné předdefinované značky (tagy, názvy jednotlivých elementů). XML nabízí vývojářům a autorům dokumentů možnost definovat si takové elementy, jaké právě oni potřebují. Například hudebníci tak mohou používat značky, které budou popisovat hudební noty, klíče, slova písní a jiné prvky používané v hudbě.²⁶

Přestože je XML flexibilní v tom smyslu, že umožňuje definovat libovolné značky, je v mnoha dalších ohledech velice přísný. Existuje jasně definována gramatika, která stanovuje umístění, kde se mohou značky objevit, které názvy elementů jsou platné, jak se k elementům přiřazují atributy atd. Díky tomu je možná existence analyzátorů XML, které dokážou číst a porozumět struktuře libovolnému dokumentu, napsaného v XML. Dokumenty, které této gramatice vyhovují, se nazývají „*správně*“

²⁴ KOČÍ, Michal, Co je XML?

²⁵ Jak je patrné z názvu jazyka – X ve zkratce XML znamená extensible – tedy rozšiřitelný.

²⁶ HAROLD, Elliotte Rusty, *XML v kostce*

formulované“ dokumenty (well formed). Pokud není dokument správně formulován, aplikace zastaví načítání a ohlásí chybu.²⁷

Definice XML dle České terminologické databáze knihovnictví a informační vědy zní takto:

„Značkovací jazyk, který je schváleným standardem pro značkování dokumentů. Definuje obecnou syntaxi, která se používá pro označování dat jednoduchými, srozumitelnými značkami, které se vztahují nejen ke struktuře, ale i obsahu dokumentu, neurčují však, jak má být dokument zobrazován (XML je tedy strukturálním a sémantickým jazykem, nikoliv jazykem prezentačním). XML je dostatečně flexibilní a perspektivně využitelný pro různorodé oblasti, např. pro webové stránky, elektronickou výměnu dat, vektorovou grafiku, systémy hlasové pošty apod. Nabízí možnost vytváření na platformě nezávislých a dlouhodobých datových formátů.“²⁸

XML je následníkem jazyka SGML (Standard Generalized Markup Language, standardní všeobecný značkovací jazyk). Ten byl v roce 1986 přijat jako standard ISO 8879. Největším úspěchem SGML byl jazyk HTML (jakožto aplikace SGML). Hlavním problémem SGML byla však jeho složitost. Proto se v roce 1996 intenzivně začalo pracovat na jeho odlehčené verzi. Výsledkem těchto prací byla v únoru 1998 první verze XML 1.0. Jazyk zaznamenal okamžitý úspěch a nedlouho po něm následoval další standard – jmenné prostory (XML namespaces). Jejich účelem bylo bezkonfliktní použití značek z různých aplikací XML v jednom dokumentu. Například webová stránka o knihách mohla obsahovat element *title*, který vyjadřoval titulek stránky, ale i elementy *title*, které odkazovaly na jednotlivé knižní tituly, přičemž tyto dva různé elementy spolu vzájemně nekolidovali.²⁹

XML je neuvěřitelně jednoduchý, dobře dokumentovaný a přímý datový formát. Dokumenty psané v jazyce XML jsou textové, a proto jsou snadno čitelné pro

²⁷ KOČÍ, Michal, Co je XML?

²⁸ Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy, *Národní knihovna ČR*

²⁹ KOSEK, Jiří, *XML pro každého*

jakýkoliv program, který umí číst textové soubory. Teoreticky je možné ve formátu XML uložit veškerá data, která je možné uložit do počítače. V praxi je XML vhodný zejména pro ukládání a výměnu jakýchkoliv dat, která je možné nějakým způsobem zakódovat do textové podoby. Jeho použití je tedy nevhodné jenom pro multimediální data (např. fotografie, zvukové záznamy, video).³⁰

Na závěr stručná charakteristika „XML v deseti bodech“ podle W3C³¹:

1. XML slouží k strukturalizaci dat
2. XML se podobá HTML
3. XML je text, ale není určen ke čtení
4. XML nešetří místem
5. XML je celá skupina technologií
6. XML je staronové
7. XML vede HTML k XHTML
8. XML je modulární
9. XML je základem RDF a Sémantického webu
10. XML je nelicencované, platformově nezávislé a široce podporované

3.1.1 Základy syntaxe XML

Dokumenty v XML se skládají z textového obsahu, označovaného pomocí textových značek (tagů), které vypadají v podstatě stejně jako značky v HTML. Ale jak již bylo uvedeno výše, v HTML jsou značky předem definovány. Oproti tomu v XML je možné vytvářet tolik značek, kolik autor potřebuje. Navíc v XML značky popisují typ obsahu, a nikoliv jeho vzhled.³²

³⁰ KOSEK, Jiří, *XML pro každého*

³¹ ŽIŽKA, Ondřej (překladatel), *XML v deseti bodech*

³² V XML se tedy nedefinuje, že text je číslovaný seznam nebo nadpis první úrovně, ale specifikuje se, zda se jedná o knihu, životopis nebo třeba o ceník.

Třebaže ohledně značek je XML na rozdíl od HTML volnější, je mnohem přísnější, co se týče jejich správné formulace. Ve specifikaci XML je přesně definováno, jaká syntaxe musí být dodržena. Tato pravidla nesmějí být porušena.³³

Na začátek velmi jednoduchý, ale přesto kompletní dokument XML:

```
<person>
  Tim Berners-Lee
</person>
```

XML používá pro odlišení značek od zbylého textu znaky „<“ a „>“ (respektive „</“ a „>“). Dokumenty v XML se skládají z elementů, které jsou uzavřeny do počáteční značky `<person>` a koncové značky `</person>`. Vše mezi počáteční a koncovou značkou elementu tvoří obsah elementu. V tomto případě je to textový řetězec *Tim Berners-Lee*.

Každý XML dokument musí obsahovat pro všechny počáteční značky odpovídající ukončovací značku, nebo musí být počáteční značka zapsána jako element s prázdným obsahem.

Pro elementy bez obsahu (prázdné elementy) existuje speciální syntaxe. Samozřejmě je možné je zapisovat tak, že se za počátečním tagem uvede hned ten ukončovací. Není to však příliš pohodlné, a proto je v XML možné za jméno elementu v počátečním tagu se uvést znak `/`. Ukončovací tag se pak už nepoužije.

V XML se rozlišují velká a malá písmena. Element `<Person>` není to samé co `<PERSON>` a ani jako `<person>`. Pokud je nějaký element otevřen značkou `<person>`, není možné je otevřít značkou `<PERSON>`.

Každý XML dokument musí mít kořenový element (root). Jedná se vůbec o první element v dokumentu, do něhož jsou uzavřeny všechny ostatní elementy. Každý správně formulovaný XML dokument musí obsahovat právě jeden kořenový element.³⁴

Jak je patrné z následujícího příkladu, dokumenty XML mají strukturu stromu.

```
<person>
  <name>
    _____
```

³³ KOSEK, Jiří, *XML pro každého*

³⁴ BRAY, Tim aj., *Extensible Markup Language (XML)*

```

    <first_name>Tim</first_name>
    <last_name> Berners-Lee</last_name>
</name>
    <profession>počítačový vědec</profession>
    <profession>matematik</profession>
</person>

```

Tento XML dokument je stále složen z jednoho elementu typu *person*, ale navíc obsahuje i další tzv. *synovské elementy*. Element typu *name* a dva elementy typu *profession*. Element *person* se nazývá rodičem elementů *name* a *profession*.

V XML platí, že rodičovský element může mít více synovských elementů, ale každý synovský element má právě jeden rodičovský element.³⁵ To znamená, že je úplně uzavřen do jiného elementu. Dále platí, že pokud se počáteční značka nějakého elementu nachází uvnitř jiného elementu, musí být uvnitř tohoto elementu i jeho koncová značka. Překrývání značek je totiž v XML zakázáno.

Elementy jsou základním stavebním prvkem každého XML dokumentu. Každý tento element může mít své atributy. Tyto dvojice název-hodnota, připojené k počáteční značce příslušného elementu se obvykle používají k upřesnění jeho významu. Název atributu je od jeho hodnoty oddělen znakem rovnítka (a případně i mezerou). Hodnota jako taková je uzavřena do jednoduchých případně dvojitých uvozovek. U jednoho elementu je možné použít i více atributů najednou – stačí je oddělit mezerou.³⁶

Příklad elementu s atributem:

<pre> <person born = "08.06.1955" > Tim Berners-Lee </person > </pre>	<pre> <person born = '08.06.1955' > Tim Berners-Lee </person > </pre>
---	---

³⁵ Výjimkou je kořenový element, který nemá žádného rodiče.

³⁶ KOSEK, Jiří, *XML pro každého*

Mezera před a po znaku rovnítka je pouze „estetickou“ záležitostí. Stejně tak jednoduché a dvojité uvozovky. Proto jsou oba výše uvedené příklady XML dokumentu zcela totožné.

Pokud je třeba v dokumentu něco vysvětlit nebo si například spoluautoři potřebují v dokumentu navzájem nechávat poznámky, je možné k tomu použít tzv. komentáře. Ty se mohou objevit kdekoliv v dokumentu, ale nesmějí být součástí značkování. Mohou se nacházet před nebo za kořenovým elementem, aniž by byla porušena stromová struktura. Komentáře v XML začínají znaky „<! --“ a končí prvním výskytem znaků “- - >”^{37;38}

Příklad komentáře v XML dokumentu:

```
<!-- Vysvětlující text komentáře -->
```

Použití dvojité pomlčky -- je v komentáři povoleno pouze v rámci ukončovacího symbolu komentáře. Stejně tak není možné použití ukončujícího znaku se třemi pomlčkami, tedy --- > .

Ačkoliv to není povinné, všechny dokumenty v XML by měly začínat tzv. *deklarací XML*. Pokud však dokument tuto deklaraci obsahuje, musí být v dokumentu na prvním místě.^{39;40}

Příklad jednoduchého dokumentu XML s deklarací XML:

```
<?xml version="1.0" encoding="ASCII"?>
<person>
  Tim Berners-Lee
</person>
```

³⁷ KOSEK, Jiří, *XML pro každého*

³⁸ BRAY, Tim aj., *Extensible Markup Language (XML)*

³⁹ KOSEK, Jiří, *XML pro každého*

⁴⁰ BRAY, Tim aj., *Extensible Markup Language (XML)*

Z uvedeného příkladu je vidět, že deklarace XML má dva atributy: *version* a *encoding*. Atribut *version* má hodnotu 1.0 nebo 1.1. V budoucnosti se tato hodnota pravděpodobně bude měnit podle toho, jestli bude dokument dodržovat standard XML 1.0 nebo 1.1 nebo nějaký standard později vytvořený. Atribut *encoding* je v deklaraci XML nepovinný. Pokud je vynechán, předpokládá se použití znakové sady Unicode.⁴¹

Jak již bylo uvedeno výše, ohledně značek je XML mnohem méně přísné než ohledně správné formulace dokumentu. Tato přísnost se dotýká i názvů v XML. Názvy elementů (ale i atributů apod.) mohou obsahovat libovolné alfanumerické znaky. Mezi tyto znaky patří:⁴²

- ✓ standardní písmena anglické abecedy – A až Z
- ✓ čísla – 0 až 9
- ✓ neanglická písmena, čísla a symboly (např. Ω, ê, ö)
- ✓ interpunkční znaky – tečka (.), podtržítka (_) a pomlčka (-)

Jiné interpunkční znaménka (jako např. středník, uvozovka, symbol pro dolar, symbol procenta, stříška...) není možné v názvech XML používat. Dále platí, že názvy v XML nesmí obsahovat žádné prázdné znaky (mezera, pevná mezera, tabulátor...) a mohou začínat pouze písmeny, symboly nebo znakem podtržítka. Není možné, aby začínaly číslicí, pomlčkou nebo tečkou. Pokud jde o délku názvů, není stanoveno žádné omezení.

Každý dokument XML musí vyhovovat poměrně velkému množství pravidel. To je nezbytně nutné k tomu, aby byl správně formulován – tedy platný. Úplný seznam pravidel je možné nalézt na webových stránkách konsorcia W3C. Aktuálně je k dispozici doporučení pro XML 1.0 (páté vydání z 26. listopadu 2008). Mezi nejdůležitější pravidla patří:⁴³

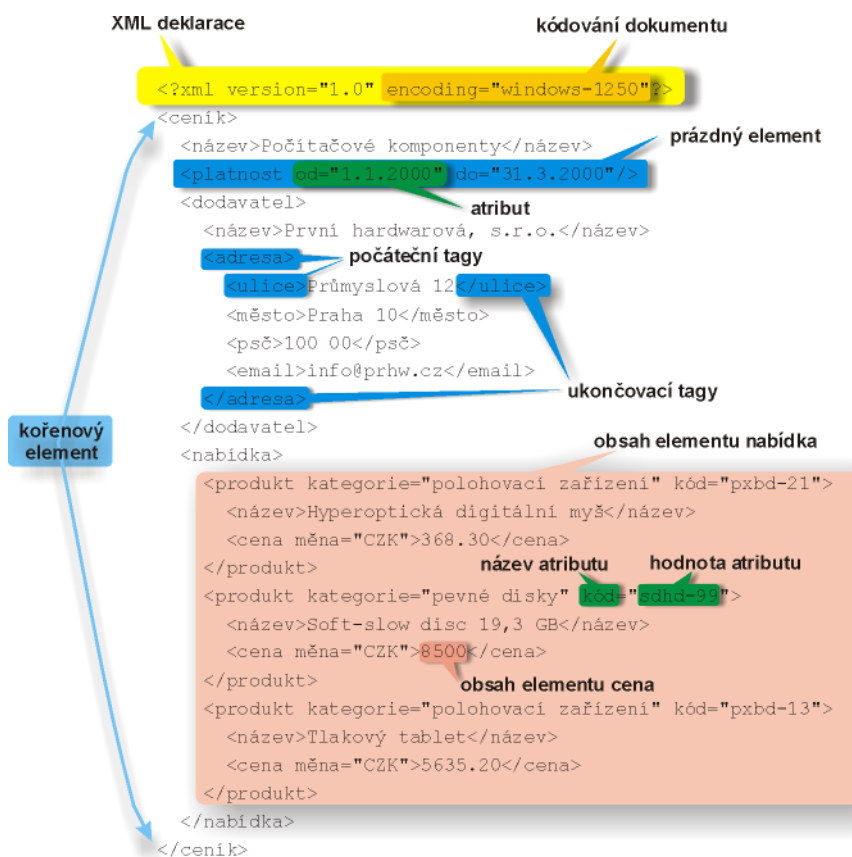
⁴¹ KOSEK, Jiří, *XML pro každého*

⁴² HAROLD, Elliotte Rusty, *XML v kostce*

⁴³ HAROLD, Elliotte Rusty, *XML v kostce*

- každá počáteční značka musí být uzavřena odpovídající koncovou značkou
- každý dokument musí mít právě jeden kořenový element
- je zakázáno křížení elementů
- element nesmí mít dva atributy stejného názvu
- hodnoty atributů musejí být uzavřeny do uvozovek
- komentáře se nesmí nacházet uvnitř značek

Grafické znázornění jednotlivých výše uvedených složek XML dokumentu:



Obrázek č. 4 – základní komponenty XML dokumentů [KOSEK, Jiří, XML pro každého]

3.2 RDF (Resource Description Framework)

Standard RDF (Resource Description Framework) – volně přeloženo jako rámec pro popis zdrojů – je podle definice konsorcia W3C „obecný rámec pro popis, výměnu a znovupoužití metadat“. Hlavním důvodem vzniku tohoto standardu byl požadavek

na vytvoření obecného jazyka, za jehož pomoci by bylo možné reprezentovat informace o webových zdrojích, respektive o metadatech webových zdrojů. RDF poskytuje interoperabilitu mezi aplikacemi, jež si na Internetu vyměňují strojům srozumitelné informace. Klade důraz na jednoduchost automatického zpracování webových zdrojů a jako takový se stává dalším základním stavebním kamenem sémantického webu.⁴⁴

Definice RDF dle České terminologické databáze knihovnictví a informační vědy zní takto:

„Obecný rámec pro popis jakéhokoli elektronického zdroje, resp. webové stránky a jejího obsahu, tedy pro vyjádření sémantiky a pro podporu sémantického webu. Popisná metadata mohou zahrnovat údaje o autorovi zdroje, datu vytvoření nebo aktualizace, organizaci stránek (sitemap), klíčová slova, předmětové kategorie aj. Jazyk RDF poskytuje robustní flexibilní architekturu pro zpracování metadat na internetu; umožňuje komukoli definovat a používat metadatové schéma, které slouží nejlépe jeho potřebám, a současně umožňuje interoperabilní výměnu metadat. RDF je aplikací formátu XML a je vyvíjen konsorciem W3C (World Wide Web Consortium).“⁴⁵

RDF umožňuje následující:⁴⁶

- * možnost zpracování a výměny metadat mezi různými aplikacemi (interoperabilitu)
- * strojům srozumitelnou sémantiku metadat
- * větší přesnost ve vyhledávání zdrojů než je v současnosti full-textové vyhledávání

Další vývoj umožní RDF poskytnout také:

- * jednotnou dotazovací metodu pro vyhledávání zdrojů
- * jazyk se souborem pravidel pro automatické zpracování webových zdrojů

⁴⁴ VONDRÁK, Jakub, *Úvod do sémantického webu*

⁴⁵ Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy, *Národní knihovna ČR*

⁴⁶ POWERS, Shelly, *Practical RDF*

*jazyk pro vyhledávání metadat od třetích stran

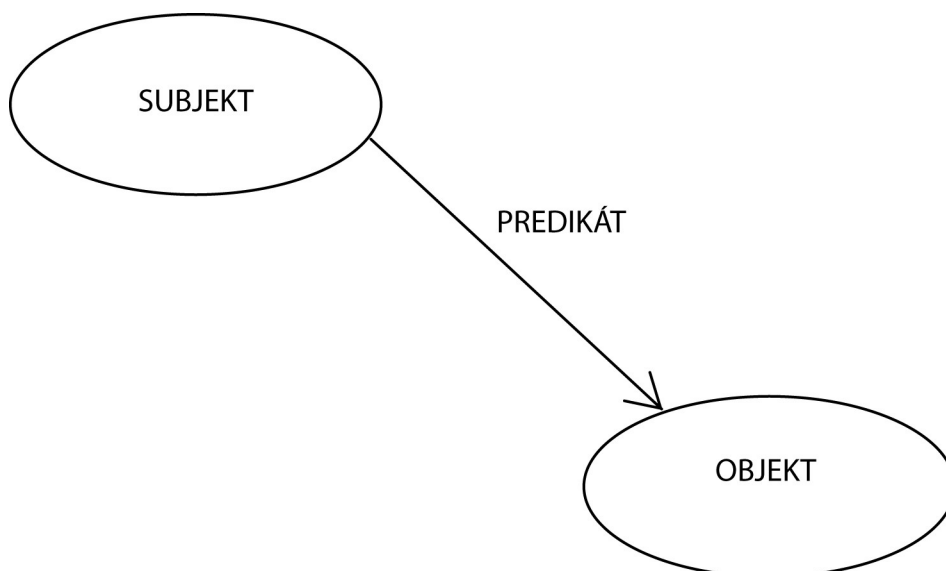
RDF poskytuje základ obecně použitelným nástrojů pro autorizaci, manipulaci, vyhledávacím strojům srozumitelná data na Internetu a tímto podněcuje jeho transformaci na stroji zpracovatelné „skladiště“ informací.

RDF nemá jednoznačně definovanou konkrétní syntaxi, ale pouze jakousi abstraktní syntaxi. Ta předpokládá, že každý webový zdroj má určité vlastnosti, které je možné nějakým způsobem popsat, a na základě kterých je možno o zdrojích utvářet jednoduchá tvrzení ve formě takzvaných trojic. Každá taková trojice (tvrzení) se skládá ze subjektu (podmět), predikátu (přísudek) a objektu (předmět). Základem RDF jsou tedy uspořádané trojice – subjekt, predikát, objekt – a konečná množina takových trojic tvoří RDF graf, ve kterém se mohou vyskytovat dva základní objekty: *uzly* (nodes) a *literály*⁴⁷ (literals). Subjekt, predikát i objekt mohou být v RDF grafu reprezentovány pomocí URI. Subjekt a objekt, které tvoří uzly grafu, mají i jiné možnosti reprezentace. Subjekt může být reprezentován také prázdným uzlem a objekt prázdným uzlem nebo řetězcem literálů.⁴⁸

- Subjekt – reprezentuje popisovaný předmět (tedy zdroj). Může se jednat o jakýkoliv zdroj, kterému lze přiřadit URI a může být tedy identifikován pomocí URI reference.
- Predikát – popisuje vztah mezi subjektem a objektem, bývá označován jako vlastnost tvrzení.
- Objekt – představuje hodnotu dané vlastnosti tvrzení.

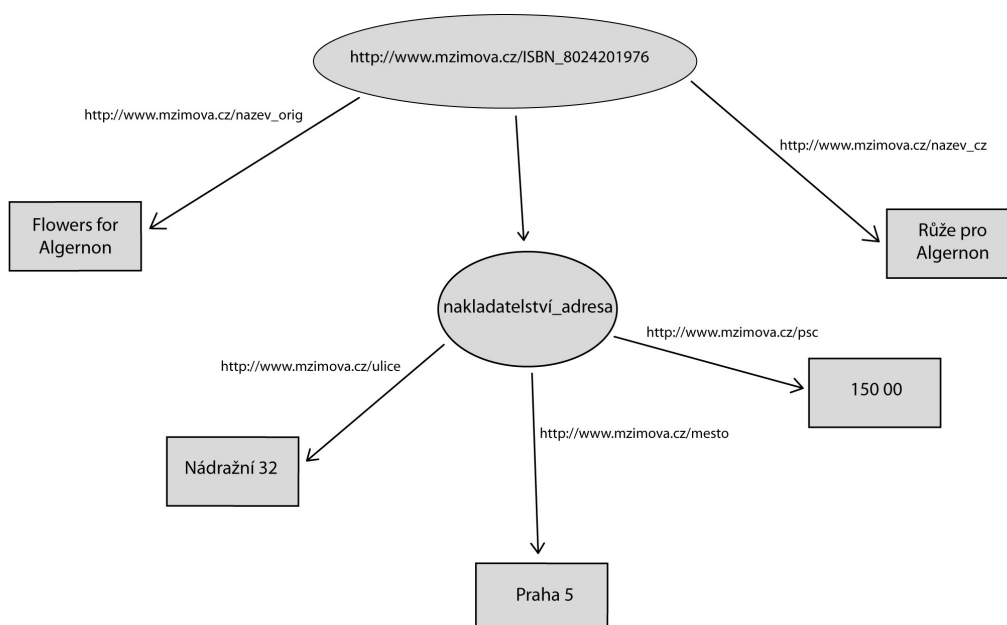
⁴⁷ Literály slouží k identifikaci hodnot. Hodnotou může být URI nebo určitý řetězec znaků.

⁴⁸ DACONTA, Michael C., OBRST, Leo J., SMITH, Kevin T., *The Semantic Web*



Obrázek č. 5 – ukázka základního RDF grafu.

RDF graf je zobrazován pomocí orientovaného grafu propojených uzlů. Každá trojice je reprezentována dvojicí uzlů a orientovanou spojnicí. Tato spojnice je vždy orientována směrem od subjektu k objektu. Objekty tvrzení mohou být zároveň subjekty jiného tvrzení.⁴⁹



Obrázek č. 6 – ukázka složitějšího RDF grafu s prázdným uzlem.

Na obrázku číslo 6 je vidět názorný příklad, kdy objekt jednoho tvrzení je současně subjektem tvrzení druhého. Zároveň je zde použit tzv. „prázdný uzel“. Tento uzel je

⁴⁹ POWERS, Shelly, *Practical RDF*

zvláštní variantou klasického uzlu v RDF grafu – není k němu přiřazena žádná URI reference. V tomto případě není pro zjištění potřebných informací důležitý pojem „nakladatelství_adresa“ (respektive „adresa“) jako taková. Důležité je znát konkrétní název ulice, města a poštovní směrovací číslo.⁵⁰

Tedy i přes to, že RDF nemá jednoznačně definovanou syntaxi, existuje v současné době několik konkrétních syntaxí používaných k zápisu RDF tvrzení. Jednou z možností zápisu RDF trojic je syntaxe N-Triples. Další syntaxí, kterou lze použít pro reprezentování RDF trojic je tzv. notace 3 – N3 (Notation 3). Pro potřeby sémantického webu je velmi vhodnou reprezentací tzv. XML syntaxe RDF.⁵¹

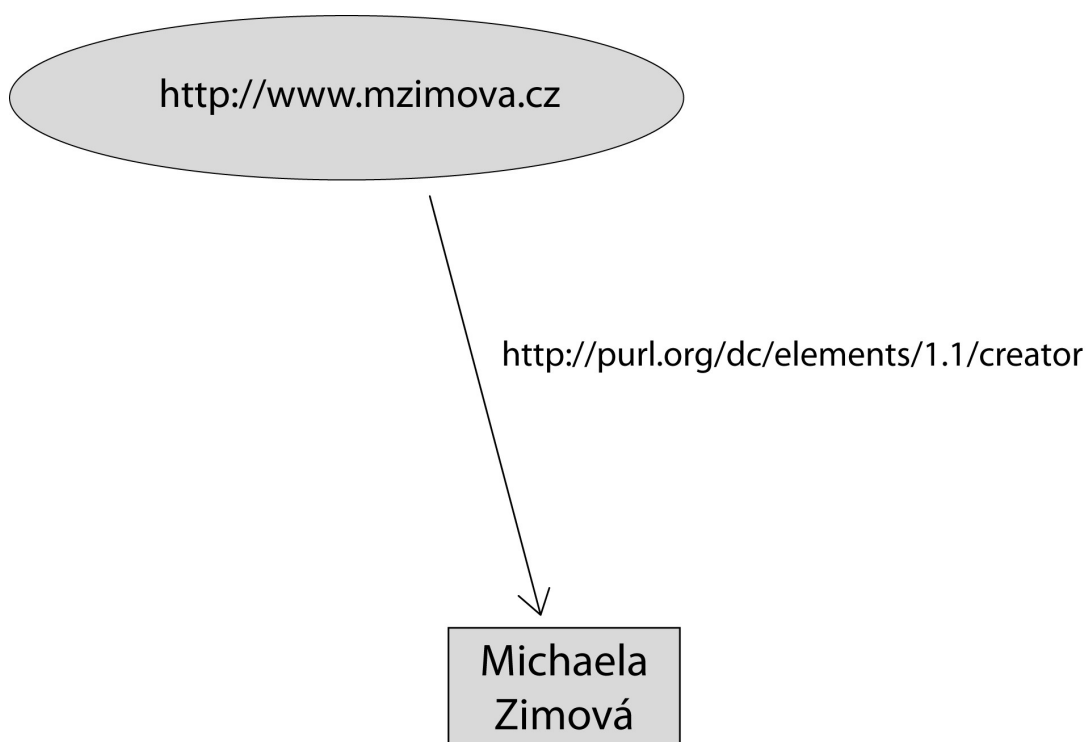
3.2.1 RDF/XML syntaxe

V syntaxi RDF/XML je k zapsání tvrzení reprezentovaných pomocí RDF grafu využíváno elementů a jejich obsahů i atributů a jejich hodnot. Subjekt RDF grafu se stane kořenovým elementem XML dokumentu. Predikát bude prvním vnořeným elementem a objekt může být jeho hodnotou. Tento objekt se pak stane subjektem dalšího tvrzení a stejným způsobem je možné pokračovat dále.

Základy syntaxe RDF/XML lze vysvětlit na následujícím jednoduchém příkladu:

⁵⁰ VONDRÁK, Jakub, *Úvod do sémantického webu*

⁵¹ DACONTA, Michael C., OBRST, Leo J., SMITH, Kevin T., *The Semantic Web*



Obrázek č. 7 – RDF graf – tvůrce dokumentu.

V přirozeném jazyce by se tvrzení znázorněné na obrázku č. 7 dalo interpretovat následovně: „*Michaela Zimová je tvůrcem zdroje http://www.mzimova.cz.*“ V tomto tvrzení je subjektem URI „*http://mzimova.cz*“, predikátem URI „*http://purl.org/dc/elements/1.1/creator*“ a objektem je literál „*Michaela Zimová*“. Pomocí syntaxe RDF/XML by toto tvrzení bylo zapsáno takto:⁵²

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  <rdf:Description rdf:about="http://mzimova.cz">
    <dc:creator>Michaela Zimová</dc:creator>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

- První řádek obsahuje povinné označení XML dokumentu a jeho verze.
- Další řádek je obsah elementu `<rdf:RDF>` – ten definuje, že následující obsah XML dokumentu se bude vztahovat k RDF. Tento element

⁵² BECKETT, Dave, RDF/XML Syntax Specification (Revised)

má dva atributy. První z nich je deklarace jmenného prostoru *xmlns:rdf* – ten vymezuje, že veškeré tagy doplněné o prefix *rdf*, se týkají samotného RDF. Druhým atributem je deklarace jmenného prostoru *xmlns:dc* – ta je určená pro metadatový standard Dublin Core⁵³. (Z něho je převzata sledovaná vlastnost „*creator*“.)

- Na následujícím řádku je element *<rdf:Description>*, ve kterém je obsaženo vlastní tvrzení. Jeho atribut *rdf:about* odkazuje na subjekt tvrzení.
- Následující vnořený element *<dc:creator>* představuje predikát tvrzení. Jeho hodnota „*Michaela Zimová*“ pak prezentuje objekt tvrzení.

V RDF/XML syntaxi uzavřená množina základních elementů nebo atributů. V následujícím stručném seznamu jsou uvedeny:⁵⁴

- *rdf:RDF* – kořenový element, který přesně určuje, že obsah XML dokumentu se týká RDF
- *rdf:Description* – základní XML element pro označení daného uzlu
- *rdf:ID* – jednoznačně identifikuje uzel
- *rdf:about* – pomocí něj je označován informační zdroj
- *rdf:parseType* – určuje, že obsah elementu má být interpretován speciálně
- *rdf:resource* – je používán k označení identifikace subjektu pomocí URI
- *rdf:li* – slouží k identifikaci položky v kontejneru
- *rdf:nodeID* – napomáhá k identifikaci prázdného uzlu

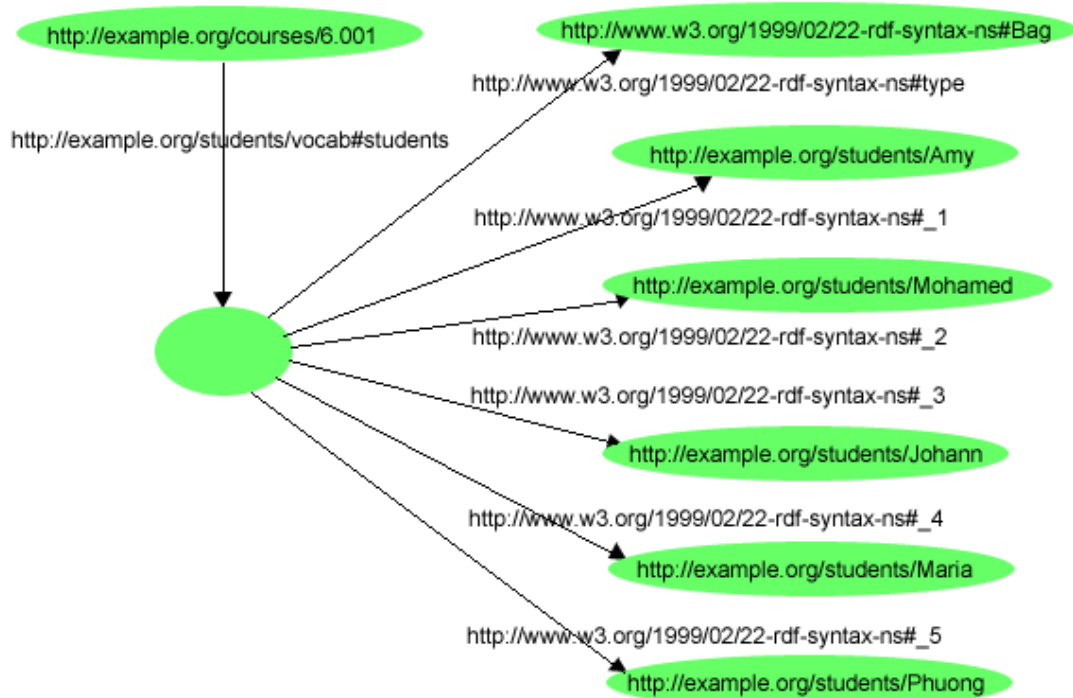
⁵³ Standardizované metadatové schéma pro popis informačních zdrojů, zejména elektronických a internetových. Dublin Core je tvořen souborem patnácti základních prvků (jednoduchý Dublin Core), které lze specifikovat kvalifikátorem (kvalifikovaný Dublin Core). Dublin Core nepředepisuje žádnou závaznou syntaxi (jedná se o sémantický standard), je základem řady dalších metadatových standardů. [Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy, *Národní knihovna ČR*]

⁵⁴ BECKETT, Dave, RDF/XML Syntax Specification (Revised)

- *rdf:datatype* – slouží k popisu typovaných literálů a umožňuje definovat jejich datový typ

RDF umožňuje také pokročilejší vytváření tvrzení, které obsahují více zdrojů. K tomu slouží tzv. RDF zásobníky kontejnery – (Container): Bag („pytel“), Sequence (sekvence) a Alternate (alternativa).⁵⁵

Pytel je zdroj, který má typ *rdf:Bag*. Reprezentuje skupinu zdrojů nebo hodnot, kde nezáleží na pořadí. Může obsahovat i více stejných hodnot. Příklad na obrázku znázorňuje použití pytle.



Obrázek č. 8 – RDF graf – příklad použití kontejneru *rdf:Bag* [MANOLA, Frank, MILLER, Eric, RDF Primer]

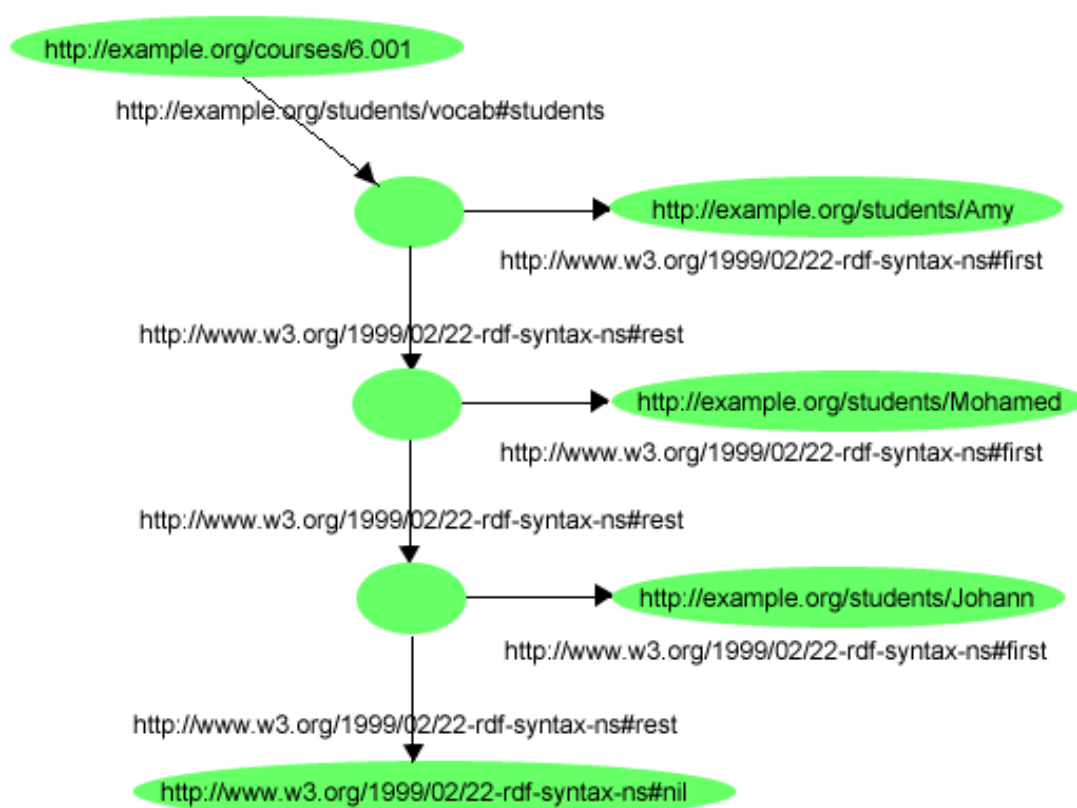
Sekvence (zdroj s typem *rdf:Seq*) reprezentuje skupinu zdrojů nebo hodnot, může obsahovat duplikáty, přičemž záleží na pořadí.

Alternativa (zdroj s typem *rdf:Alt*) reprezentuje skupinu zdrojů nebo hodnot, které jsou alternativou k jiné hodnotě či zdroji.

⁵⁵ MANOLA, Frank, MILLER, Eric, RDF Primer

Kromě zásobníků, se dají vytvářet i struktury zvané kolekce. Kolekce umožňují popsat skupinu, která obsahuje právě jen specifikované členy (to zásobník neumožňuje). Příklad na obrázku č. 9 využívá kolekce, je to zápis tvrzení, že „Studenti kurzu 6.001 jsou Amy, Mohamed a Johann“.⁵⁶

Další pokročilejší schopnost RDF je popsat ostatní RDF tvrzení. RDF poskytuje slovník pro popis tvrzení. Tento slovník obsahuje *rdf:Statement*, *rdf:subject*, *rdf:predicate* a *rdf:object*. Popis tvrzení pomocí tohoto slovníku je nazýván reifikace.⁵⁷



Obrázek č. 9 – RDF graf – příklad použití kontejneru kolekce [MANOLA, Frank, MILLER, Eric, RDF Primer]

3.2.2 RDF schema

RDF Schema je jazyk vytvořený nad RDF. Dokumenty W3C označují RDF Schema jako sémantické rozšíření RDF. RDF samo slouží jen k zapsání libovolného tvrzení

⁵⁶ MANOLA, Frank, MILLER, Eric, RDF Primer

⁵⁷ MANOLA, Frank, MILLER, Eric, RDF Primer

o zdrojích, neposkytuje žádnou možnost, jak definovat význam zdrojů s kterými pracuje. Tyto možnosti přináší až další vrstvy sémantického webu.

RDF Schema umožňuje pomocí jednoduchých RDF tvrzení definovat příslušnost k třídám, vztah dědičnost, obsažené atributy a vzájemné vztahy mezi třídami. Pro tento popis RDF Schema obsahuje tyto termíny:⁵⁸

- *rdfs:Resource* – vše popsané pomocí RDF je zdroj (resource). Je to rodičovská třída pro všechny ostatní třídy
- *rdfs:Class* – definuje skupinu věcí, které sdílí množinu vlastností
- *rdfs:Literal* – Označuje objekt, který reprezentuje konstantní znakový řetězec. RDF/XML navíc obsahuje typované literály, které umožňují přiřadit i další proměnné
- *rdfs:Datatype* – třída pro datové typy
- *rdf:Property* – umožňuje definovat a pomocí *rdfs:domain* a *rdfs:range* specifikovat rozsah vlastnosti třídy. Velká odlišnost v modelování tříd v RDFS oproti objektově orientovanému programování je v obráceném přístupu. V objektově orientovaném programování se nejdříve definuje třída a poté se definují její atributy a metody (vlastnosti). V RDF Schema je přístup obrácený, definuje se vlastnost a ta se přiřadí k třídě
- *rdfs:range* – umožňuje definovat rozsah vlastnosti. Hodnota této vlastnosti musí být předem definovaná třída
- *rdfs:domain* – definuje příslušnost vlastnosti k třídě
- *rdf:type* – umožňuje zapsat tvrzení, že daný zdroj je instancí třídy
- *rdfs:subClassOf* – umožňuje popsat dědičnost mezi třídami. Třída je zděděná z rodičovské, přejímá její vlastnosti, které dále specializuje či konkretizuje. Je možno přidat další vlastnosti

⁵⁸ BRICKLEY, Dan, GUHA, R. V., RDF Vocabulary Description Language 1.0

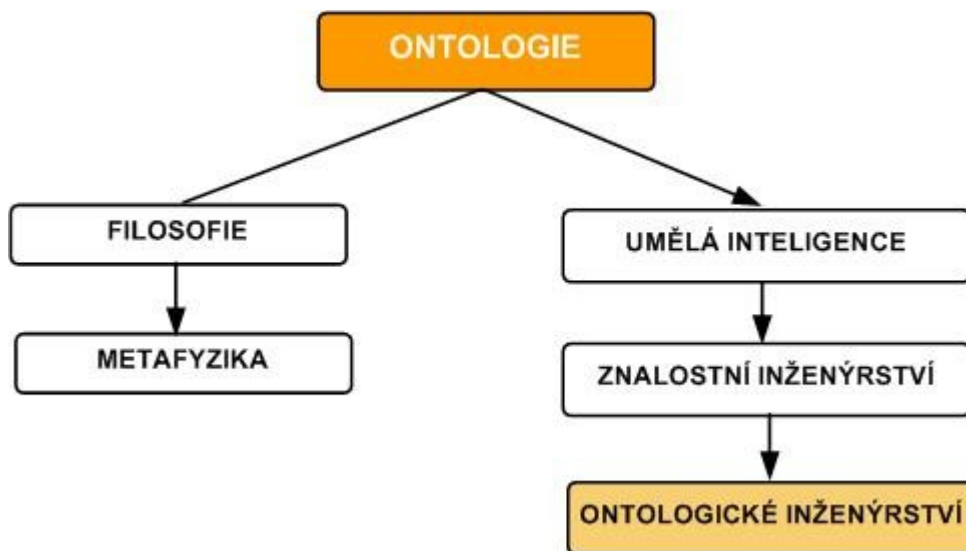
- *rdfs:subPropertyOf* – stejné jako *rdfs:SubClassOf*, ale vztahující se na vlastnosti. Tato možnost je běžným jazykům jako Java a C++ neznámá. Běžné programovací jazyky obvykle podporují dědičnost jen na úrovni tříd či rozhraní. Při důslednějším zamýšlení ale vyplývá, že tato možnost je zde přidána jako důsledek odlišnosti popisu tříd pomocí RDF Schema, na rozdíl od objektově orientovaného přístupu. Způsob přiřazování již existujících tříd již existujícím třídám neumožňuje ošetřit rozsah hodnot proměnné. V objektově orientovaném přístupu tuto možnost máme pomocí definování proměnné jako potomka libovolných tříd, či jako novou třídu
- *rdfs:label* – umožňuje definovat lidem srozumitelný název pro třídu
- *rdfs:cement* – umožňuje přidat k definici třídy srozumitelný popis
- *rdfs:seeAlso* – specifikuje zdroj, který umožňuje získat dodatečné informace k dané třídě
- *rdfs:XMLLiteral* – identifikuje konstantní hodnotu představující správně formátované XML

3.3 Ontologie

Vize sémantického webu předpokládá organizaci a provázanost informací umožňující jejich zpracování a pochopení nejen člověkem, ale i počítačem. Prostředkem k dosažení tohoto dlouhodobého cíle mají být mj. ontologie.

Pojem ontologie je znám již velmi dlouhou dobu v oblasti filosofie. Lze jej vyložit jako nauku o bytí, nebo také univerzální soustavu znalostí popisující jevy, zákonitosti a objekty světa. V oblasti informačních technologií se však pojem „ontologie“ začal objevovat až počátkem 90. let. V této oblasti vědy se význam slova ontologie rozšiřuje nejen na souhrny znalostí, ale i na metody získávání těchto znalostí. Účelem ontologií je podpora porozumění mezi lidmi, podpora komunikace mezi počítačovými systémy a podpora návrhu znalostně orientovaných systémů.⁵⁹

⁵⁹ SVÁTEK, Vojtěch, Ontologie a WWW



Obrázek č. 10 – vývojové větve pojmu Ontologie. [HUSÁKOVÁ, Martina, Znalostní technologie I.]

Definice pojmu ontologie v souvislosti s informační vědou existuje velké množství, ale jednou z nejnámějších formuloval v roce 1993 jeden z „duchovních otců“ ontologií Thomas R. Gruber:⁶⁰

„Ontologie je explicitní specifikace konceptualizace.“

Tato definice byla v roce 1997 upravena do konečné podoby W. Borstem:

„Ontologie je formální, explicitní specifikace sdílené konceptualizace.“

Explicitností ontologie je myšlen fakt, že znalosti, které ontologie obsahují, by měly být otevřeny všem. Neměly by tedy být ukryty jen v hlavě autora. Oproti původní definici T. Grubera je v druhé definici kladen požadavek na formálnost ontologie. Tím je myšlena možnost využití určitých jazyků s přesně definovanou syntaxí (případně i sémantikou) při tvorbě ontologie. Dále je zde pak požadavek na sdílení ontologie, protože ontologie by měla být vytvářena za účelem využívání širokou skupinou uživatelů a měla by být výsledkem shody názorů určitých zájmových skupin.⁶¹

Chápání ontologií v rámci informační vědy není příliš odlišné od chápání tohoto pojmu z filozofického hlediska – v obou případech jde především o zachycení

⁶⁰ SVÁTEK, Vojtěch, Ontologie a WWW

⁶¹ SVÁTEK, Vojtěch, Ontologie a WWW

konceptů našeho světa a jejich charakteristiku. Budování ontologií (ve smyslu znalostních struktur) je především za účelem:⁶²

- vzájemného sdílení informací a znalostí mezi lidmi (např. mezi experty a znalostními inženýry)
- vzájemného sdílení informací a znalostí mezi stroji (tzv. inoperabilita)
- vzájemného sdílení informací a znalostí mezi lidmi a stroji (ontologie by mohly být způsob, jak přiblížit lidský svět tzv. „softwarovým agentům“, kteří by pak mohli plnit specifické úkoly)

Ontologie jsou nejvyšší formou metadat. Jsou tvořeny jako pojmové sítě, buď zaměřené na určitý obor (doménu), nebo všeobecné. Vytvoření všeobecné – ve smyslu „všeobjímající“ ontologie v rámci webu však není reálné. Nelze vytvořit tak rozsáhlou slovní zásobu a syntaxi. I kdyby se to povedlo, pravděpodobně by se obecně neprosadila, protože na stejnou věc má i řada odborníků rozdílné pohledy. Vývoj proto jde opačným směrem doménových ontologií, které se samostatně vytvářejí pro určitou oblast. Tyto menší ontologie lze vzájemně provazovat a seskupovat do větších celků. Ontologie pro provozovatele knihovny tak může stavět na ontologii o literatuře a ontologii o uživatelích.⁶³

3.3.1 Základní struktura ontologií

Třídy (koncepty) – jsou základem znalostních ontologií. Je možné je definovat jako hierarchicky uspořádané množiny konkrétních objektů. (Zjednodušeně řečeno se jedná o množinu objektů (pojmu, jedinců) se stejnými vlastnostmi.) Příkladem třídy může být: „Město“, „Rostlina“...

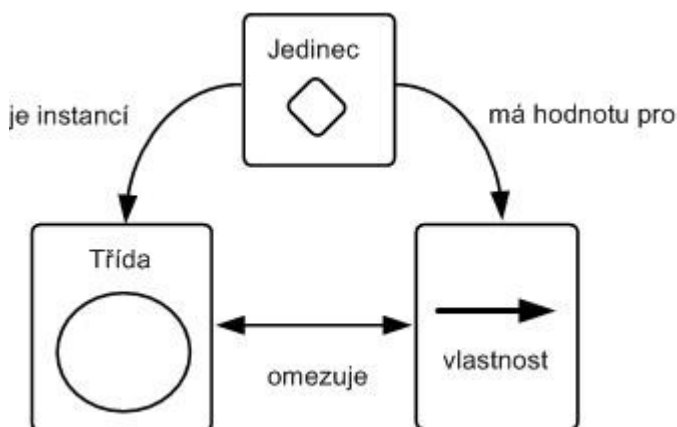
Individuum (jedinec) – znázorňuje konkrétní objekt reálného světa. Příkladem jedince může být: město „Mělník“, rostlina „tulipán“...

Relace (vlastnosti, vztahy) – vyjadřují vzájemné vztahy mezi jedinci.

⁶² HUSÁKOVÁ, Martina, Znalostní technologie I.

⁶³ HUSÁKOVÁ, Martina, Znalostní technologie I.

Omezení vlastností – je možné požadovat, aby konkrétní vlastnost existovala mezi určitými koncepty. Definujeme zde tzv. definiční obor a obor hodnot. Dále můžeme uvést, kolik jedinců se může relace účastnit.⁶⁴



Obrázek č. 11 – vzájemné vztahy mezi stavebními kameny ontologie. [HUSÁKOVÁ, Martina, Znalostní technologie I.]

3.3.2 Ontologické jazyky

Ontologie představují čtvrtou vrstvu v architektuře sémantického webu. Jazyky pro zápis ontologií určené pro použití v sémantickém webu staví na předchozích vrstvách. Vrstva XML definuje syntaxi na nejnižší úrovni. O stupeň výše je využito možností RDF a RDF schéma pro definování konceptu ontologie – jednotlivých tříd a jejich relací a atributů. Pro základní vypracování by tedy bylo možno použít již představené RDF, RDF schéma. Tyto jazyky ale nemají dostatečnou vyjadřující schopnost pro vytvoření složitější sémantiky.

V rámci ontologického inženýrství vzniklo poměrně velké množství projektů zaměřených na vývoj více či méně používaných formálních ontologických jazyků. Jedním z prvních projektů byl **Cyc** (název odvozen ze slova ecCYClopedia), který byl zahájen již v roce 1984. Cílem tohoto projektu bylo shromáždit všeobecné znalosti, které by sloužily jako doplnění k odborným znalostem ve znalostních systémech.⁶⁵

⁶⁴ HUSÁKOVÁ, Martina, Znalostní technologie I.

⁶⁵ SVÁTEK, Vojtěch, Ontologie a WWW

Dalším formálním jazykem byl **Ontolingua**, který vznikl počátkem 90. let. Hlavním cílem tohoto projektu bylo vytvoření jazyka, který by byl dostatečně přehledný a účinný, aby umožňoval sdílení ontologií mezi různými znalostními systémy. Nešlo tedy jen o reprezentaci ontologií, ale i o způsob jejich výměny. To však zapříčinilo omezené možnosti odvozování v tomto jazyce. Na základě toho začaly vnikat další jazyky, které se snažily tento problém vyřešit.⁶⁶

Mezi takové jazyky se dá zařadit například **OCML** (Operational Conceptual Modelling Language).

Pro potřeby sémantického webu však bylo nutné vytvořit jazyky, které by přidaly sémantiku do webových stránek. Prvním z takových jazyků byl **SHOE** (Simple HTML Ontology Extension). Ten umožňuje vkládat přímo do zdrojového kódu webových stránek metadata o objektech týkajících se těchto stránek a také ontologie definující sémantiku těchto metadat. Dalším z projektů podobného typu byl jazyk **Ontobroker**, který vznikal přibližně ve stejné době jako SHOE.

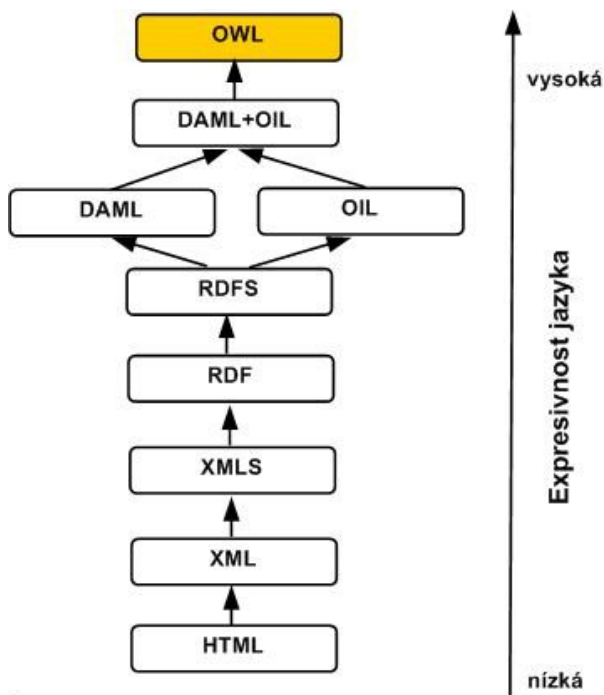
Novějším jazykem pro popis ontologií je tzv. **DAML+OIL**. Jak název napovídá, tento jazyk vznikl spojením dvou různých ontologických jazyků. Prvním z nich je jazyk DAML-ONT (DARPA Agent Mark-up Language). Tento projekt byl sponzorován vojenskou institucí DARPA a na jeho vývoji se podílela řada předních výzkumníků z oblasti sémantického webu. Hlavním cílem tohoto projektu bylo vytvořit sémantický jazyk pro RDF, který by měl větší vyjadřovací schopnost než RDFS. Druhým jazykem je OIL (Ontology Inference Layer), jehož základem je tzv. deskripční logika.⁶⁷

Dalo by se říct, že jazyk DAML+OIL byl počátečním bodem ve vývoji jazyku speciálně pro potřeby realizace vize sémantického webu. Dalším cílem bylo vytvořit jazyk, který by měl ještě bohatší sémantiku, byl kompatibilní s jazyky XML a RDF a zároveň by s jeho pomocí bylo možné odvozovat nové skutečnosti od těch

⁶⁶ SVÁTEK, Vojtěch, Ontologie a WWW

⁶⁷ SVÁTEK, Vojtěch, Ontologie a WWW

stávajících. Výsledkem tohoto snažení byl jazyk **OWL**. (Cesta k tomuto jazyku je graficky znázorněna na obrázku č. 12.)⁶⁸



Obrázek č. 12 – historický vývoj směřující k jazyku OWL. [HUSÁKOVÁ, Martina, Znalostní technologie I.]

3.3.3 OWL (Ontology Web Language)

OWL je značkovací jazyk, který vyvinulo (a nadále vyvíjí a rozšiřuje) konsorcium W3C. Byl navržen přímo jako webový ontologický jazyk a je dle doporučení konsorcia W3C jednou ze součástí sémantického webu (současné doporučení je z 10. března 2004).

Jazyk OWL je obohacen o další slovní zásobu, která umožňuje podrobnější zachycení vztahů mezi třídami: například relace mezi třídami, kardinalitu (např.: právě jeden), rovnost, více typů vlastností, charakteristiku (např.: symetrie) a vyjmenované třídy.⁶⁹

⁶⁸ HUSÁKOVÁ, Martina, Znalostní technologie I.

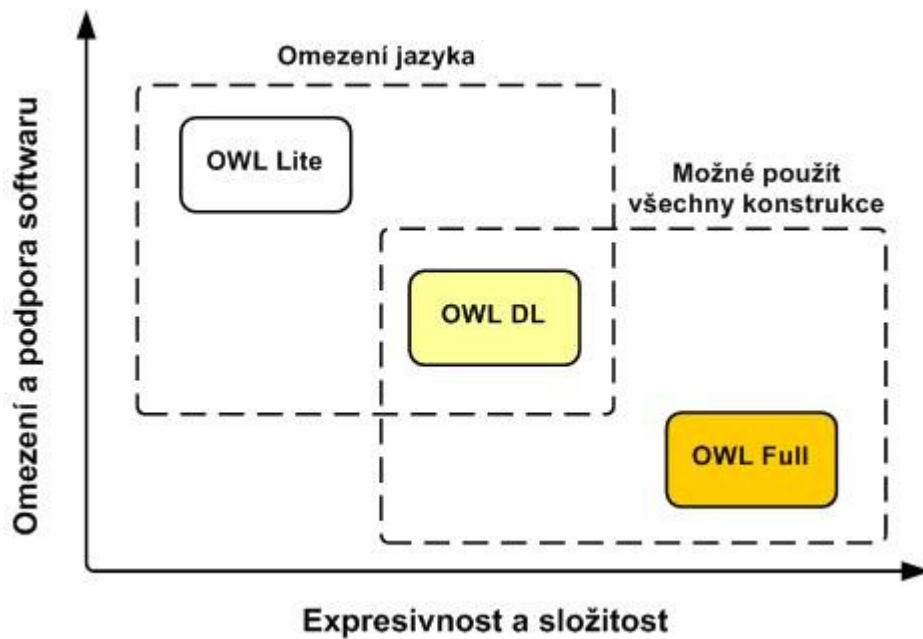
⁶⁹ VONDRÁK, Jakub, Úvod do sémantického webu

Součástí OWL jsou tři další podjazyky, které mají různě bohatou slovní zásobu (jejich vzájemné vztahy jsou graficky znázorněny na obrázku č. 13):^{70;71}

- **OWL Lite** – jde o nejjednodušší verzi jazyka OWL. Je určena především pro uživatele, kteří potřebují jen hierarchii tříd a jednoduché omezení. Například podporuje omezení kardinality, která umožňuje vytvářet kardinality o velikosti 0 nebo 1. Vzhledem k tomu, že je tato verze jednodušší, je také jednodušší vytvářet nástroje pro podporu toho to jazyka. OWL Lite má nižší formální složitost než verze OWL DL.
- **OWL DL** – tato verze je složitější než OWL Lite a je založena na deskripční logice (zkratka DL zde znamená *description logics*). V této verzi je možné realizovat tvorbu komplexnějších popisů a definice tříd. OWL DL zahrnuje všechny konstrukce jazyka OWL, ale ty mohou být použity pouze s danými omezeními.
- **OWL Full** – tato verze nemá žádná omezení. Je určena uživatelům, kteří požadují maximální výraznost a syntaktickou svobodu (jako u RDF), ovšem nezaručuje žádné výpočetní záruky. Dovoluje ontologiím, aby plně vystihla význam předdefinovaného (RDF nebo OWL) slovníku. Bohužel je nepravděpodobné, že vznikne nějaký software, který bude schopen plně podporovat každý rys verze Full.

⁷⁰ SMITH, Michael K. aj., OWL Web Ontology Language Guide

⁷¹ HUSÁKOVÁ, Martina, Znalostní technologie I.



Obrázek č. 13 – jednotlivé podjazyky OWL a jejich vzájemná provázanost. [HUSÁKOVÁ, Martina, Znalostní technologie I.]

Každý z těchto tří podjazyků je rozšířenou verzí toho předchozího, ve kterém může být plně vyjádřen a zároveň platí následující vztahy:⁷²

- Každá platná ontologie napsaná v OWL Lite je platná i v ontologii OWL DL
- Každá platná ontologie napsaná v OWL DL je platná i v ontologii OWL Full
- Každý platný závěr ontologie OWL Lite je zároveň platným závěrem ontologie v OWL DL
- Každý platný závěr ontologie OWL DL je zároveň platným závěrem ontologie v OWL Full

3.3.3.1 Hlavní komponenty jazyka OWL

Hlavními komponenty OWL ontologií jsou^{73,74}: **Třída** (Class), **Jedinec** (Individuals) a **Vlastnost** (Properties).

⁷² SMITH, Michael K. aj., OWL Web Ontology Language Guide

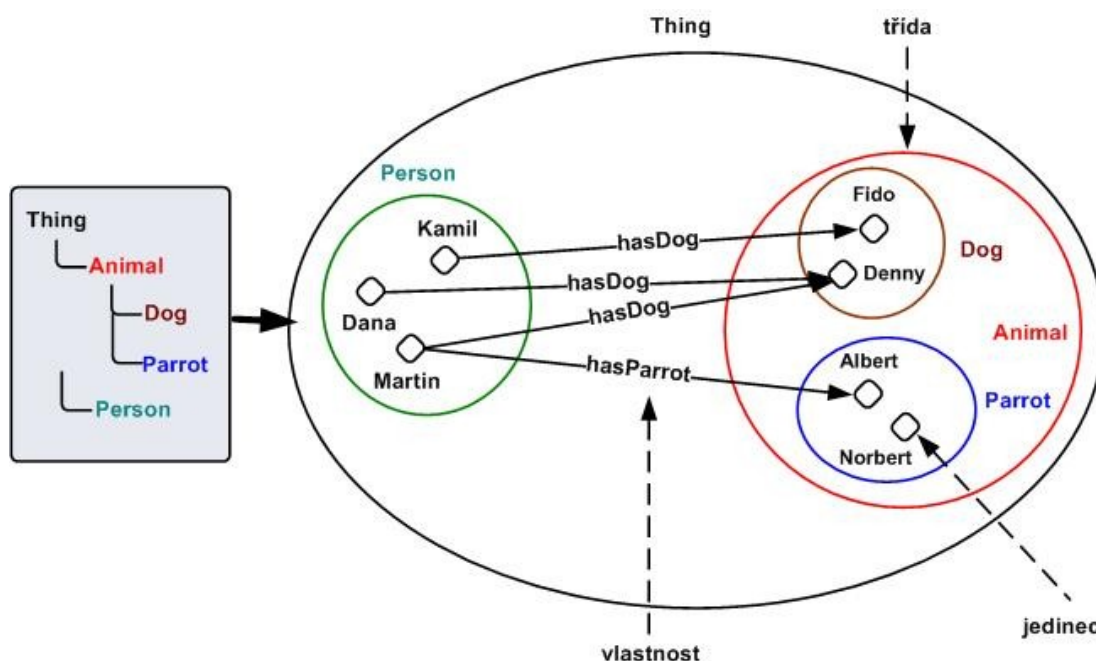
⁷³ SMITH, Michael K. aj., OWL Web Ontology Language Guide

⁷⁴ HUSÁKOVÁ, Martina, Znalostní technologie I.

Třída – tento pojem lze definovat jako soubor jedinců se stejnými vlastnostmi. Třídy lze hierarchicky organizovat do nadtříd a podtříd (superclasses a subclasses) a tím je ontologiím dána struktura. V OWL existuje množství předdefinovaných tříd, ale je také možné vytvořit třídy vlastní. Jednou z předdefinovaných je systémová nejobecnější třída *owl:Thing*. Do této třídy spadají všechny ostatní. Další předdefinovanou třídou je *owl:Nothing* – jedná se o opak třídy *owl:Thing*. V OWL není žádným způsobem nařízen způsob pojmenovávání tříd, ale při tvorbě vlastní ontologie je vhodné zavést si nějaká osobní pravidla. (Např. název každé třídy bude začínat velkým písmenem, názvy nebudou obsahovat diakritická znaménka apod.)

Jedinec – reprezentuje nějaký objekt domény. Jedná se o konkrétní výskyt – instanci třídy. Jeden konkrétní jedinec může být instancí jedné nebo více tříd.

Vlastnost – může být buď objektová nebo datatypová. Objektová vlastnost tvoří vztah mezi jedinci. Zjednodušeně řečeno vzájemně spojuje dva objekty. Datatypová vlastnost spojuje objekt s instancí určitého datového typu.



Obrázek č. 14 – grafické znázornění hlavních komponent jazyk OWL. [HUSÁKOVÁ, Martina, Znalostní technologie I.]

3.4 Webové služby

I když webové služby nepatří do základních technologií sémantického webu, pro jeho funkčnost jsou nezbytné. W3C zformovalo pro vývoj webových služeb skupinu, která vytváří specifikující dokumenty pro tuto technologii.

Webová služba poskytuje podle definice W3C řešení, jak spolu mohou aplikace komunikovat a vyměňovat si informace přes Internet. Prakticky se jedná o technologii, díky které je možné integrovat aplikace provozované na různých platformách a ovládat je prostřednictvím webového rozhraní.

Potenciál webových služeb je opravdu velký. Jejich využívání by mohlo znamenat velký přínos především pro firmy. Zejména proto, že doposud bylo velmi náročné slučovat jednotlivé aplikace, které jsou vytvářeny v mnoha různých programovacích jazycích a navíc jsou provozovány na různých platformách. Jejich vzájemná propojení proto většinou nefungují úplně bez problémů. Tento problém řeší právě webové služby, respektive standard XML, který je webovými službami využíván a značně usnadňuje komunikaci mezi aplikací a klientem.

Snahou tvůrců webových služeb je poskytnout uživatelům možnost přistupovat kdykoliv a kdekoliv k potřebným informacím – a navíc z libovolného zařízení: z běžného osobního počítače, notebooku, ale také z kapesního počítače nebo mobilního telefonu.⁷⁵

Mezi základní stavební kameny webových služeb patří:⁷⁶

- **SOAP** (Simple Object Access Protocol) – protokol pro vzdálené volání procedur. Umožňuje přenášet data zapsaná jako XML.
- **WSDL** (Web Services Description Language) – jazyk pro popis poskytovaných služeb. Popisuje k čemu je daná webová služba využitelná, kde je dosažitelná, a jak je možné ji vyvolat.

⁷⁵ KOZÁK, David, Jak fungují webové služby

⁷⁶ JIROUŠ, Vilém, Webové služby v knihovnictví

- **UDDI** (Universal Description, Discovery and Integration) – mechanismus pro nalezení služeb

Jak již bylo zmíněno, webové služby mají velký potenciál. V rámci sémantického webu by mohly umožnit automatizaci činností, jako například objednání, či rezervace letenek, objednání hotelového pokoje a další. Tuto činnost je dnes nutno vykonávat lidskými silami, přinejmenším v rámci vyplnění formulářů na internetových stránkách daných subjektů – leteckých přepravců, hotelů apod.

Webové služby jsou založeny na vzájemné interakci tří základních částí: poskytovateli služeb (Service Provider), registru služeb (Service Registry) a samozřejmě samotného klienta (Service Requestor).⁷⁷

- **Poskytovatel služeb** – jedná se o subjekt, který službu poskytuje. Je to softwarová či hardwarová platforma, která zabezpečuje provoz webových služeb.
- **Registr služby** – je místo, na kterém jsou uloženy informace o webových službách a jejich poskytovatelích. Jeho prostřednictvím mohou uživatelé vyhledávat poskytovatele a současně dostanou informace potřebné pro navázání komunikace s poskytovatelem služeb.
- **Klient** – z obchodního hlediska se jedná o toho, kdo vyhledává požadovanou funkci. Z hlediska architektury se jedná o aplikaci, která funkci volá.

Pro vzájemnou spolupráci jednotlivých částí je také nezbytné, aby byly jasně vymezeny operace, které zajistí vzájemnou interakci těchto částí. Jedná se o publikování, vyhledávání a propojení.⁷⁸

- **Publikování** – komunikace mezi poskytovatelem služeb a jejich registrem. Pokud by tato operace neexistovala, nebylo by možné webovou službu zpřístupnit klientům a bylo by znemožněno její použití v praxi.

⁷⁷ KOZÁK, David, Jak fungují webové služby

⁷⁸ KOZÁK, David, Jak fungují webové služby

- **Vyhledávání** – komunikace klienta s registrem služeb. Umožňuje uživateli zjistit potřebné informace o poskytovatelích webových služeb (respektive o samotných webových službách a jejich potenciálním využití).
- **Propojení** – interakce mezi poskytovatelem služeb a klientem, díky které je možné webovou službu využívat.

Dalo by se říct, že většina technologie webových služeb je dnes hotova, dají se tedy používat a v mnoha velkých i menších firmách jsou dnes využívány pro přenos dat mezi systémy.

4 KNIŽNÍ ONTOLOGIE

Speciálně pro účely této diplomové práce byla vytvořena vlastní knižní ontologie. Cílem této ontologie je demonstrovat možnosti modelování ontologií a praktické využití XML, RDF a OWL. Tato ontologie si však neklade za cíl popsat celou vybranou doménu – tedy pojem kniha a další s ní související pojmy. Vytvoření úplné a „všeobjímající“ ontologie je prakticky nemožné. Hranice ontologií jsou subjektivní záležitostí a záleží jen na autorovi, které pojmy a tím pádem třídy a vlastnosti do dané ontologie zahrne a které ne.

Před začátkem tvorby ontologie, je vhodné zamyslet se nad několika klíčovými otázkami:⁷⁹

1. za jakým účelem je ontologie tvořena
2. pro koho je ontologie určena
3. jaká oblasti se bude ontologie týkat a míra jejího rozsahu
4. v jakém jazyce bude ontologie vytvářena (angličtina, čeština...)
5. v jakém ontologickém jazyce a prostředí bude ontologie modelována

Pro tvorbu této ontologie bylo využito „open-source“ nástroje Protégé-OWL (verze 3.4 rc2). Ontologie byla vytvářena v českém jazyce (názvy tříd, podtříd, vlastností i jedinců jsou bez diakritických znamének – diakritika by totiž mohla působit problémy při zpracování ontologie, například při vizualizaci). Hodnoty vlastností u jednotlivých jedinců už diakritická znaménka obsahovat mohou, zde už problém se zpracováním nenastane.

Před tvorbou samotné ontologie jsem si vypsal klíčové pojmy, které mají dle mého názoru určitou vazbu na knihu jako takovou. Dále jsem z těchto pojmů určila ty, které budou v ontologii považovány za třídy a které za jejich vlastnosti. V průběhu tvorby ontologie jsem objevila několik dalších významných tříd a vlastností, které jsem do ní ještě začlenila.

⁷⁹ HUSÁKOVÁ, Martina, Znalostní technologie I.

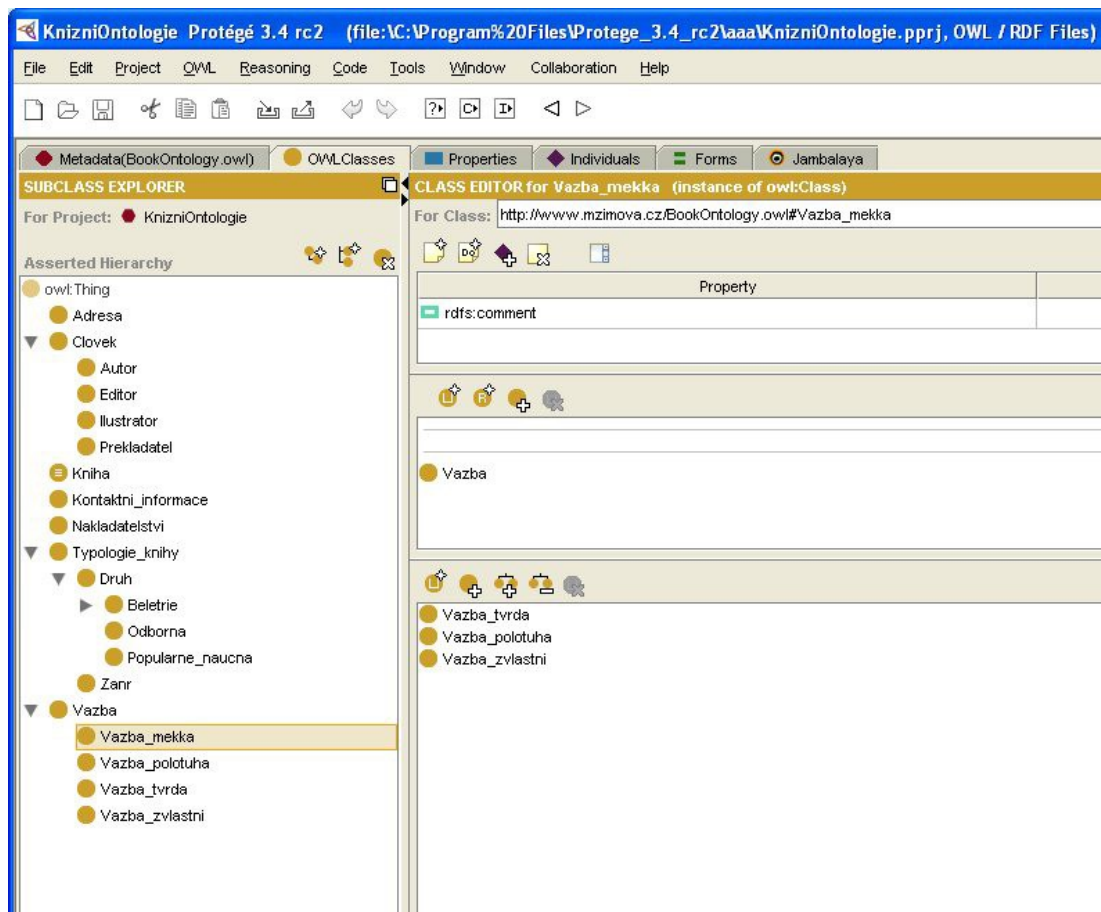
4.1 Editor Protégé-OWL

Protégé je open-source nástroj pro vývoj a správu ontologií a znalostníchází. Jedná se o freeware, je tedy možné ho volně stáhnout z Internetu, jeho použití je omezeno licencí „Mozilla Public Licence“. Protégé je vyvíjeno na Stanfordské Univerzitě v „[Stanford Center for Biomedical Informatics Research](#)“. Editor je implementován (vyvinut) v Javě a je tedy platformově nezávislý – funguje v různých operačních systémech: Windows, MacOS, Linux, Unix. Protégé je jedním z nejpoužívanějších editorů a mimo jiné také jeden z mála editorů, který je stále vyvíjen, a jsou k němu vytvářeny další přídatné balíčky. Editor lze stáhnout z adresy: <http://protege.stanford.edu/>.⁸⁰

Protégé může být také dále rozšiřován pomocí nejrůznějších pluginů (přídavných modulů). Asi nejzajímavější je plugin pro vizualizaci ontologií (např. OWLViz nebo Jambalaya). V aktuálně dostupných verzích Protégé jsou již tyto pluginy implementovány, ale pro správné fungování některých z nich, je nutné doinstalovat další podpůrné nástroje. Například plugin OWL Viz potřebuje pro správné fungování program GraphViz (nástroj pro vizualizaci grafů). Lze ho zdarma stáhnout z adresy: <http://www.graphviz.org/>.

Uživatelské rozhraní editoru je přehledné a celkově se s editorem pracuje velice příjemně. Prostředí editoru je rozděleno pomocí záložek na samostatné části. Nejdůležitější z nich jsou záložky týkající se tříd (karta OWL Classes), vlastností (karta Properties) a jedinců (Individuals). Jednotlivé karty je možné zapínat a vypínat v nastavení programu. Tam je také možné nastavit zobrazení dalších karet – například kartu pro OWLViz nebo Jambalayu.

⁸⁰ HORRIDGE, Matthew aj., *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools*



Obrázek č. 15 – náhled uživatelského rozhraní editoru Protégé.

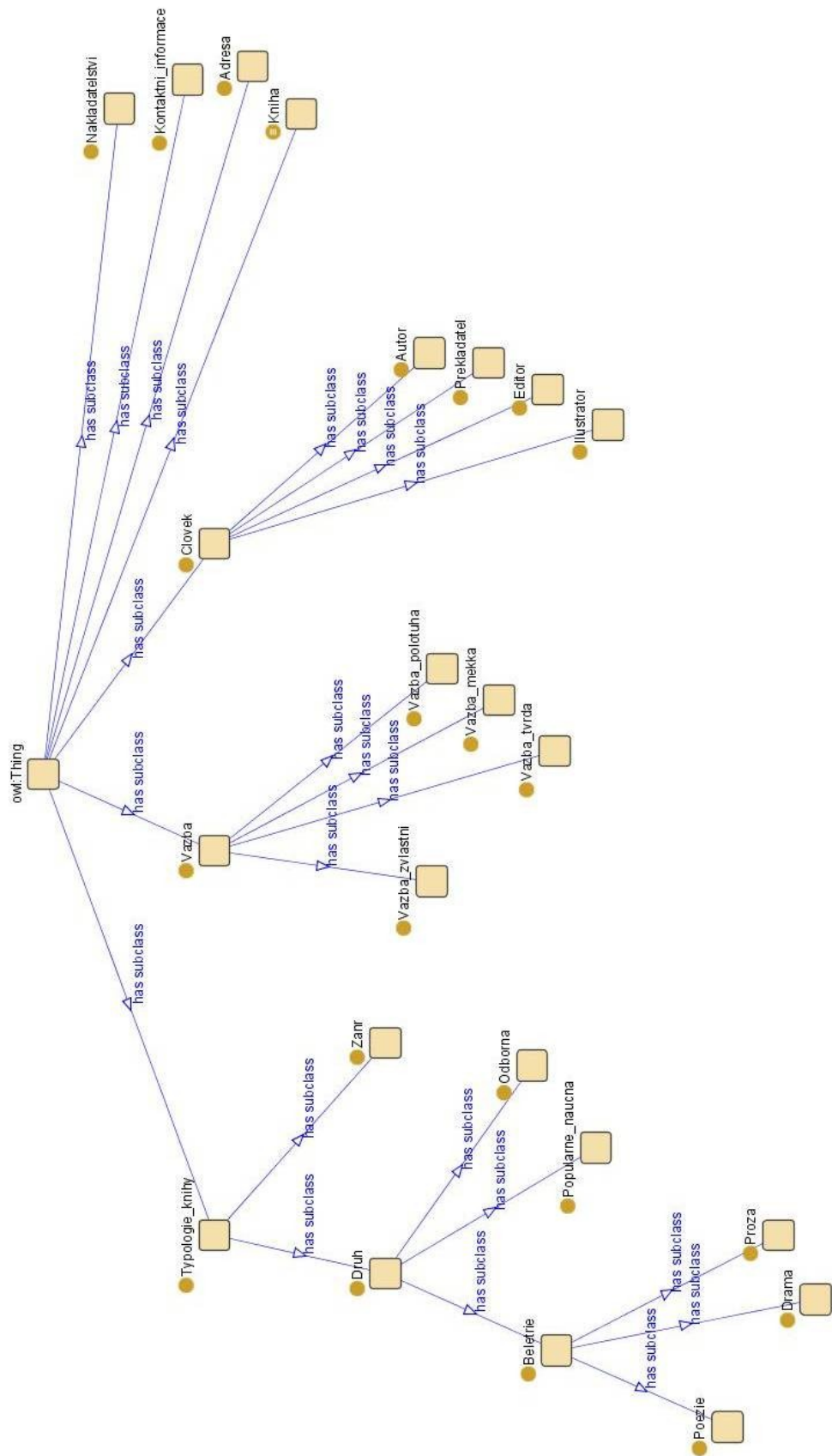
4.2 Vlastní knižní ontologie

Při tvorbě knižní ontologie jsem nejprve identifikovala hlavní třídy a k nim si postupně přidala další podtřídy a následně jejich instance. Jako hlavní kořenová⁸¹ (a předdefinovaná) třída je editorem Protégé určena třída *owl:Thing*. Platí zde jednoduché pravidlo: třídy, které jsou blíže hlavní třídě *owl:Thing* jsou obecnější. Třídy a podtřídy, které jsou od ní dál, jsou postupně více specifické (mají ještě nějaké další vlastnosti navíc, které se u obecnějších tříd nevyskytují). Ve vztahu třída – podtřída platí, že podtřída má všechny vlastnosti své nadtřídy a zároveň může mít i nějaké další zvláštní vlastnosti navíc. Podtřída je tedy speciálnější případ nadtřídy.

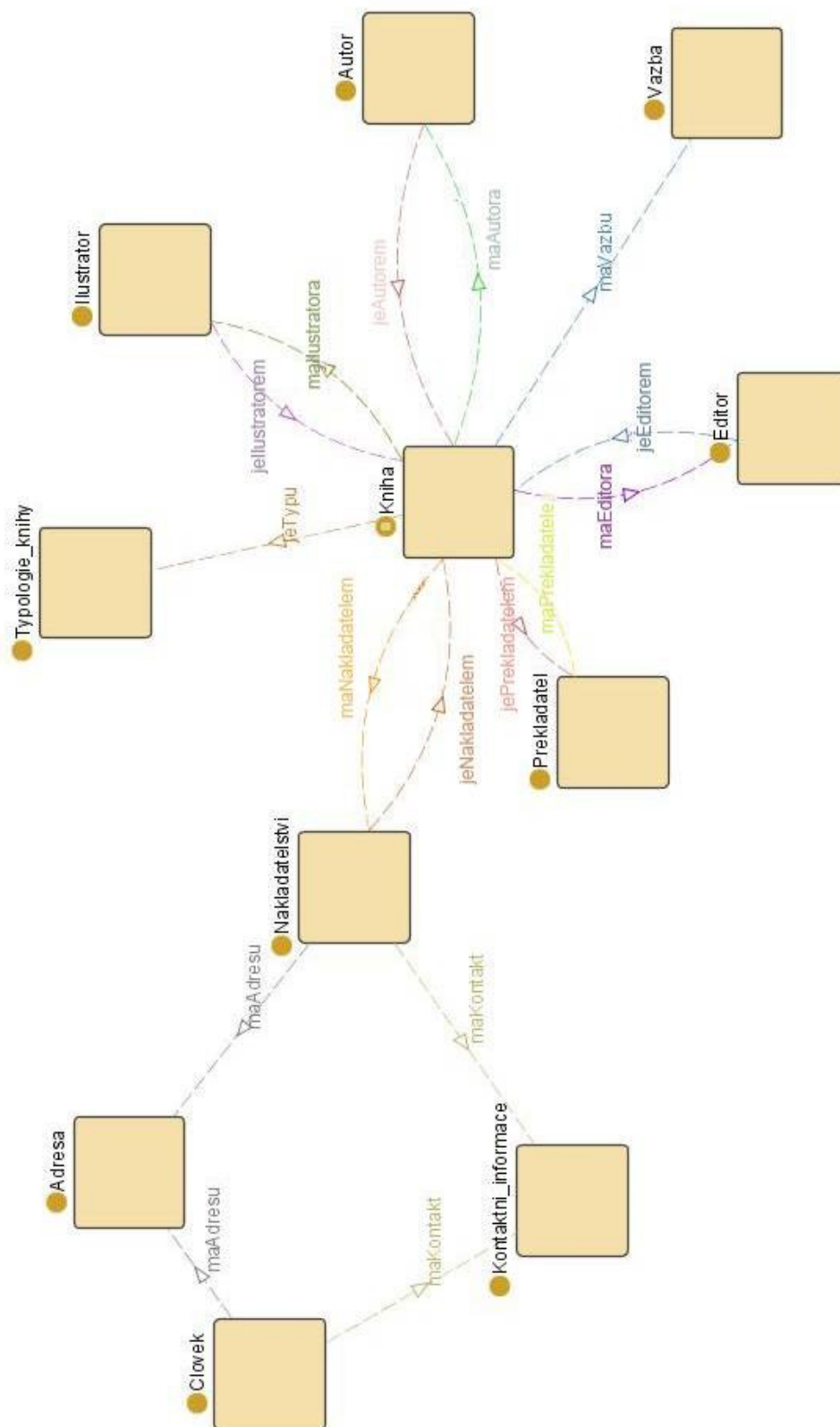
Jako hlavní třídy jsem stanovila třídy: **Knihy**, **Člověk**, **Nakladatelství**, **Vazba**, **Typologie knihy**, **Kontaktní informace** a **Adresa**. Většina z těchto tříd má i jednu nebo více podtříd. Podrobné členění je vidět na obrázku číslo 16 a 17. Na obrázku

⁸¹ Platí, že všechny ostatní třídy jsou potomkem této třídy.

číslo 16 jsou vidět všechny třídy a jejich podtřídy. Obrázek číslo 17 zobrazuje vybrané třídy a jejich vzájemné vlastnosti.



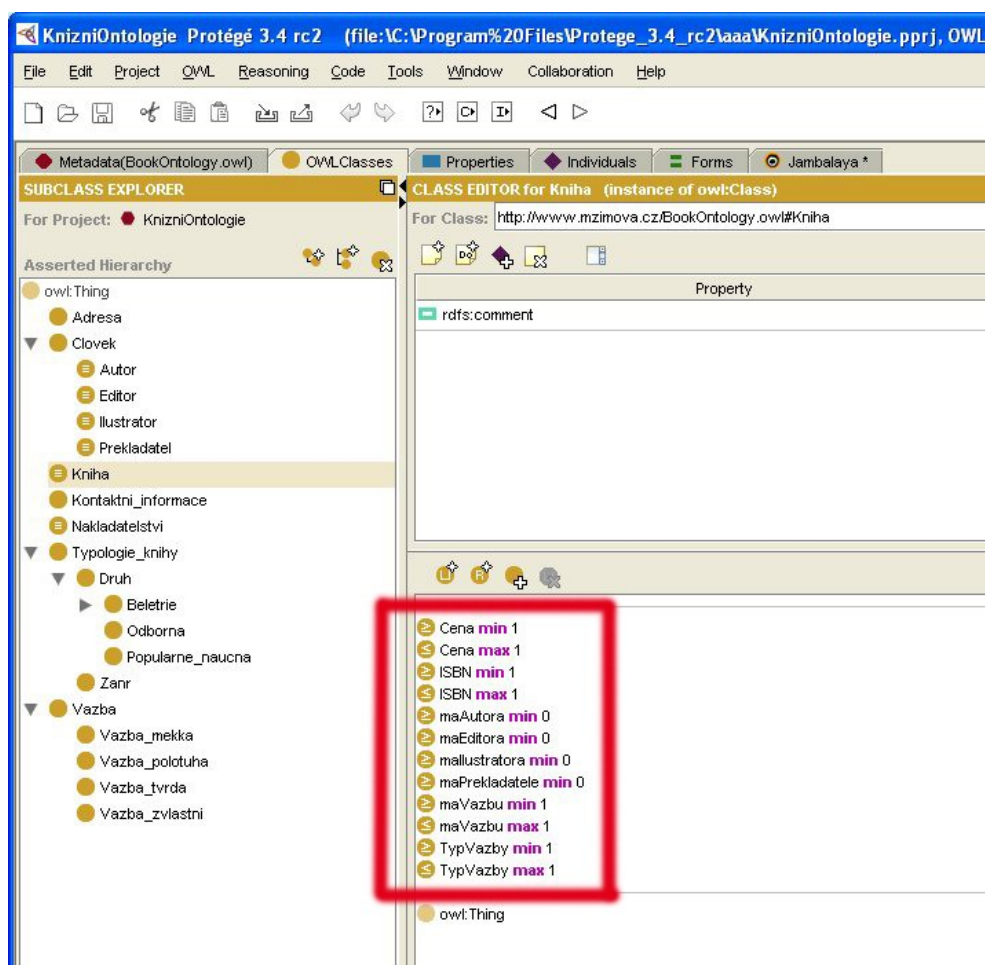
Obrázek č. 16 – grafické znázornění tříd a jejich podtříd.



Obrázek č. 17 – vybrané třídy jejich vlastnosti.

U některých tříd (a podtříd) bylo také vhodné definovat tzv. disjunktnost. Pokud říkáme o dvou třídách, že jsou disjunktní, znamená to, že nemůže existovat jedinec, který by patřil oběma třídám zároveň. Definování disjunktnosti není povinné, prakticky záleží jen tvůrci ontologie, jak on vidí realitu a jak se jí snaží zachytit. V případě knižní ontologie byla disjunktnost definována u třídy **Vazba** (respektive u jejích podtříd: **Vazba_měkká**, **Vazba_polotuhá**, **Vazba_tvrdá** a **Vazba_zvláštní**). Je to z toho důvodu, že pokud má jedna konkrétní kniha (jedinec) například vazbu V2 (instance třídy **Vazba_měkká**), není možné, aby měla zároveň například vazbu V7 (instance třídy **Vazba_tuhá**).

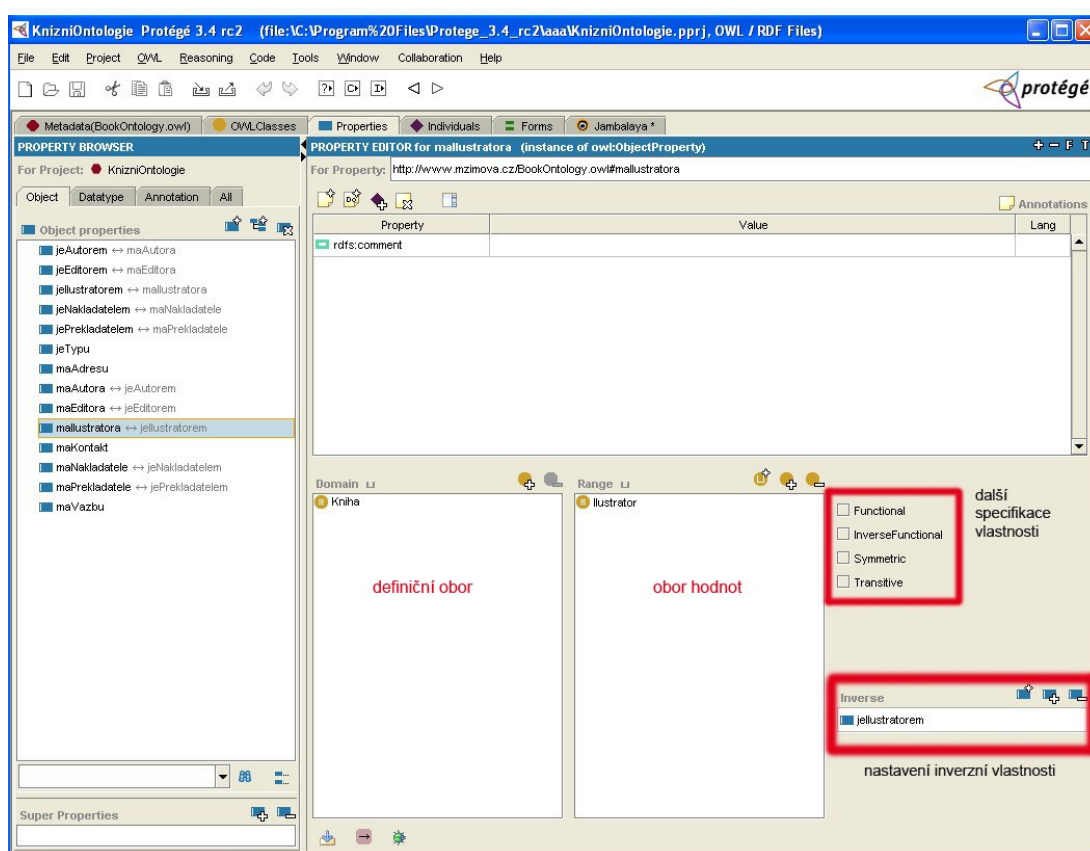
Podobně bylo také vhodné u některých tříd definovat tzv. kardinalitu – tedy vyčíslit počet vztahů, kterých se jedinec, náležející určité třídě, má účastnit. Například u třídy **Kniha** bylo stanoveno, že její instance mohou mít právě jednu cenu, ale více autorů, ilustrátorů apod. Podobně byla kardinalita stanovena i u ostatních tříd. Více je vidět na obrázku číslo 18.



Obrázek č. 18 – definování kardinality u třídy *Kniha*.

Dále bylo nutné stanovit vlastnosti pro jednotlivé třídy. To je možné udělat na kartě Properties. Vlastnosti umožní vyjádřit význam třídy, popsat ji nebo definovat. Každá vlastnost by měla mít definován definiční obor a obor hodnot – ty vymezují, mezi kterými třídami (resp. mezi kterými jedinci, z kterých tříd) je působení vlastnosti přípustné. Například u vlastnosti „**maAutora**“ je definičním oborem třída „**Kniha**“ a oborem hodnot třída „**Autor**“.

Navíc je také u některých vlastností vhodné uvést i tzv. inverzní vlastnost. Jedná se o vlastnost v opačném směru. Například vlastnost „**maAutora**“ má inverzní vlastnost „**jeAutorem**“.



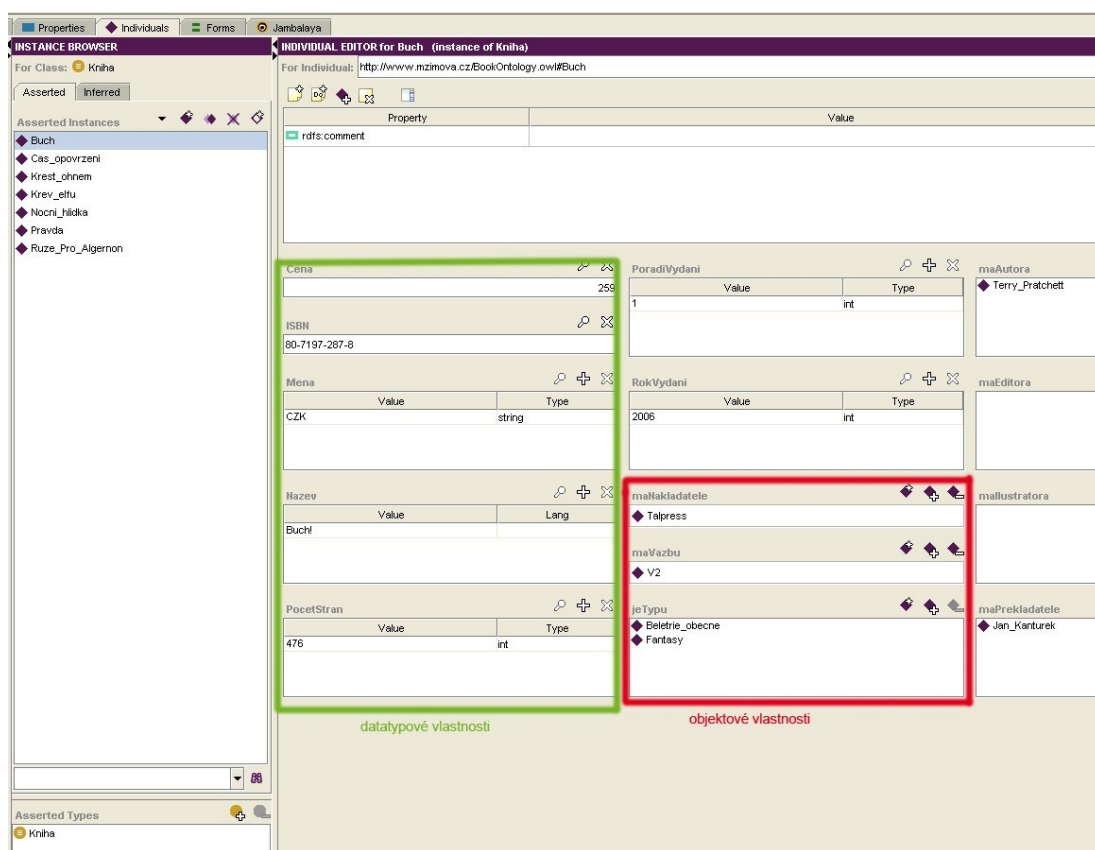
Obrázek č. 19 – náhled karty „vlastnosti“.

U vlastností je také možná jejich bližší specifikace. Například je možné stanovit, zda je vlastnost funkční, inverzně funkční, symetrická nebo transitivní. Funkční vlastnost je taková, že jeden jedinec může mít nejvýše jednu tuto vlastnost. (V případě knižní ontologie je to například vlastnost „**maNakladatele**“ nebo „**maVazbu**“). Symetrická a transitivní vlastnost nebyly v knižní ontologii použity. Význam těchto typů

vlastností je podobný jako v matematických disciplínách u pojmů transitivní a symetrická relace.⁸²

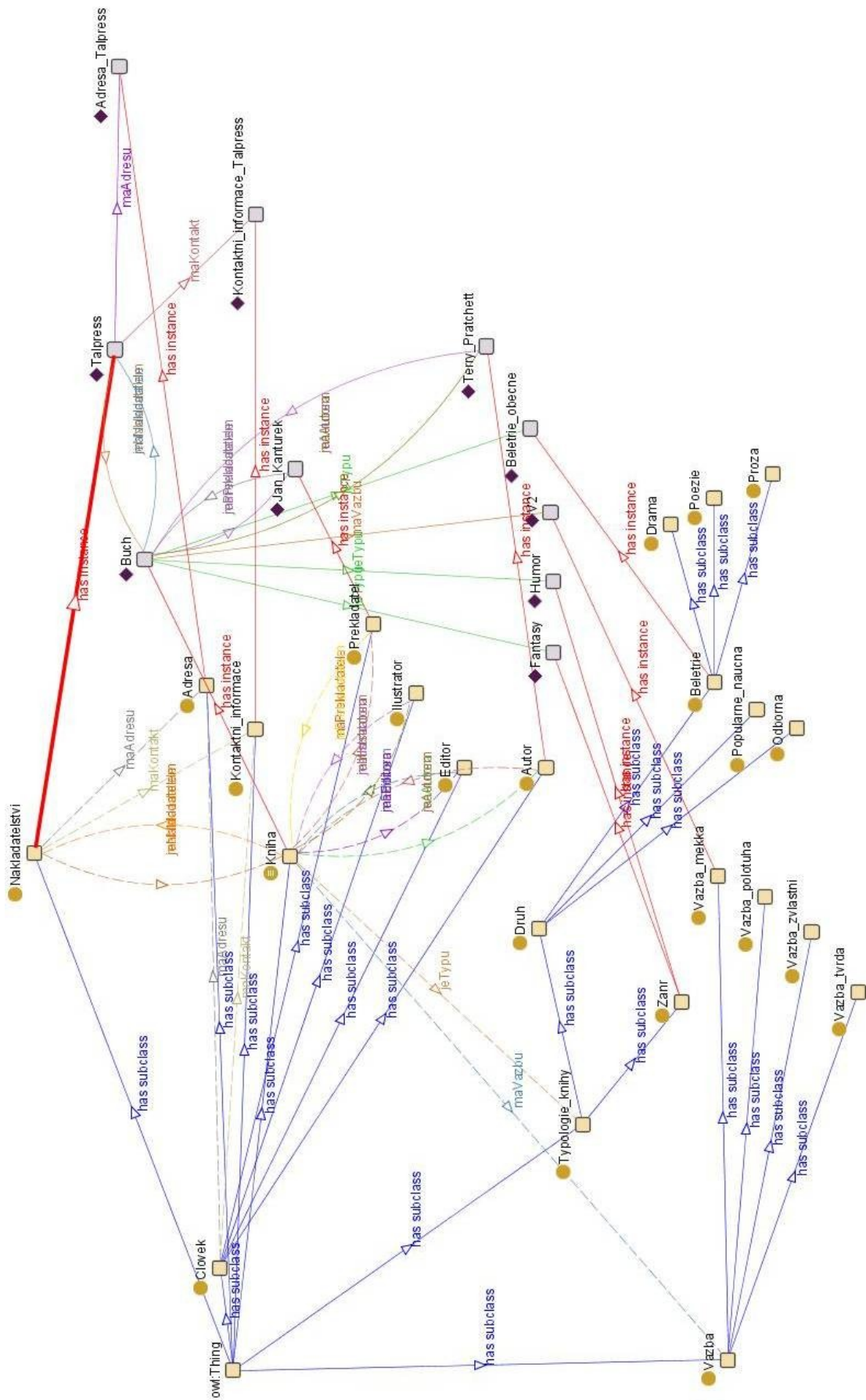
V rámci vytváření ontologie jsem vytvořila několik konkrétních jedinců, u kterých jsem vyplnila všechny předem definované vlastnosti. Příklad jednoho takového jedince je vidět na obrázku číslo 20 – jedná se o knihu Buch! Od autora Terryho Pratchetta.

Na obrázku číslo 21 je vidět vizualizace kompletní ontologie. Pro tuto vizualizaci jsem v celé ontologii ponechala jen jednoho jedince třídy kniha a jedince, které bylo nutné zanechat, protože mezi jedincem třídy kniha a danými jedinci existovala vazba.



Obrázek č. 20 – náhled karty „jedinec“.

⁸² Pokud je relace transitivní pak platí, že A relace B a B relace C, pak platí A relace C. Pokud je relace symetrická platí, když A relace B, pak B relace A.



Obrázek č. 21 – grafická vizualizace ontologie s jedním jedincem třídy „Kniha“.

Vytváření knižní ontologie byl relativně náročný úkol, který však umožnil praktické seznámení s problematikou ontologií jako takových. Díky editoru Protégé byla tvorba ontologie usnadněna. A to i přes to, že bylo nutné se nejdříve s editorem naučit pracovat. Celkově byla práce s Protégé poměrně snadná a bezproblémová. Jediná obtíž nastala při vizualizaci ontologie. Bohužel se mi nepodařilo zprovoznit plugin OWL Viz – respektive tento plugin z neznámých důvodů nepracoval správně. Nepodařilo se mi zjistit, kde nastala chyba, proto jsem pro vizualizaci ontologie použila jiný nástroj – konkrétně se jednalo o plugin Jambalaya. Ten již fungoval relativně správně. Nebyla jsem spokojena pouze se způsobem vyobrazení názvu jednotlivých vlastností. V případě inverzních vlastností totiž dochází k překrývání názvů a tím pádem jsou názvy téměř nečitelné. Pokud to bylo jen trochu možné, upravila jsem výsledné obrázky ve Photoshopu.

5 PŘÍNOS SÉMANTICKÉHO WEBU

Jak již bylo zmíněno, sémantický web na své uvedení v širším rozsahu teprve čeká. World Wide Web tak, jak ho známe dnes, vděčí za svůj úspěch mimo jiné i jednoduchosti a srozumitelnosti jazyka HTML. Díky tomu (a s pomocí poměrně velkého množství HTML editorů) se mohl i úplný začátečník během několika hodin naučit vytvářet funkční webové stránky. Oproti tomu sémantický web vyžaduje od autora stránek alespoň základní znalost jazyka XML a RDF respektive by měl ovládat i základní teoretické poznatky důležité k tvorbě ontologií (a případně i základy některého ontologického jazyka).⁸³

Jedna z vizí tvůrců sémantického webu počítá se zásadní změnou formy poskytování dat na Internetu. Dokumenty mají být přesně označovány, což umožní automatizovaným vyhledávacím nástrojům výrazně zlepšit orientaci jak uvnitř dokumentu, tak mezi jednotlivými dokumenty navzájem. Vyhledání konkrétní informace v takovém prostředí je pak daleko rychlejší než v prostředí dnešního Internetu.

Praktický přínos sémantického webu bude tedy asi nejzřejmější v oblasti vyhledávání informací. Zatímco při hledání na dnešním webu např. slova “koruna”, nemůžeme určit, zda nás zajímá koruna ve významu měny nebo ve významu odznaku královské moci, v prostředí sémantického webu bude takové rozlišení možné. Relevance získaných výsledků vyhledávání bude tedy mnohem vyšší.

Pokud se tedy naplní idea sémantického webu a do budoucna budou všechny webové stránky obsahovat spolu se samotným textem i sémantické značky, tak bude možné realizovat různé vyhledávání:⁸⁴

- Vyhledávání informací (information retrieval, IR) – identifikace relevantních dokumentu a jejich řazení podle míry vhodnosti.

⁸³ SVÁTEK, Vojtěch, *Ontologie a WWW*

⁸⁴ SKLENÁK, Vilém, *Sémantický web*

- Jednoduché odpovědi na otázky (simple question answering, Q&A) – např. „Kdo je prezidentem České republiky?”
- Komplexní odpovědi na otázky (complex question answering) – např. „Jaká je současná politická situace v Iráku?”

Technologie sémantického webu své uplatnění najdou (respektive už nacházejí) také v oblasti medicíny. Například by bylo možné zlepšit vykazování výkonů zdravotnickým pojišťovnám. Mohlo by dojít ke zpřesnění a ke zrychlení sběru a zpracování různých statistických dat, což by v rámci zpětné vazby přispělo k lepšímu a ekonomičtějším řízení zdravotnictví jako celku. Vrcholem ontologického inženýrství by pak mohly být aplikace v oblasti umělé inteligence – tzv. lékařské expertní systémy.⁸⁵

V sémantickém webu však nejde jen o vyhledávání. Inteligentní agenti (k danému účelu stvořené programy) pracující v prostředí sémantického webu by měli být schopni informace nejen nacházet, ale také je kombinovat, navzájem si je vyměňovat a předkládat je v ucelených přehledech. Měli by být např. schopni objednat vás na nejbližší termín k zubaři (tedy: najít zubaře ve vašem okolí, porovnat jejich volné termíny s vašimi atp.), rezervovat letenku, hotel atd. Inteligentní agent by dokázal prodat i staré auto a na základě zadaných parametrů vybrat auto nové, porovnat ceny u různých prodejců a nabídnout nejvýhodnější nákup.

5.1 Praktické využití technologií sémantického webu

Sémantický web má za sebou již několikaletý výzkum, ale jako celek se nachází teprve na počátcích svého vývoje. Jeho technologie jako takové jsou však už v podstatě připraveny a v rostoucí míře se začínají využívat v mnoha oblastech. Již dnes tak existuje řada aplikací, které sémantický web svým způsobem předznamenávají.

Pro běžného uživatele je asi nejznámější aplikací standard **RSS**. Tato aplikace slouží k shromažďování a výměně informací o obsahu webových zdrojů. RSS umožňuje jednoduchým způsobem zjišťovat novinky na stránkách, které daného

⁸⁵ MENOŠEK, Jiří, *Medicína a sémantický web*

uživatelé zajímají. K využití RSS zdrojů stačí specializovaná RSS čtečka. Většina prohlížečů už má takovou základní čtečku integrovanou. Je však možné stáhnout i různá rozšíření, která umožní s RSS pracovat lépe.⁸⁶

Komunita zabývající se vývojem standardu RSS je bohužel poměrně dost rozštěpená, takže vznikající standardy jsou navzájem nekompatibilní. Shoda neexistuje ani ve výkladu zkratky RSS. Ta je nejčastěji vykládána jako Rich Site Summary, ale i RDF Site Summary či Really Simple Syndication.⁸⁷ Aktuální verze RSS 2.0.11 byla vydána 30. března 2009.

Sémantické technologie se také začínají používat ve firemním prostředí. Jsou ve firmách využívány například k podpoře správy interních dat a integraci firemních dat a dat dodavatelů.

Většina firem má dnes svá data je uložena v nestrukturované podobě. Znalostní pracovníci mají sice přístup k nepřehlednému množství informací z mnoha různých zdrojů, ale nalezení informací vhodných k realizaci zadaných úkolů nebo řešení různých problémů je pro ně stále těžší. Tento problém pomáhají řešit právě sémantické technologie. Propojením nestrukturovaného obsahu s doménovými ontologie (tomuto propojení se říká sémantická anotace dokumentů a představuje přidání sémantických metadat) je možné mnohem inteligentnější vyhledávání.⁸⁸

Velké firmy používají ke svému chodu více různých informačních systémů (např. systém pro správu lidských zdrojů, CRM systém, ERP systém apod.⁸⁹). Každý z těchto systémů má obvykle svůj vlastní datový model, který je nekompatibilní s ostatními, a to ztěžuje případnou výměnu dat. Obvykle je nutná ruční integrace dat

⁸⁶ ZEMÁNEK, Jan, Sémantické technologie a jejich aplikace

⁸⁷ MATULÍK, Petr, PITNER, Tomáš, Sémantický web a jeho technologie (2)

⁸⁸ CITO VAT Zemánek Sem technologie a jejich aplikace

⁸⁹ **CRM** (Customer relationship management) - databázovou technologií podporovaný proces shromažďování, zpracování a využití informací o zákaznících firmy. **ERP** (Enterprise Resource Planning) - informační systém, který integruje a automatizuje procesy související s produkčními činnostmi podniku (např. výroba, distribuce, správa majetku, prodej, fakturace, účetnictví). [Wikipedia : the free encyclopedia that anyone can edit]

nebo nákup nějakého softwaru, který tento problém vyřeší (pořizovací cena takového softwarového řešení je však poměrně vysoká). Technologie sémantického webu by mohly elegantně tyto problémy řešit, protože by došlo k integraci dat ze všech těchto systémů pomocí jedné ontologie. Ontologie totiž dokážou poskytnout jednotnou přístupovou vrstvu k datům z více zdrojů.⁹⁰

Další oblastí, kde už technologie sémantického webu našly své uplatnění, je medicína. Na internetu existuje celá řada ontologií z biomedicínských oborů. Jednou asi z nejznámějších a hlavně nejpoužívanějších medicínských ontologií je tezaurus deskriptorů MeSH (Medical Subject Headings), který je dílem Národní lékařské knihovny USA. MeSH je ontologický slovník, který se používá zejména pro ukládání a zpětné vyhledávání vědeckých lékařských informací a v medicínských bibliografiích. Je také jedním ze základních kamenů projektu UMLS (Unified Medical Language System). UMLS je koncipován tak, aby mohl být využíván jako sjednocovací dorozumivací prvek v systémech, ve kterých se setkávají různé druhy informací – např. patientské záznamy, vědecká literatura, různé směrnice apod.⁹¹

5.2 Sémantický web vs. Web 2.0

Poprvé se výraz Web 2.0 objevil v roce 2004, když vydavatelství O'Reilly a zástupci firmy Medialive International hledali vhodný název pro společně pořádanou konferenci. Na další popularizaci tohoto pojmu se podílí přímo Tim O'Reilly. Ten se také v roce 2005 ve svém článku pokusil charakterizovat základní principy Webu 2.0. Na Webu 2.0 jsou uživatelé nejen čtenáři, ale také spoluvůrci obsahu. Tento obsah je strukturovaný, znovupoužitelný a uživatelé si definují, jak a jaké informace uvidí.⁹²

Otázka vztahu mezi Webem 2.0 a sémantickým webem se zákonitě začala diskutovat velmi krátce po vymezení pojmu Web 2.0. Názory jsou různé. Pro někoho je sémantický web již zastaralý a Web 2.0 to právě (obvykle vyjadřováno jednoduchou větou: „*Web 2.0 is killing Semantic Web.*“). Jiné názory naopak poukazují na

⁹⁰ ZEMÁNEK, Jan, Sémantické technologie a jejich aplikace

⁹¹ MENOŠEK, Jiří, Medicína a sémantický web

⁹² AMBROŽ, Jan, Web 2.0

skutečnost, že Web 2.0 nepřináší nic nového a že se jedná pouze o marketingový tah firem z oblasti informačních technologií.⁹³

Pravda je někde uprostřed. Ve skutečnosti toho mají Web 2.0 a sémantický web mnoho společného. V obou případech jde hlavně o integraci dat a o sdílení a znovupoužitelnost dat v rámci různých komunit. Vzhledem k tomu, že se oba přístupy vhodně doplňují (Web 2.0 představuje platformu (technologie) a sémantický web pak význam) a rozhodně si mají co nabídnout (Web 2.0 „neumí“ integraci mezi aplikacemi a sémantický web „neumí“ atraktivní rozhraní), bylo by mnohem výhodnější uvažovat o vzájemném provázání.⁹⁴

Jako možná kombinace myšlenek sémantického webu a Webu 2.0 se nabízí hned několik konkrétních myšlenek:⁹⁵

- **Sémantické wiki** – snaha o nalezení metody jak sémanticky anotovat obsah wiki. Díky tomu by bylo možné popisovat obsah pomocí RDF a OWL.
- **Sémantické blogování** – pomocí strojově čitelných RSS by mohlo dojít k distribuci a slučování podobných informací z různých zdrojů.
- **Sémantický desktop** – mohl by uživateli umožnit snazší orientaci ve svých datech.
- **Práce s ontologiemi a folksonomiemi** – jde o zachování svobodné anotace obsahu, ale pro prohlížení nebo vyhledávání by se používala ontologie.

Velice rychle se ukázalo, že orientace na uživatele ve smyslu spoluautora a ne jen konzumenta webu je více než správná. Svědčí o tom úspěch portálů jak je např. Del.icio.us (záložky, organizace internetového obsahu), Last.fm (osobní internetové rádio), Flickr (sdílení fotografií, tagování), Digg (aktivní zpravodajský server) nebo MySpace (sociální síť).⁹⁶

⁹³ SKLENÁK, Vilém, Web 2.0 vs. sémantický web

⁹⁴ SKLENÁK, Vilém, Web 2.0 vs. sémantický web

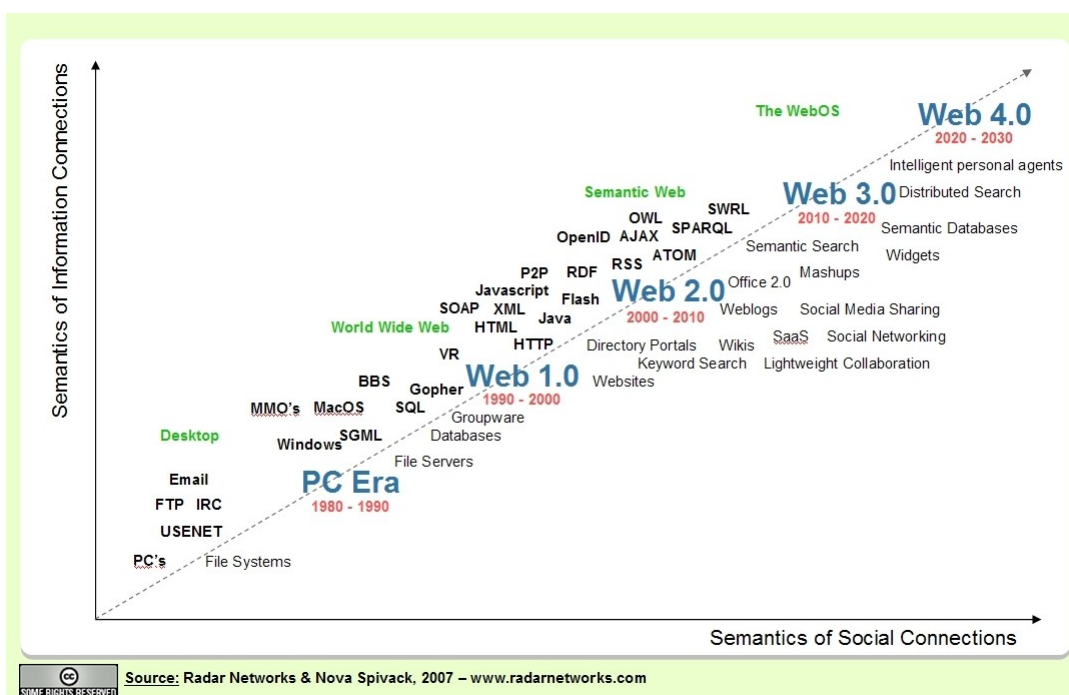
⁹⁵ SKLENÁK, Vilém, Web 2.0 vs. sémantický web

⁹⁶ JAVŮREK, Adam, TŘEŠNÁK, Petr, Velký třesk má jméno Web 2.0

Nedlouho po vymezení pojmu Web 2.0 se začalo hovořit i o Webu 3.0. Tento termín poprvé použil v roce 2006 Jeffrey Zeldman, který na svém blogu právě Web 2.0 kritizoval. Velice jednoduchým a dobře srozumitelným vymezením pojmu Web 3.0 je následující rovnice:⁹⁷

$$\text{Web 2.0} + \text{sémantický web} = \text{Web 3.0}$$

I přesto, že Web 2.0 teprve zaznamenává první úspěchy a Web 3.0 je zatím „v plenkách“, začínají se už objevovat vize o Webu 4.0. Jak je vidět na obrázku číslo 22, následující vývoj webu bude směřovat k jednomu důležitému cílu: „dát webu smysl. A sémantický web je dalším krokem jak tento cíl naplnit. Jde o rozumný kompromis, který web posune kupředu.“⁹⁸



Obrázek č. 22 – stručná historie webu a nástin jeho budoucího vývoje. [KASÍK, Pavel, Web 3.0 vám bude rozumět, Web 4.0 se s vámi bude dohadovat]

Jestli web právě prochází převratnou revolucí nebo ne, není pravděpodobně nikdo schopný s úplnou jistotou říct. Jedno je však jisté – web se mění – a doufejme, že k lepšímu. Při hledání podkladů pro tuto diplomovou práci jsem našla jedno velmi

⁹⁷ SKLENÁK, Vilém, Web 2.0 vs. sémantický web

⁹⁸ KASÍK, Pavel, Web 3.0 vám bude rozumět, Web 4.0 se s vámi bude dohadovat

povedené video „The Machine is Us/ing Us“⁹⁹, které pěkným způsobem ukazuje, jaký web byl a jaký je nyní. Bohužel není možné podělit se o toto video přímo na stránkách diplomové práce, proto zde alespoň uvádím odkaz na stránku, kde si ho zájemci mohou prohlédnout:

http://www.youtube.com/watch?v=NLIgopyXT_g&feature=channel

⁹⁹ Toto video bylo vytvořeno profesorem kulturní antropologie Michaellem Weschem z Kansaské státní univerzity.

6 ZÁVĚR

I přes to, že během několika posledních let byl v oblasti informačních technologií zaznamenán velký pokrok, web stále zůstává nástrojem, díky kterému mohou k informacím přistupovat výlučně lidé. Sémantický web představuje novou generaci webu, kde budou informace prostřednictvím speciálních technologií opatřeny strojově zpracovatelnými metadaty. Zjednodušeně řečeno, počítače budou schopny „pochopit“ význam dat vystavených na webu a dále s nimi pracovat. Cílem sémantického webu je překonat omezení současného webu, a to prostřednictvím standardů pro reprezentaci dat na webu.

Ačkoliv má sémantický web za sebou již několikaletý výzkum, stále se nachází v počátečním období svého vývoje. Technologie sémantického webu jako takové jsou už v podstatě připraveny – především díky snahám konsorcia W3C. Velký pokrok byl zaznamenán zejména v oblasti značkovacích jazyků, ale i v oblasti reprezentace znalostí a ontologií. Pokračovat bude také vývoj aktivních komponentů, které budou nabízet uživatelům inteligentní služby. V první řadě půjde o webové služby pro přístup k informacím a e-business.

Přestože je tedy myšlenka sémantického webu stará již řadu let, stejně tak jako již existují platné standardy a koncepce, je k realizaci této vize stále daleko. Otázka, zda budou naplněny všechny vize tvůrců sémantického webu je stále nezodpovězená. Jisté ale je, že vývoj sémantického webu postupuje stále kupředu.

Již dnes existuje řada aplikací, které sémantický web svým způsobem předznamenávají. Jedná se například o dnes již hodně známé RSS aplikace, která slouží k shromažďování a výměně informací o obsahu webových zdrojů. V praxi se již také používají tzv. webové služby. Ty jsou používány pro výměnu informací na webu nebo ve velkých korporacích v rámci přenosu dat mezi aplikacemi.

V průběhu tvorby diplomové práce jsem se seznámila s technologiemi, které jsou pro sémantický web nepostradatelné. Myslím si že, praktická realizace sémantického webu je ještě v nedohlednu, ale mohla by způsobit další boom v oblasti informačních technologií a posílit roli počítače jako pomocníka běžného uživatele při vykonávání běžných činností.

Podle mého názoru může na aktuálním webu publikovat každý, kdo je schopný osvojit si základy HTML. Publikování článku, který by vyhovoval požadavkům sémantického webu, je mnohem náročnější. Od autora jsou vyžadovány větší znalosti z oblasti ontologických jazyků.

Dalším problémem, který stojí sémantickému webu v cestě, jsou samotní uživatelé – respektive tvůrci webu. Běžný uživatel Internetu bude využívat takové technologie, které mu poskytnou nějaký reálný užitek a nebudou navyšovat objem práce nutný k publikaci dat na webu. Nástup sémantického webu by mohl být urychlen motivací uživatelů, jejichž webové stránky by díky používání nových technologií byly například internetovými vyhledávači nějakým způsobem zvýhodňovány při vyhledávání.

Důležité je, aby byl sémantický web uveden v „život“ a překonal počáteční fázi vývoje, kdy bude používán pouze několika málo institucemi. V okamžiku, kdy bude dostatečně rozšířen, lze očekávat exponenciální nárůst webových stránek, které budou vyhovovat jeho standardům. Ostatně podobně tomu bylo i v případě současného webu. Jeho používání bylo zpočátku výsadou lidí z akademického prostředí. Až poté začal být využíván v komerční sféře a následně i běžnými uživateli.

Přechod z dnešního webu na web sémantický bude tedy postupný. Myšlenky sémantického webu se budou i nadále vyvíjet a integrovat do současného webu, i když pravděpodobně v podstatně minimalističtější podobě než se původně předpokládalo. Možná se dokonce objeví zcela nové technologie, které sémantický web nahradí a dočkají se globálního rozšíření.

Celé přemýšlení o sémantickém webu by se dalo zakončit výstižným citátem Tima Berners-Leeho:

„Nejzajímavější na sémantickém webu není to, co si dokážeme představit, že s ním půjde dělat, ale to, co si představit nedokážeme. Stejně jako jsme si před deseti lety neuměli představit možnosti současného webu.“¹⁰⁰

¹⁰⁰ ŠVIHLA, Martin, Budúcnosť informačnej pavučiny 1

POUŽITÁ LITERATURA

AMBROŽ, Jan. Web 2.0 : Bulbina nebo nový směr webu?. *Lupa.cz : server o českém internetu* [online]. 27.4.2007 [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.lupa.cz/clanky/web-2-0-bublina-nebo-novy-smer-webu/>>. ISSN 1213-070.

BECKET, Dave. RDF/XML Syntax Specification (Revised) : W3C Recommendation. *World Wide Web Consortium* [online]. 10.02.2004 [cit. 2009-03-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.w3.org/TR/rdf-syntax-grammar/>>.

BEDNÁŘ, Vojtěch. RSS v moderním světě. *Lupa.cz : server o českém internetu* [online]. 24.1.2006 [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.lupa.cz/clanky/rss-v-modernim-svete>>. ISSN 1213-070.

BENDA, Ludvík. Je sémantický web řešením? *Vesmír* [online]. Únor 2005, roč. 84, č.2 [cit. 2009-02-24]. Dostupný na WWW: <<http://www.vesmir.cz/clanek.php3?CID=6203>>. ISSN 1214-4029.

BERNERS-LEE, T., HENDLER, J., LASSILA, O. The Semantic Web. *Scientific American* [online]. May 2001, [cit. 2009-02-21]. Dostupné z WWW <<http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21>>.

BRAY, Tim aj. Extensible Markup Language (XML) : W3C Recommendation. *World Wide Web Consortium* [online]. Version 1.0 (fifth edition) of 26.11.2008 [cit. 2009-02-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.w3.org/TR/2008/REC-xml-20081126/>>.

BRICKLEY, Dan, GUHA, R. V. RDF Vocabulary Description Language 1.0 : RDF Schema : W3C Recommendation. *World Wide Web Consortium* [online]. Version 1.0 of 10.02.2004 [cit. 2009-03-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.w3.org/TR/rdf-schema/>>.

BUREŠ, M., MORÁVEK, A., JELÍNEK, I. *Nová generace webových technologií : informace v 21. století : nové koncepce a technologie, které začínají utvářet budoucí podobu internetu*. Praha : VOX, 2005. 264 s. ISBN 80-86324-46-X.

CAJTHAML, Martin. Co Vám přináší webové služby?. *Symbio : internetová agentura* [online]. 4.7.2006 [cit. 2009-04-5]. Dostupný z WWW: <<http://www.symbio.cz/clanky/co-vam-prinasi-webove-sluzby.html>>.

Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy. *Národní knihovna ČR* [online]. [cit. 2009-02-25]. Dostupný z WWW: <http://sigma.nkp.cz/F/UJBLTBN2IY7E2RA16IBLQEMB8M4IRJ5KRC3VUVBS3J1JC7XILG-01925?func=file&file_name=find-a&local_base=KTD>.

DACONTA, Michael C., OBRST, Leo J., SMITH, Kevin T. *The Semantic Web : A Guide to the Future of XML, Web Services, and Knowledge Management*. Indiana (Indianapolis, USA) : Wiley Publishing, 2003. 281 s. ISBN 0-471-43257-1.

GÁL, Radim. Sémantický web 1. díl, úvod. *Owebu.cz : server nejen o internetu, webu a ekomerci*. [online]. 11.12.2007 [cit. 2009-02-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.owebu.cz/internet/vypis.php?clanek=1793>>. ISSN 1214-7958.

GÁL, Radim. Sémantický web 7. díl, Web 2.0 služby. *Owebu.cz : server nejen o internetu, webu a ekomerci*. [online]. 1.2.2008 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.owebu.cz/internet/vypis.php?clanek=1799>>. ISSN 1214-7958.

GRIFFIN, Scott. *Internet Pioneers* [online]. [cit. 2009-02-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.ibiblio.org/pioneers/index.html>>.

GROMOV, Gregory R. History of Internet and WWW. *Internet Valley* [online]. 2006 [cit. 2009-02-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.internetvalley.com/intval.html>>.

HAROLD, Elliotte Rusty. *XML v kostce : pohotová referenční příručka*. Praha : Computer Press, 2002. 439 s. ISBN 80-7226-712-4.

HORRIDGE, Matthew aj. *A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protégé-OWL Plugin and CO-ODE Tools*. [online]. Edition 1.0 of 2004-8-27

[cit. 2009-03-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.co-ode.org/resources/tutorials/ProtegeOWLTutorial.pdf>>.

HUSÁKOVÁ, Martina. Znalostní technologie I. [online]. 24.8.2008 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <http://lide.uhk.cz/fim/ucitel/fshusam2/lekarnicky/zt1/zt1_index.html>.

JAVŮREK, Adam, TŘEŠNÁK, Petr. Velký třesk má jméno Web 2.0. *Respekt.cz* [online]. 28.1.2007 [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.respekt.cz/clanek.php?fIDROCNIKU=2007&fIDCLANKU=189>>.

JIROUŠ, Vilém. Webové služby v knihovnictví. In *Automatizace knihovnických procesů 2005 : 10. ročník semináře, 3.-4.5.2005* [online]. Praha : Výpočetní a informační centrum (VIC) ČVUT v Praze; Asociace knihoven vysokých škol České republiky, 2005 [cit. 2009-04-01]. Dostupné z WWW: <<http://www.akvs.cz/akp-2005/index.html>>.

KASÍK, Pavel. Web 3.0 vám bude rozumět, Web 4.0 se s vámi bude dohadovat. *Technet.cz* [online]. 5.4.2008 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <http://technet.idnes.cz/tec_technika.asp?c=A080404_184801_tec_denik_pka>.

KEEN, Andrew. Web 2.0 – Vyšší level, nebo génius průměrnosti?. *Strategie.cz : brána do světa médií, marketingu a reklamy.* [online]. 18.6.2007 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://www.strategie.cz/scripts/detail.php?id=309975>>.

KOČÍ, Michal. Co je XML?. *Interval.cz* [online]. 21.2.200 [cit. 2009-02-25]. Dostupný z WWW: <<http://interval.cz/clanky/co-je-xml/>>. ISSN 1212-8651.

KOPTA, Martin. Budoucnost patří sémantickému webu. *Lupa.cz : server o českém internetu* [online]. 10.12.2001 [cit. 2009-03-4]. Dostupný z WWW: <<http://www.lupa.cz/clanky/budoucnost-patri-semantickemu-webu/>>. ISSN 1213-070.

KOSEK, Jiří. *XML pro každého : Podrobný průvodce.* Praha : Grada, 2000. 163 s. ISBN 80-7169-860-1.

KOZÁK, David. Jak fungují webové služby. *Interval.cz* [online]. 8.10.2002 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://interval.cz/clanky/jak-funguji-webove-sluzby/>>. ISSN 1212-8651.

KRČMÁŘ, Petr. Vše podstatné o RSS. *Root.cz* [online]. 14.9.2006 [cit. 2009-04-01]. Dostupný z WWW: <<http://www.root.cz/clanky/vse-podstatne-o-rss/>>. ISSN 1212-8309.

MANOLA, Frank, MILLER, Eric. RDF Primer : W3C Recommendation. *World Wide Web Consortium* [online]. 10.02.2004 [cit. 2009-03-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.w3.org/TR/rdf-primer/>>.

MATULÍK, Petr, PITNER, Tomáš. Sémantický web a jeho technologie. *Zpravodaj ÚVT MU*. [online]. Únor 2004, roč. 14, č.3 [cit. 2009-03-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.ics.muni.cz/zpravodaj/articles/296.html>>. ISSN 1212-0901.

MATULÍK, Petr, PITNER, Tomáš. Sémantický web a jeho technologie (2). *Zpravodaj ÚVT MU*. [online]. Duben 2004, roč. 14, č.4 [cit. 2009-03-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.ics.muni.cz/zpravodaj/articles/301.html>>. ISSN 1212-0901.

MENOUŠEK, Jiří. Medicína a sémantický web. *Zdravcentra.cz* [online]. 29.7.2005 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <https://www.zdravcentra.cz/cps/rde/xchg/zc/xsl/3141_1745.html>.

POKORNÝ, Jaroslav. Digitální knihovny v prostředí sémantického webu. In *Automatizace knihovnických procesů 2005 : 10. ročník semináře, 3.-4.5.2005* [online]. Praha : Výpočetní a informační centrum (VIC) ČVUT v Praze; Asociace knihoven vysokých škol České republiky, 2005 [cit. 2009-04-01]. Dostupné z WWW: < <http://www.akvs.cz/akp-2005/09-pokorny.pdf>>.

POWERS, Shelly. *Practical RDF*. Sebastopol (CA, USA) : O'Reilly & Associates, Inc., 2003. 350 s. ISBN: 0-596-00263-7

PROKOP, Marek. Hrozba sémantického webu. *Interval.cz : webdesign a e-komerce denně* [online]. 14. 6. 2002 [cit. 2009-03-04]. Dostupný z WWW: <<http://interval.cz/clanky/hrozba-semantickeho-webu/>>. ISSN 1212-8651.

SKLENÁK, Vilém. Vyhledávací nástroje v prostředí Internetu - co bude dál?. *Automatizace knihovnických procesů 2003 : 9. ročník semináře, 15.-16.5.2003* [online]. Praha : Výpočetní a informační centrum (VIC) ČVUT v Praze; Asociace knihoven vysokých škol České republiky, 2003 [cit. 2009-03-04]. Dostupné z WWW: <http://knihovny.cvut.cz/akp2003/sbornik/03_sklenak.pdf>.

SKLENÁK, Vilém. Sémantický web. In *INFORUM 2003 : 9. konference o profesionálních informačních zdrojích, 27.-29.5.2003* [online]. Praha : Albertina icome Praha; Vysoká škola ekonomická v Praze, 2003 [cit. 2009-04-05]. Dostupné z WWW: <http://www.inforum.cz/archiv/inforum2003/prispevky/Sklenak_Vilem.pdf>.

SKLENÁK, Vilém. Metadata, sémantika a sémantický web. In *INFORUM 2004 : 10. konference o profesionálních informačních zdrojích, 25.-27.5.2004* [online]. Praha : Albertina icome Praha; Vysoká škola ekonomická v Praze, 2004 [cit. 2009-03-04]. Dostupné z WWW: <http://www.inforum.cz/pdf/2004/Sklenak_Vilem1.pdf>.

SKLENÁK, Vilém. Web 2.0 vs. sémantický web. In *INFORUM 2007 : 13. konference o profesionálních informačních zdrojích, 22.-24.5.2007* [online]. Praha : Albertina icome Praha; Vysoká škola ekonomická v Praze, 2007 [cit. 2009-04-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.inforum.cz/pdf/2007/sklenak-vilem1.pdf>>.

SMITH, Michael K. aj. OWL Web Ontology Language Guide : W3C Recommendation. *World Wide Web Consortium* [online]. 10.02.2004 [cit. 2009-04-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.w3.org/TR/owl-guide/>>.

SMRŽ, Pavel, PITNER, Tomáš. Sémantický web a jeho technologie (3). *Zpravodaj ÚVT MU*. [online]. Červen 2004, roč. 14, č.5 [cit. 2009-03-04]. Dostupný z WWW: <<http://www.ics.muni.cz/zpravodaj/articles/307.html>>. ISSN 1212-0901.

SVÁTEK, Vojtěch. Ontologie a WWW. In *DATAKON 2002 : databázová konference, 18.-21.10.2002* [online]. Brno : Česká infromatická společnost, 2002. Dostupný z WWW: <<http://nb.vse.cz/~svatek/onto-www.pdf>>.

ŠVIHLA, Martin. Budúcnosť informačnej pavučiny 1. *Softwarové noviny*. 2005, č. 2, s. 62-64. ISSN 1210-8472.

TUREČEK, Tomáš. *Vyhledávací nástroje a sémantický web* [online PowerPoint prezentace]. 2006 [cit. 2009-03-04]. Dostupný z WWW:

<http://www.cs.vsb.cz/turecek/vyuka/via/data/prednaska_semweb.ppt>.

VAŘEKA, Kamil. Věcné vyhledávání informací na Internetu : Úvod do sémantického webu. *KIVI : knihovnictví a informační věda informuje* [online]. 30.3.2004 [cit. 2009-02-25]. Dostupný z WWW:

<<http://www.phil.muni.cz/kivi/clanky.php?cl=27>>. ISSN 1214-7265.

VOCHOZKA, Josef. Značkovací jazyky a XML (2). *Zpravodaj ÚVT MU*. [online]. Únor 2001, roč. 11, č.4 [cit. 2009-03-20]. Dostupný z WWW:

<<http://www.ics.muni.cz/zpravodaj/articles/205.html>>. ISSN 1212-0901.

VOCHOZKA, Josef. Resource Description Framework. *Zpravodaj ÚVT MU*. [online]. Duben 2001, roč. 11, č.4 [cit. 2009-03-20]. Dostupný z WWW:

<<http://www.ics.muni.cz/zpravodaj/articles/214.html>>. ISSN 1212-0901.

VONDRÁK, Jakub. *Úvod do sémantického webu*. [online]. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2007 [cit. 2009-03-20]. 44 s. Semestrální práce. Západočeská univerzita v Plzni. Dostupný z WWW:

<<http://jakub.vondrak.name/uvod-do-semantického-webu-2007.pdf>>.

Wikipedia : the free encyclopedia that anyone can edit. [online]. Wikimedia Foundation, Inc., [2001-] [cit. 2009-04-07]. Dostupný z WWW:

<<http://en.wikipedia.org>>.

ZEMÁNEK, Jan. Sémantické technologie a jejich aplikace. *RDF.cz : sémantický Web v Česku* [online]. 26. 11. 2008 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW:

<<http://rdf.cz/?p=26>>.

ZEMÁNEK, Jan. Perspektivy sémantických technologií. *RDF.cz : sémantický Web v Česku* [online]. 26. 11. 2008 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://rdf.cz/?p=28>>.

ZEMÁNEK, Jan. Sémantické technologie v krátkodobém horizontu. *RDF.cz : sémantický Web v Česku* [online]. 26. 11. 2008 [cit. 2009-04-05]. Dostupný z WWW: <<http://rdf.cz/?p=21>>.

ŽIŽKA, Ondřej (překladatel). XML v deseti bodech. *World Wide Web Consortium* [online]. [cit. 2009-02-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.dynawest.cz/xml/XMLv10bodech.htm>>.

Evidence výpůjček

Prohlášení:

Dávám svolení k půjčování této diplomové práce. Uživatel potvrzuje svým podpisem, že bude tuto práci řádně citovat v seznamu použité literatury.

V Praze, 10.4.2009

Michaela Zimová

Jméno	Katedra / Pracoviště	Datum	Podpis