

Ontologické modely pro webové portály

Ontological models for web portals

Bc. Ondřej Machala

Diplomová práce
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Ondřej MACHALA**
Osobní číslo: **A09434**
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Počítačové a komunikační systémy**

Téma práce: **Ontologické modely pro webové portály**

Zásady pro vypracování:

1. Vytvořte literární rešerši pro vývoj webových portálů, e-businessu a jejich aplikací.
2. Provedte výběrový přehled formalismů pro zkoumání informační struktury, s důrazem na ontologie.
3. Na případových studiích aplikací pro elektronický obchod a administraci serveru ukažte využití FCA.
4. Přehledně uveďte základy teorie svazů, zejména pojmů a vět, které se vztahují k formální konceptuální analýze s příklady uzávěrových operátorů.
5. Navrhněte postup realizace systému pro internetový obchod.
6. Aplikace formální konceptuální analýzy pro navržený model.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. Bělohávek, R. **Konceptuální svazy a formální konceptuální analýza**. Dostupné z [www:http://belohlavek.inf.upol.cz/vyuka/infoFCA.pdf](http://belohlavek.inf.upol.cz/vyuka/infoFCA.pdf).
2. Birkhoff, G. **Lattice theory**. 3rd ed., American Mathematical Society, 1967.
3. Hong, J., Van Duyne, D., Landay, J. **Návrh a tvorba webů**. Brno: CP Books, 2005.
4. Kučera, R. **Základy teorie svazů**. Dostupné z [www:http://www.math.muni.cz/kucera/texty/svazy2003.pdf](http://www.math.muni.cz/kucera/texty/svazy2003.pdf).
5. Suchánek, P. **Podnikání a obchodování na Internetu**. Slezská univerzita v Opavě, 2008.
6. Sunlight. **Tvorba internetových obchodů**. Dostupné z [www:http://www.sunlight.cz](http://www.sunlight.cz).
7. Wille, R., Ganter, B. **Formal concept analysis**. Springer, 1998.

Vedoucí diplomové práce:

RNDr. Jiří Klimeš, CSc.

Ústav matematiky

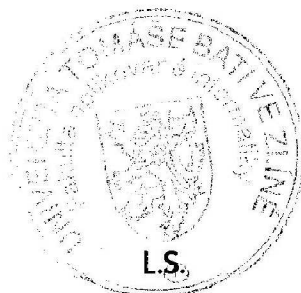
Datum zadání diplomové práce:

25. února 2011

Termín odevzdání diplomové práce:

13. června 2011

Ve Zlíně dne 25. února 2011



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

děkan

prof. Ing. Karel Vlček, CSc.

ředitel ústavu

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je aplikovat formální konceptuální analýzu na oblast e-commerce. Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část se zabývá stručným přehledem a základními pojmy teorie svazů, zejména pak uzávěrovými operátory na úplných svazech a jejich vlastnostmi. Dále jsou v teoretické části uvedeny základy formální konceptuální analýzy, její matematický aparát a grafická reprezentace (konceptuální svaz).

Praktická část diplomové práce se zabývá analýzou internetových obchodů z hlediska jejich rozdělení a typů. Dále následuje konkrétní postup návrhu a realizace internetového obchodu. Závěrečná část diplomové práce se zabývá zpracováním webových analytik na e-bussines systémech.

Klíčová slova:

Formální konceptuální analýza, uzávěrové operátory, teorie svazů, formální koncept, formální kontext, e-bussines, internetový obchod, návrh internetových obchodů, webové analytiky.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to apply the formal concept analysis in the area of e-commerce. The thesis is divided into the theoretical and the practical parts. The theoretical part deals with a brief survey and basic terms of lattice theory, especially with closure operators on complete lattices and their properties. Further in the theoretical part there are fundamentals of formal concept analysis, its mathematical apparatus and graphic representation (concept lattice).

The practical part of this thesis deals with the analysis of internet business from the point of view of its division and types. It is followed by a particular procedure of proposal and realization of internet business. The final part of the thesis deals with web analytics processing in e-business systems.

Keywords:

Formal concept analysis, closure operators, lattice theory, formal concept, formal context, e-business, internet business, proposal of internet business, web analytics.

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce RNDr. Jiřímu Klimešovi, CSc. za poskytnuté podklady, věcné připomínky a metodické vedení při psaní mé práce. Dále bych rád poděkoval rodičům a přátelům za jejich podporu při mém studiu.

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 ZÁKLADY TEORIE SVAZŮ	11
1.1 POLOSVAZY.....	11
1.2 HASSEŮV DIAGRAM.....	12
1.3 SVAZY.....	13
1.4 ÚPLNÉ SVAZY.....	14
1.5 PODSVAZY, IDEÁLY, FILTRY	16
2 UZÁVĚROVÉ OPERÁTORY A VĚTA O PEVNÉM BODĚ	19
2.1 SOUČIN SVAZŮ	22
2.2 MODULÁRNÍ SVAZY	22
2.3 DISTRIBUTIVNÍ SVAZY.....	24
3 FORMÁLNÍ KONCEPTUÁLNÍ ANALÝZA	27
3.1 ZÁKLADNÍ POJMY A DEFINICE FCA	29
3.1.1 Formální kontext a indukované Galoisovy konexe.....	29
3.1.2 Formální koncepty a konceptuální svazy	30
3.1.3 Atributové implikace.....	32
3.1.4 Konceptuální škálování.....	33
4 APLIKACE FORMÁLNÍ KONCEPTUÁLNÍ ANALÝZY	36
4.1 VÝBĚR INTERNETOVÉHO OBCHODU POMOCÍ FCA.....	36
5 ONTOLOGIE	42
5.1 ÚČEL ONTOLOGIE.....	43
PRAKTICKÉ VYUŽITÍ:.....	43
5.2 ZÁKLADNÍ ČLENĚNÍ ONTOLOGIÍ	43
5.2.1 Členění podle oborových vlastností	43
5.2.2 Členění podle predmĚtu formalizace.....	44
II PRAKTICKÁ ČÁST	45
6 ANALÝZA ELEKTRONICKÉHO OBCHODU	46
6.1 HISTORIE ELEKTRONICKÉHO OBCHODOVÁNÍ.....	46
6.2 ELEKTRONICKÝ OBCHOD.....	46
6.2.1 Internetový obchod.....	47
6.2.1.1 Struktura internetového obchodu.....	47
6.2.1.2 Dělení podle subjektů elektronického obchodování.....	48
6.3 MOŽNOSTI REALIZACE INTERNETOVÉHO OBCHODU.....	49
6.3.1 Zakoupení nebo pronájem hotového řešení	49
6.3.1.1 Sunlight.....	49
6.3.2 Řešení na míru.....	50
6.3.3 Open source řešení	50
6.3.3.1 PrestaShop	50
6.3.3.2 VirtueMart	51
6.3.3.3 Magneto	52

6.4	POSTUP PŘI REALIZACI INTERNETOVEHO OBCHODU.....	52
6.4.1	Prvotní kontakt se zákazníkem.....	53
6.4.2	Analýza zadání	53
6.4.3	Grafický návrh	54
6.4.4	Implementace systému	55
6.4.5	Testování systému a nasazení do provozu	55
6.4.6	Správa a podpora.....	56
7	POUŽITÍ WEBOVÉ ANALÝZY POMOCÍ FCA	57
7.1	WEBOVÁ ANALÝZA POMOCÍ FCA	58
	ZÁVĚR	70
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	74
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	76
	SEZNAM OBRÁZKŮ	77
	SEZNAM TABULEK.....	78

ÚVOD

V dnešní době, kdy je internet nedílnou součástí každodenního života, hraje internetové obchodování velmi důležitou roli u úspěšných firem, které prodávají své výrobky. K internetu se připojuje stále více nových uživatelů, kteří chtějí získat nejen nové informace, ale také využít internet k nakupování, což přináší řadu nových příležitostí do budoucna.

To může být důvod, proč řada firem zvažuje zavedení internetového obchodu do své firmy. Firmy zakládají internetové obchody z důvodu očekávání velkých zisků a konkurenčních výhod. Tato diplomová práce je zaměřena pro výběr řešení a získání přehledu o realizaci takového internetového obchodu pomocí metod formální konceptuální analýzy.

Formální konceptuální analýza nabízí široké spektrum využití, praktická část se zabývá e-commerce systémy, na které bude aplikována formální konceptuální analýza. V první části jsou vysvětleny základy teorie svazů a to zejména pojmů, které se vztahují k problematice formální konceptuální analýzy. Kapitola 5 uvádí přehled formalismů ontologií se zaměřením a využitím ve webovém inženýrství. Dále jsou vysvětleny pojmy týkající se elektronického obchodování formou stručného historického přehledu, poté následuje srovnání různých druhů řešení a seznámení se systémy, která jsou u nás nejrozšířenější a nejpoužívanější. V kapitole 6.4 je navržen konkrétní postup při realizaci internetového obchodu. Další část práce se zabývá praktickým využitím formální konceptuální analýzy u webových analytik. Kapitola 7 seznamuje s nástroji, které slouží pro sběr a vyhodnocování statistických dat. Jsou popsány výhody webové analýzy a programu Google Analytics. Na závěr jsou na data, která jsou zpracována a vyhodnocena, aplikována formální konceptuální analýza.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADY TEORIE SVAZŮ

Teorie svazů je oblast algebry, která se zabývá uspořádanými množinami, ve které existuje ke každým dvěma prvkům supremum (největší prvek) a také infimum (nejmenší prvek).

1.1 Polosvazy

Prvek x grupoidu (G, \cdot) se nazývá idempotentní, pokud $x \cdot x = x$.

Komutativní pologrupa, jejíž každý prvek je idempotentní, se nazývá polosvaz.

Podle předchozí definice tedy budeme i prázdný grupoid, který je samozřejmě komutativní i asociativní, považovat za polosvaz.

Příklad. Pro libovolnou množinu Y budeme symbolem 2^Y označovat množinu všech podmnožin množiny Y . Pak $(2^Y, \cap)$ a $(2^Y, \cup)$ jsou polosvazy.

Příklad. Množina všech přirozených čísel \mathbb{N} spolu s operací největší společný dělitel (resp. nejmenší společný násobek) tvoří polosvaz.

V následující větě použijeme právě učiněnou změnu definice grupoidu: grupoidem rozumíme i grupoid na prázdné množině, proto prázdná množina je podgrupoidem libovolného grupoidu. Protože existují komutativní pologrupy, v nichž žádný prvek není idempotentní (například $(\mathbb{N}, +)$), museli bychom bez této změny následující větu formulovat takto:

„Nechť (G, \cdot) je komutativní pologrupa. Pak množina všech idempotentních prvků, je-li neprázdná, tvoří podgrupoid pologrupy (G, \cdot) , který je polosvazem.“

Věta 1.1. *Nechť (G, \cdot) je komutativní pologrupa. Pak množina všech idempotentních prvků tvoří podgrupoid pologrupy (G, \cdot) , který je polosvazem.*

Věta 1.2. *Nechť (G, \leq) je uspořádaná množina, v níž k libovolným dvěma prvkům $a, b \in G$ existuje supremum $a \vee b$. Pak (G, \leq) je polosvaz. Navíc pro každé $a, b \in G$ platí:*

$$a \leq b \Leftrightarrow a \vee b = b.$$

Věta 1.3. *Nechť (L, \cdot) je polosvaz. Potom relace \leq daná vztahem*

$$a \leq b \Leftrightarrow a \cdot b = b$$

pro každé $a, b \in L$ je uspořádání na L , ve kterém pro každé $a, b \in L$ je $a \cdot b$ supremum množiny $\{a, b\}$ v (L, \leq) .

Z uvedených vět vyplývá následující důsledek:

Polosvazy jsou totéž, co uspořádané množiny, kde ke každým dvěma prvkům existuje supremum.

Princip duality: Necht' (L, \leq) je uspořádaná množina. Definujeme-li na L novou relaci \preceq takto: pro libovolné prvky $a, b \in L$ klademe

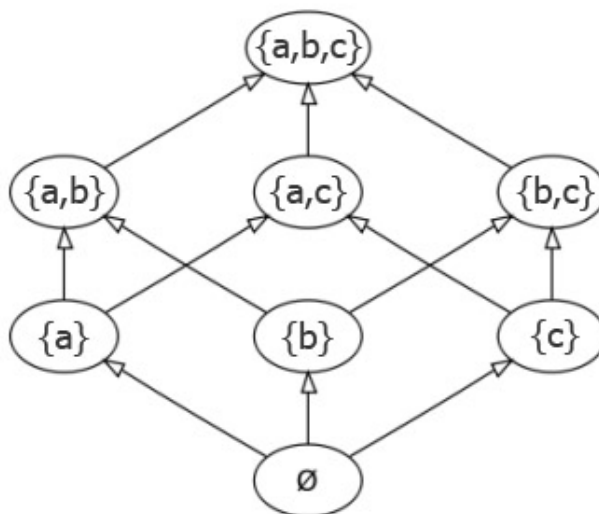
$$a \preceq b \Leftrightarrow b \leq a,$$

pak je (L, \preceq) opět uspořádaná množina, přičemž supremum v (L, \leq) se stane infimem v (L, \preceq) a naopak.

Polosvazy jsou totéž, co uspořádané množiny, kde ke každým dvěma prvkům existuje infimum [1], [2].

1.2 Hasseův diagram

Název je odvozen podle německého matematika Helmuta Hasse. Tento diagram se využívá pro znázornění relace uspořádání na množině. Jde o orientovaný graf, jehož vrcholy odpovídají jednotlivým prvkům částečně uspořádané množiny, a hrany znázorňují jednotlivé prvky relace. Ukázka diagramu je znázorněna na Obrázku 1, který znázorňuje množinu 2^Y množiny $Y = \{a, b, c\}$. Diagramy se často kreslí způsobem, kdy menší prvek vzhledem k uspořádání a je zakreslen níže, než větší prvek b . Proto se šipky u hran často vynechávají.



Obr. 1. Hasseův diagram

1.3 Svazy

Svazem je každá uspořádaná množina (L, \leq) , ve které ke každým dvěma prvkům existuje supremum i infimum. Supremum označujeme $\sup(a, b)$ a infimum označujeme jako $\inf(a, b)$.

Příklad. Uspořádaná množina znázorněná na Obrázku 1 má supremum a to prvek $\{a, b, c\}$. Pokud bychom uvažovali např. množinu $\{\{a\}, \{a, c\}\}$ při stejném uspořádání, jako je znázorněno na Obrázku 1, pak je supremem prvek $\{a, c\}$.

Příklad. Každý řetězec (neboli lineárně uspořádaná množina, tj. uspořádaná množina, v níž jsou každé dva prvky srovnatelné) je svaz.

Příklad. Pro libovolnou množinu X je $(2^X, \subseteq)$ svaz.

Věta 2.1. Necht' (L, \leq) je svaz. Pro libovolné prvky $a, b \in L$ označme jejich supremum symbolem $a \vee b$ a jejich infimum symbolem $a \wedge b$. Pak (L, \vee) a (L, \wedge) jsou polosvazy a obě operace jsou spolu svázány tzv. absorpčními zákony: pro každé prvky $a, b \in L$ platí

$$a \vee (b \wedge a) = a \wedge (b \vee a) = a.$$

Kromě toho pro každé prvky $a, b \in L$ platí

$$a \wedge b = a \Leftrightarrow a \leq b \Leftrightarrow a \vee b = b.$$

Věta 2.2. Necht' (L, \vee, \wedge) je množina se dvěma idempotentními, asociativními a komutativními operacemi, které jsou spolu svázány absorpčními zákony. Pak platí

1. pro každé prvky $a, b \in L$ platí $a \wedge b = a \Leftrightarrow a \vee b = b$,
2. definujeme-li na L relaci \leq takto: pro libovolné prvky $a, b \in L$ klademe

$$a \leq b \Leftrightarrow a \vee b = b,$$

pak je \leq uspořádání na L takové, že (L, \leq) je svaz, v němž pro libovolné prvky $a, b \in L$ je prvek $a \vee b$ jejich supremum a prvek $a \wedge b$ jejich infimum.

Z uvedených vět vyplývá, že svazy jsou totéž co algebraické struktury (L, \vee, \wedge) se dvěma idempotentními, asociativními a komutativními operacemi, svázanými spolu absorpčními zákony. Proto i tyto struktury (L, \vee, \wedge) budeme nazývat svazy.

Princip duality: Je-li (L, \vee, \wedge) svaz, pak i (L, \wedge, \vee) je svaz. Obecně, jestliže v nějakém platném tvrzení o svazech systematicky zaměníme supremum \leftrightarrow infimum, $\vee \leftrightarrow \wedge$, $\leq \leftrightarrow \geq$ dostaneme opět platné tvrzení o svazech.

Protože není nutné zdůrazňovat, zda máme na mysli svaz jako uspořádanou množinu nebo jako algebraickou strukturu se dvěma operacemi, nebudeme v dalším textu, nebude-li to z určitého důvodu vhodné nebo dokonce nevyhnutelné, uspořádání či operace vyznačovat. Budeme tedy místo o svazu (L, \leq) či svazu (L, \vee, \wedge) jednoduše psát o svazu L .

Věta 2.3. *V libovolném svazu L pro každou trojici prvku $a, b, c \in L$ platí tzv. distributivní nerovnosti*

$$(a \vee b) \wedge (a \vee c) \geq a \vee (b \wedge c),$$

$$(a \wedge b) \vee (a \wedge c) \leq a \wedge (b \vee c).$$

Je-li navíc $c \leq a$, platí tzv. modulární nerovnost

$$(a \wedge b) \vee c \leq a \wedge (b \vee c).$$

Věta 2.4. *Nechť L je svaz, $n \in \mathbb{N}$. Pro libovolné prvky $a_1, \dots, a_n \in L$ platí, že $a_1 \vee \dots \vee a_n$ je supremum množiny $\{a_1, \dots, a_n\}$ a $a_1 \wedge \dots \wedge a_n$ je infimum množiny $\{a_1, \dots, a_n\}$ [1], [2].*

1.4 Úplné svazy

Podle **Věta 2.4** v libovolném svazu má každá neprázdná konečná podmnožina $\{a_1, \dots, a_n\}$ supremum $a_1 \vee \dots \vee a_n$ a infimum $a_1 \wedge \dots \wedge a_n$. Nekonečná podmnožina však supremum či infimum obecně mít nemusí.

Uspořádaná množina, v níž pro každou podmnožinu existuje supremum i infimum, se nazývá úplný svaz.

Každý úplný svaz L má nejmenší prvek (infimum množiny L ve svazu L) a největší prvek (supremum množiny L ve svazu L).

Nyní si řekneme, co znamená infimum, resp. supremum, prázdné podmnožiny svazu L . Je-li $A \subseteq L$, pak infimum množiny A ve svazu L je největší dolní závora množiny A ve svazu L . Dolní závora množiny A ve svazu L je prvek $x \in L$ takový, že pro každé $a \in A$ platí $x \leq a$. V případě $A = \emptyset$ je tato podmínka splněna pro každé $x \in L$, a tedy odtud plyne, že každý prvek svazu L je v L dolní závorou prázdné množiny. Proto infimum prázdné

množiny ve svazu L je největší prvek svazu L . Duálně: supremem prázdné množiny ve svazu L je nejmenší prvek svazu L .

Příklad. Zřejmě platí, že každý úplný svaz je svazem a podle věty **Věta 2.4** je každý neprázdný konečný svaz úplným svazem.

Příklad. Prázdný svaz není úplný, neboť pro jeho (jedinou) prázdnou podmnožinu neexistuje infimum ani supremum. Jinými slovy: prázdný svaz nemá nejmenší prvek ani největší prvek, protože nemá žádný prvek.

Příklad. Pro libovolnou množinu Y je $(2^Y, \subseteq)$ úplný svaz.

Příklad. Pro libovolnou nekonečnou množinu X tvoří množina všech konečných podmnožin množiny Y spolu s inkluzí \subseteq svaz, který není úplným svazem.

Příklad. Nekonečný řetězec nemusí být úplný svaz (například (\mathbb{N}, \leq) není úplný svaz, neboť neexistuje supremum celé množiny \mathbb{N}).

Věta 3.1. *Necht' (L, \leq) je uspořádaná množina. Následující podmínky jsou ekvivalentní.*

Podmínka:

1. (L, \leq) je úplný svaz.
2. (L, \leq) má nejmenší prvek a každá neprázdná podmnožina množiny L má v uspořádané množině (L, \leq) supremum.
3. (L, \leq) má největší prvek a každá neprázdná podmnožina množiny L má v uspořádané množině (L, \leq) infimum.

Vzhledem k předchozí poznámce víme, že **Podmínku 2** lze formulovat stručněji takto: každá podmnožina množiny L má v uspořádané množině (L, \leq) supremum. Analogicky pro **Podmínku 3** : každá podmnožina množiny L má v uspořádané množině (L, \leq) infimum.

Příklad. Svaz všech podgrup dané grupy G je dle předchozí věty úplný svaz, neboť má největší prvek (celou grupu G) a každá neprázdná množina podgrup má v tomto svazu infimum, kterým je průnik těchto podgrup. Rovněž svaz všech podsvazů (popřípadě svaz ideálů nebo svaz filtrů) daného svazu je úplný svaz. Díky analogickým větám o průnicích neprázdných systému určitých podstruktur lze totéž říci i o svazu všech podokruhů daného okruhu nebo o svazu jeho ideálu, o svazu všech podtěles daného tělesa nebo o svazu všech podprostorů daného vektorového prostoru.

Příklad: $(\mathbb{N} \cup \{\infty\}, \leq)$ je dle předchozí věty úplný svaz, neboť má největší prvek ∞ a každá neprázdná podmnožina množiny $\mathbb{N} \cup \{\infty\}$ má v $(\mathbb{N} \cup \{\infty\}, \leq)$ infimum (plyne z dobré uspořádanosti).

Příklad: Ze svazu $(\mathbb{N}, |)$, který není úplný, lze doplněním nuly (která se stane jeho největším prvkem) utvořit úplný svaz $(\mathbb{N} \cup \{0\}, |)$.

Jak ukazuje následující věta, předchozí případy nebyly nijak výjimečné: vždy existuje způsob, jak doplnit svaz tak, aby se stal úplným.

Věta 3.2: *Nechť L je svaz. Pak existuje úplný svaz U , který obsahuje podsvaz H , jenž je izomorfní se svazem L [1], [2].*

1.5 Podsvazy, ideály, filtry

Nechť (L, \vee, \wedge) je svaz, A podmnožina jeho nosné množiny L . Řekneme, že A je podsvaz svazu (L, \vee, \wedge) , jestliže je A podgrupoidem grupoidu (L, \wedge) a současně podgrupoidem grupoidu (L, \vee) .

Je tedy $A \subseteq L$ podsvazem svazu L , právě když pro každé $a, b \in A$ platí $a \vee b \in A$ a $a \wedge b \in A$.

Příklad. Každá jednoprvková podmnožina svazu je jeho podsvazem, prázdná množina je podsvazem libovolného svazu, každý svaz je svým podsvazem.

Nechť L je svaz, $A \subseteq L$ podmnožina. Řekneme, že A je ideál svazu L , jestliže je A podsvazem svazu L , který navíc splňuje podmínku: pro každé $a \in A$ a každé $x \in L$ platí

$$x \leq a \Rightarrow x \in A.$$

Duálně, řekneme, že A je filtr svazu L , jestliže je A podsvazem svazu L , který navíc splňuje podmínku: pro každé $a \in A$ a každé $x \in L$ platí

$$x \geq a \Rightarrow x \in A.$$

Ideál svazu je tedy podsvaz, který s každým svým prvkem a obsahuje i všechny prvky svazu menší než a , filtr svazu je podsvaz, který s každým svým prvkem a obsahuje i všechny prvky svazu větší než a .

Příklad. Každý svaz je svým ideálem i filtrem. Prázdná množina je ideálem i filtrem libovolného svazu.

Věta 4.1. *Průnik libovolného neprázdného systému podsvazů (resp. ideálů, resp. filtrů) daného svazu je opět podsvaz (resp. ideál, resp. filtr) tohoto svazu.*

Nechť L je svaz, $A \subseteq L$ podmnožina. Díky předchozí větě můžeme nyní definovat ideál $A \downarrow$ svazu L generovaný množinou A jako průnik všech ideálů tohoto svazu obsahujících množinu A . Duálně, filtr $A \uparrow$ svazu L generovaný množinou A je průnik všech filtrů tohoto svazu obsahujících množinu A . Je-li $A = \{a\}$, píšeme stručně $a \downarrow$ místo $\{a\} \downarrow$, resp. $a \uparrow$ místo $\{a\} \uparrow$, a hovoříme o hlavním ideálu, resp. o hlavním filtru, generovaném prvkem a .

Pro svaz L a podmnožinu $A \subseteq L$ je ideál $A \downarrow$ generovaný množinou A tím nejmenším (vzhledem k množinové inkluzi) ideálem svazu L ze všech ideálů obsahujících množinu A . Duálně filtr $A \uparrow$ generovaný množinou A je tím nejmenším (vzhledem k množinové inkluzi) filtrem svazu L ze všech filtrů obsahujících množinu A .

Je zřejmé, že podmnožina $A \subseteq L$ je ideálem svazu L , právě když $A \downarrow = A$, a je filtrem svazu L , právě když $A \uparrow = A$.

Věta 4.2. *Nechť L je svaz, $A \subseteq L$ podmnožina. Pro ideál $A \downarrow$ generovaný množinou A platí*

$$A \downarrow = \{x \in G; \exists n \in \mathbb{N} \exists a_1, \dots, a_n \in A: x \leq a_1 \vee \dots \vee a_n\}.$$

Duálně, pro filtr $A \uparrow$ generovaný množinou A platí

$$A \uparrow = \{x \in G; \exists n \in \mathbb{N} \exists a_1, \dots, a_n \in A: x \geq a_1 \wedge \dots \wedge a_n\}.$$

Nechť (L, \leq) , (H, \leq) jsou uspořádané množiny $f: L \rightarrow H$ zobrazení. Řekneme, že je f izotonní zobrazení, jestliže pro každé $a, b \in L$ platí implikace

$$a \leq b \Rightarrow f(a) \leq f(b).$$

Řekneme, že f je izomorfismus uspořádaných množin, je-li f bijekce a obě zobrazení f i f^{-1} jsou izotonní.

Nechť L a H jsou svazy, $f: L \rightarrow H$ zobrazení. Řekneme, že je f svazový homomorfismus, jestliže pro každé $a, b \in L$ platí

$$f(a \wedge b) = f(a) \wedge f(b), \quad f(a \vee b) = f(a) \vee f(b).$$

Řekneme, že f je svazový izomorfismus (neboli izomorfismus svazů), je-li f bijektivní homomorfismus.

Protože každý svaz je také uspořádaná množina, má smysl se ptát, zda svazový homomorfismus je též izotonní zobrazení.

Věta 4.3. *Nechť L a H jsou svazy, $f: L \rightarrow H$ zobrazení.*

1. *Je-li f svazový homomorfismus, pak f je izotonní zobrazení a homomorfní obraz*

$$f(G) = \{f(a); a \in L\}$$

je podsvaz svazu H .

2. *Zobrazení f je svazový izomorfismus, právě když f je izomorfismus uspořádaných množin [1],[2].*

2 UZÁVĚROVÉ OPERÁTORY A VĚTA O PEVNÉM BODĚ

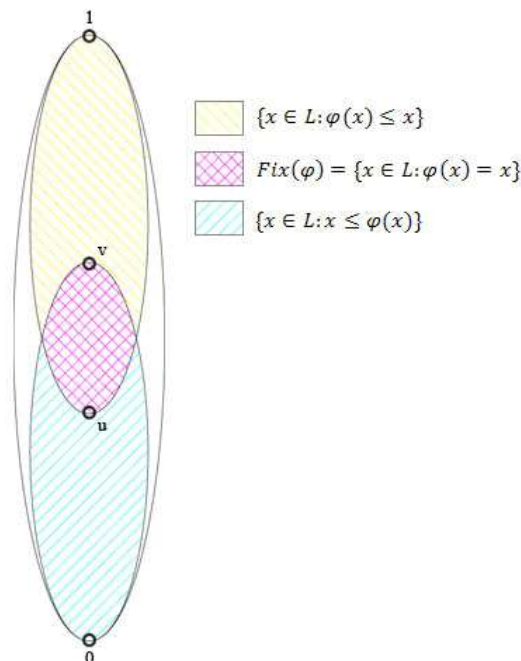
Věta 5.1 (Tarski [1], [2]). Necht' L je úplný svaz, $\varphi: L \rightarrow L$ je izotonní zobrazení. Pak existuje prvek $a \in L$ tak, že $\varphi(a) = a$ (tj. a je pevný bod zobrazení φ).

Dále existuje největší pevný bod v zobrazení φ , pro který platí $v = \sup \{x \in L: x \leq \varphi(x)\}$ a nejmenší pevný bod u zobrazení φ , pro který platí $u = \inf \{x \in L: \varphi(x) \leq x\}$.

Tarského věta o pevném bodě má široké aplikace v computer science, hlavní uplatnění je zejména při definicích sémantik programovacích jazyků. Dále platí, že množina pevných bodů každého izotonního zobrazení daného úplného svazu do sebe tvoří také úplný svaz. Další zajímavou vlastností Tarského věty o pevném bodě je skutečnost, že existenci pevného bodu každého izotonního zobrazení lze použít pro charakterizaci úplnosti svazů. Platí následující obrácení Tarského věty [1]:

Jestliže každé izotonní zobrazení daného svazu do sebe má pevný bod, pak je daný svaz úplný. Odtud plyne zajímavá charakterizace úplnosti pro svazy:

Svaz L je úplný právě tehdy, když každé izotonní zobrazení svazu L do sebe má alespoň jeden pevný bod.



Obr. 2. Největší a nejmenší pevný bod v úplném svazu

Definice 5.1 (Uzávěrový operátor [2]). Zobrazení $\varphi: L \rightarrow L$ uspořádané množiny L do sebe se nazývá uzávěrový operátor, jestliže pro každé $x, y \in L$ platí:

- $x \leq \varphi(x)$,

2. $x \leq y$ implikuje $\varphi(x) \leq \varphi(y)$,

3. $\varphi(x) = \varphi(\varphi(x))$.

Věta 5.2 (Charakterizace uzávěrových operátorů [2]). Libovolné zobrazení φ uspořádané množiny L do sebe je uzávěrový operátor právě tehdy, když pro všechna $x, y \in L$ platí ekvivalence

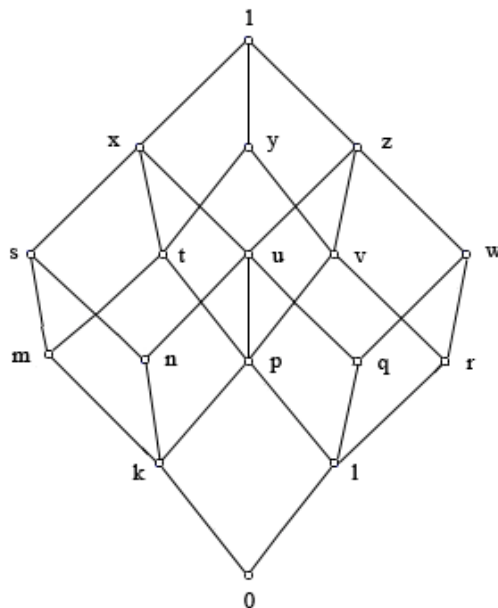
$$x \leq \varphi(y) \Leftrightarrow \varphi(x) \leq \varphi(y).$$

Teorie uzávěrových operátorů se využívá ve všech oblastech matematiky, zejména v topologii a je na ní založena definice konceptů ve formální konceptuální analýze. Pro úplné svazy platí následující věta.

Věta 5.3. Je-li φ uzávěrový operátor na úplném svazu L , pak množina všech pevných bodů $Fix(\varphi) = \{x \in L : \varphi(x) = x\}$ tvoří úplný svaz, ve kterém největší prvek je roven 1.

Na této větě je založena hlavní věta (**Věta 2 - hlavní věta o konceptuálních svazech**) formální konceptuální analýzy, která tvrdí, že množina všech konceptů každého kontextu tvoří, vzhledem k uspořádání množinovou inkluzí, úplný svaz, tzv. konceptuální svaz.

Příklad. (Uzávěrové operátory) Jako ukázkou uzávěrových operátorů uvedeme konkrétní příklad na svazu $L = \{0, k, l, m, n, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, 1\}$, jehož Hasseův diagram je znázorněn na Obrázku 3.



Obr. 3. Hasseův diagram svazu L

Uzávěrové operátory f, g na svazu L jsou definovány předpisem v Tabulce 1. Množiny pevných bodů těchto uzávěrových operátorů tvoří úplné svazy a platí pro ně následující:

$$Fix(f) = \{p, t, u, v, 1\},$$

$$Fix(g) = \{p, t, u, v, x, y, z, 1\}.$$

Dále jsou v Tabulce 1 definována složená zobrazení $g \circ f$ a $f \circ g$ z těchto dvou uzávěrových operátorů. Složení $f \circ g$ je uzávěrový operátor, protože splňuje všechny tři podmínky z **Definice 5.1**, a pro množinu pevných bodů tohoto složení platí:

$$Fix(f \circ g) = \{p, t, u, v, 1\}.$$

Také složení $g \circ f$ tvoří uzávěrový operátor na L , protože jsou splněny všechny tři podmínky z **Definice 5.1**. Například pro prvek $l \in L$ platí:

$$(g \circ f)(l) = p,$$

$$(g \circ f) \circ (g \circ f)(l) = g \left(f \left(g(f(e)) \right) \right) = g(f(p)) = p.$$

Pro množinu pevných bodů tohoto složení platí:

$$Fix(g \circ f) = \{p, t, u, v, 1\}$$

a je to úplný svaz. Obecně však neplatí, že složení dvou uzávěrových operátorů je zase uzávěrový operátor (dokonce i v případě úplných svazů).

	0	k	l	m	n	p	q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	1
f	p	p	p	t	u	p	u	v	1	t	u	v	1	1	1	1	1
g	p	p	p	t	u	p	u	v	x	t	u	v	z	x	y	z	1
$g \circ f$	p	p	p	t	u	p	u	v	1	t	u	v	1	1	1	1	1
$f \circ g$	p	p	p	t	u	p	u	v	x	t	u	v	z	1	1	1	1

Tab. 1. Definice uzávěrových operátorů f, g

2.1 Součin svazů

Podobně jako lze součinem grup (G, \cdot) , (H, \cdot) získat grupu $(G \times H, \cdot)$ na kartézském součinu nosičů obou grup, můžeme součinem svazu získat nový svaz. Konstrukce bude naprosto stejná: operace na uspořádaných dvojicích se provedou nezávisle v každé složce.

Nechť (L, \vee, \wedge) , (H, \vee, \wedge) jsou svazy. Na kartézském součinu $L \times H$ definujeme nové operace \vee a \wedge takto: pro každé $g_1, g_2 \in L$, $h_1, h_2 \in H$ klademe

$$(g_1, h_1) \vee (g_2, h_2) = (g_1 \vee g_2, h_1 \vee h_2),$$

$$(g_1, h_1) \wedge (g_2, h_2) = (g_1 \wedge g_2, h_1 \wedge h_2).$$

Věta 6.1. *Za předpokladů učiněných v předchozí definici tvoří $(L \times H, \vee, \wedge)$ svaz.*

V součinu svazu platí všechny rovnosti platné v obou svazech. Vlastnosti, které se však nedají vyjádřit jako konjunkce rovností, už součin svazu zdědit nemusí. Například vlastnost být řetězec můžeme zachytit takto: pro každé dva prvky x, y platí $x \leq y$ nebo $x \geq y$, což pomocí svazových operací lze zapsat podmínkou $x \wedge y = x$ nebo $x \wedge y = y$. To ale není konjunkce rovností, ale disjunkce. A skutečně, tato vlastnost se součinem nedědí: součinem dvou dvouprvkových řetězců je čtyřprvkový svaz, který není řetězec.

Podobně jako součin dvou svazů jsme mohli definovat i součin n svazů pro libovolné $n \in \mathbb{N}$: na kartézském součinu nosných množin daných svazů se nové operace \vee a \wedge definují po složkách [1],[2].

2.2 Modulární svazy

Ve větě **Věta 2.3.** *V libovolném svazu L pro každou trojici prvku $a, b, c \in L$ platí tzv. distributivní nerovnosti, že v libovolném svazu L pro každou trojici prvku $a, b, c \in L$ takových, že $c \leq a$, platí modulární nerovnost*

$$(a \wedge b) \vee c \leq a \wedge (b \vee c).$$

Svaz L se nazývá modulární, jestliže pro každou trojici prvků $a, b, c \in L$ takových, že $c \leq a$, platí modulární rovnost

$$(a \wedge b) \vee c = a \wedge (b \vee c).$$

Příklad. Příklady modulárních svazů jsou svaz $(2^Y, \cup, \cap)$ všech podmnožin nějaké množiny Y nebo libovolný řetězec.

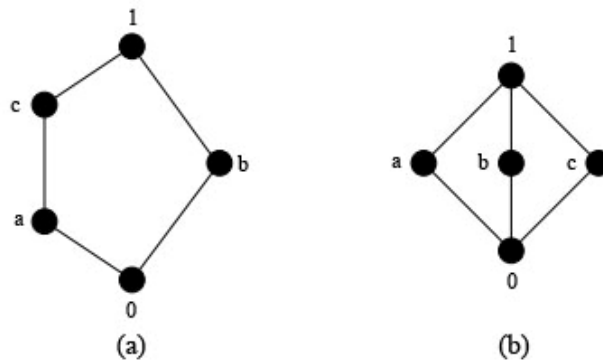
Příklad. Ukážeme, že svaz N_5 , zvaný též petiúhelník, není modulární, kdežto svaz M_5 , zvaný též diamant, modulární je (viz následující obrázky). Označme $0 < c < a < 1$ ony čtyři prvky, které jsou v Hasseově diagramu svazu N_5 nakresleny nad sebou vlevo, a b jeho pátý prvek. Pak nerovnost

$$(a \wedge b) \vee c = 0 \vee c = c < a = a \wedge 1 = a \wedge (b \vee c)$$

ukazuje, že svaz N_5 není modulární.

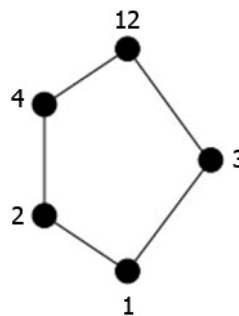
Nyní probírkou všech možností dokažme, že svaz M_5 je modulární. Označme 0 nejmenší a 1 největší prvek tohoto svazu. Necht' tedy $a, b, c \in M_5$ jsou libovolné takové, že $c \leq a$.

Jestliže $a = c$, plyne modulární rovnost z absorpčních zákonů. Jestliže $c < a$, pak na Hasseově diagramu svazu M_5 vidíme, že buď $c = 0$ nebo $a = 1$. V obou případech je modulární rovnost zřejmá [2].



Obr. 4. (a) Pentagonální svaz N_5 , (b) Svaz M_5 diamant

Příklad. Mějme množinu $L = \{1,2,3,4,12\}$ s uspořádáním dělitelností, jak jde vidět z Hasseova diagramu na Obrázku 5.



Obr. 5. Hasseův diagram svazu $L = \{1,2,3,4,12\}$

Podmínka $2 \leq 4$ je splněna, pak platí

$$2 \vee (3 \wedge 4) = 2 \vee 1 = 2, (2 \vee 3) \wedge 4 = 12 \wedge 4 = 4$$

Z výsledků vyplývá, že svaz není modulární.

Věta 7.2. *Svaz všech normálních podgrup dané grupy je modulární.*

Věta 7.3. *Podsvaz modulárního svazu je modulární svaz.*

Příklad. Svaz všech podprostorů daného vektorového prostoru V nad tělesem T je podle předchozí věty modulární. Je totiž podsvazem modulárního svazu všech podgrup grupy vektorů V , k tomu si stačí uvědomit, že každý podprostor je podgrupou, a ověřit, že infima i suprema se ve svazu všech podprostorů počítají stejně jako ve svazu podgrup: infimem je množinový průnik a supremem součet podprostorů.

Věta 7.4. *Svaz L je modulární, pokud splňuje zákon modularity. Pro všechny prvky platí $a, b, c \in L$ platí*

$$(a \wedge b) \vee (a \wedge c) = a \wedge (b \vee (a \wedge c)).$$

Součin modulárních svazů je modulární svaz. Homomorfní obraz modulárního svazu je modulární svaz.

Věta 7.5. *Svaz L je modulární, právě když pro každou trojici prvku $a, b, c \in L$ platí implikace*

$$a \geq c, a \wedge b = c \wedge b, a \vee b = c \vee b \Rightarrow a = c.$$

Následující věta ukazuje, že modularitu je možné charakterizovat pomocí svazu N_5 (tj. pětiúhelníku).

Věta 7.6. *Svaz L je modulární, právě když neobsahuje podsvaz izomorfní se svazem N_5 .*

Duální svaz k modulárnímu svazu je opět modulární. [1], [2],[20].

2.3 Distributivní svazy

Podle **Věta 2.3** platí: v libovolném svazu L pro každou trojici prvků $a, b, c \in L$ platí distributivní nerovnosti

$$(a \vee b) \wedge (a \vee c) \geq a \vee (b \wedge c),$$

$$(a \wedge b) \vee (a \wedge c) \leq a \wedge (b \vee c).$$

Svaz L se nazývá distributivní, jestliže pro každou trojici prvku $a, b, c \in L$ platí distributivní rovnost

$$(a \wedge b) \vee (a \wedge c) = a \wedge (b \vee c).$$

Příklad. Příklady distributivních svazů jsou svaz všech podmnožin nějaké množiny nebo libovolný řetězec.

Věta 8.1. *Nechť L je distributivní svaz. Pak pro každou trojici prvku $a, b, c \in L$ platí i následující distributivní rovnost*

$$(a \vee b) \wedge (a \vee c) = a \vee (b \wedge c).$$

Duální tvrzení k předchozí větě znamená, že z podmínky z věty plyne podmínka z definice. Je tedy lhostejné, kterou z obou distributivních rovností uijeme v definici, mohli jsme užít i obě najednou.

Duální svaz k distributivnímu svazu je opět distributivní.

Věta 8.1. *Každý distributivní svaz je modulární.*

Věta 8.2. *Podsvaz distributivního svazu je distributivní svaz.*

Věta 8.3. *Součin distributivních svazů je distributivní svaz. Homomorfní obraz distributivního svazu je distributivní svaz.*

Věta 8.4. *Svaz L je distributivní, právě když pro každou trojici prvku $a, b, c \in L$ platí implikace*

$$a \wedge b = c \wedge b, a \vee b = c \vee b \Rightarrow a = c.$$

Pro distributivní svazy platí analogie **Věta 7.6.** Svaz L je distributivní, právě když neobsahuje ani podsvaz izomorfní se svazem M_5 (diamant) ani podsvaz izomorfní se svazem N_5 (pentagon).

Věta 8.5. *Modulární svaz L je distributivní, právě když neobsahuje podsvaz izomorfní se svazem M_5 .*

Na závěr kapitoly o distributivních svazech si uvedeme charakterizaci konečných distributivních svazů.

Prvek a svazu L se nazývá \forall -nedosažitelný, jestliže pro každé $b, c \in L$ takové, že $a = b \vee c$, platí $a = b$ nebo $a = c$.

Prvek a svazu L je tedy \forall -nedosažitelný, jestliže není supremem žádných dvou prvků ostře menších než on, tj. neexistují $b, c \in L$ splňující $b < a, c < a, a = b \vee c$. Ekvivalentně lze tuto podmínku vyjádřit také takto: prvek a svazu L je \forall -nedosažitelný, jestliže pro každé $b, c \in L$ takové, že $b < a$ a současně $c < a$, platí $b \vee c < a$. Odtud se snadno dokáže indukci, že takový prvek není supremem ani žádné neprázdné konečné množiny prvku ostře menších než on.

Množinu všech \forall -nedosažitelných prvků svazu L označíme $J(L)$.

Věta 8.6. V konečném distributivním svazu L je libovolný prvek a roven supremu množiny všech \forall -nedosažitelných prvků, které neostře převyšuje, tj.

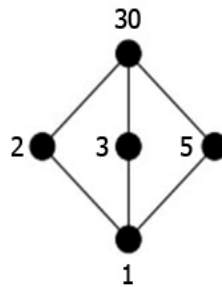
$$a = \bigvee_{b \in J(L), b \leq a} b = \bigvee (a \downarrow \cap J(L)).$$

Necht' (A, \leq) je uspořádaná množina. Množina $B \subseteq A$ se nazývá (dolů) dědičná, pokud pro každý prvek $b \in B$ a každý $a \in A$, $a \leq b$, platí $a \in B$.

Množina $B \subseteq A$ je tedy dědičná, jestliže s každým svým prvkem obsahuje všechny prvky množiny A , které jsou ještě menší. Pomocí této vlastnosti můžeme charakterizovat ideály svazu: jsou to právě dědičné podsvazy. Připomeňme, že na svazy se můžeme dívat jako na uspořádané množiny a že dva svazy jsou izomorfní, právě když jsou izomorfní jako uspořádané množiny.

Množinu všech neprázdných dědičných podmnožin uspořádané množiny A značíme $D(A)$ [1],[2],[20].

Příklad. Následující svaz je diamantovým svazem. Mějme množinu $L = \{1,2,3,5,30\}$ s uspořádáním dělitelností, jak jde vidět z Hasseova diagramu na Obrázku 6.



Obr. 6. Hasseův diagram svazu $L = \{1,2,3,5,30\}$

Z Obrázku 6 vyplývá, že svaz L je komplementární s největším prvkem 30 a nejmenším prvkem 1. Prvek 2 má dva komplementy – 3,5.

$$2 \wedge 3 = 2 \wedge 5 = 1, 2 \vee 3 = 2 \vee 5 = 30$$

Jelikož má svaz L 2 komplementy, tak se nejedná o distributivní svaz. Jedná se o modulární svaz.

3 FORMÁLNÍ KONCEPTUÁLNÍ ANALÝZA

Formální konceptuální analýza (FCA) je jednou z metod datové analýzy. Konkrétně metod k získávání zajímavých informací (vzorů) z dat. Místo termínu „formální konceptuální analýza“ se také používá termín „metoda konceptuálních svazů“. Základy FCA položil, roku 1980, Rudolf Wille [1]. Ve svých výzkumech navázal na práce Garretta Birkhoffa [6] o teorii svazů a uspořádání. Willeovou snahou bylo, přiblížit teorii svazů k praktickému využití.

Jak už bylo řečeno v předchozím odstavci, FCA se používá pro analýzu dat, jejíž výsledkem je nalezení vzorů v datech, tzv. *konceptů*. Ty pak mohou být snadno interpretovány. Pojmem „*formální kontext*“ značíme formát dat, kterým je popsána určitá část reality. Vstupem pro formální konceptuální analýzu jsou tabulková data. FCA je metodou explorativní (průzkumové) analýzy dat.

Když lidé chtějí formulovat své znalosti o okolním světě, mluví nejčastěji o *objektech*, jejich *atributech* (tj. vlastnostech) a formulují i různá tvrzení o tom, že některé objekty mají určité atributy. Základy formální konceptuální analýzy jsou založeny na tom, že určité objekty mají určité vlastnosti. Základním principem je vztah „*mít*“ mezi objekty a atributy: pro daný objekt a daný atribut platí, že objekt má nebo nemá daný atribut, popř. objekt má daný atribut do jisté míry, či objekt má daný atribut s jistou hodnotou apod. Vztah „*mít*“ mezi objekty a atributy bývá nejčastěji reprezentován tabulkou (maticí), ve které řádky odpovídají objektům, sloupce atributům a položka tabulky odpovídající objektu x a atributu y , obsahuje informaci o tom, zda a popř. s jakou hodnotou má objekt x atribut y .

	y_1	...	y_j	...	y_l
x_1			⋮		
⋮			⋮		
x_i	$I(x_i, y_j)$
⋮			⋮		
x_k			⋮		

Obr. 7. Data s objekty x_i a atributy y_j

Tabulková data představují základní formu reprezentace dat pro různé metody analýzy a zpracování dat.

FCA poskytuje dva základní výstupy: tzv. konceptuální svaz (což je hierarchicky uspořádaná množina jistých shluků, tzv. formálních konceptů, které jsou přítomny ve vstupní tabulce dat) a tzv. atributové implikace (které popisují jisté závislosti mezi atributy tabulky dat). V následujícím výkladu budeme pro jednoduchost předpokládat, že atributy ve vstupních datech jsou bivalentní logické atributy, tj. pro každý atribut y a každý uvažovaný objekt x platí, že x má y nebo x nemá y . Tabulka popisující takové atributy obsahuje v položce odpovídající x a y hodnotu 1 (x má y), nebo hodnotu 0 (x nemá y). Příklad takové tabulky je uveden v Tabulce 5 [7].

I	y_1	y_2	y_3	y_4
x_1	X	X	X	X
x_2	X		X	X
x_3		X	X	X
x_4		X	X	X
x_5	X			

Tab. 2. Cross-table popisující objekty x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 a atributy y_1, y_2, y_3, y_4

Vstupní data FCA jsou ve formě tabulky, která popisuje vztah mezi objekty (reprezentovány řádky) a atributy (reprezentovány sloupci). Příklad takové tabulky uvádíme v Tabulce 3. Pro každou položku, která obsahuje symbol X znamená, že danému objektu odpovídá daný atribut.

Vytváření pojmů je základním způsobem, díky jemuž jsou lidé schopni vyznat se ve světě plném obrovského množství jednotlivých věcí a faktů. Vytváření a práce s různě obecnými pojmy umožňuje lidem popisovat obecné zákonitosti, které se týkají velkého množství jednotlivostí, umožňuje netriviální komunikaci mezi lidmi, klasifikaci a kognitivní uspořádání okolního světa apod. Pojem „intuitivně“ je to, co vymezuje jisté seskupení nějakých objektů, tedy jakýsi shluk objektů, které z nějakého důvodu „patří k sobě“. Snaha najít v datech důležité shluky (pojmy) má dlouhou tradici.

Pojem můžeme tedy chápat jako dvojici (A, B) , kde A je množina objektů a B je množina atributů, které pod pojem patří. Ne každou dvojici (A, B) však můžeme považovat za pojem. Aby tomu tak bylo, je nutné, aby A byla právě množinou všech objektů sdílejících všechny atributy z B a naopak, aby B byla právě množinou všech atributů společných všem objektům z A . Pojem ve smyslu FCA (tj. dvojici (A, B) splňující zmíněné požadavky) budeme v dalším textu nazývat koncept, popř. formální koncept.

Poznamenejme, že koncepty vzájemně jednoznačně odpovídají v tabulkových datech maximálním obdélníkům vyplněným jedničkami.

Pojmy používané lidmi jsou hierarchicky uspořádány vztahem podpojem - nadpojem, daný pojem může být méně nebo více obecný než jiné pojmy. Tento vztah je, v FCA, modelován následovně. Řekněme, že koncept (A_1, B_1) je podpojemem konceptu (A_2, B_2) (tj. první koncept je nejvýše tak obecný jako druhý; duálně, druhý je nadpojemem prvního, popř. aspoň tak obecný jako první), pokud platí, že každý objekt z A_1 patří do A_2 nebo, což je ekvivalentní, že každý atribut z B_2 patří do B_1 . Tato podmínka, kterou značíme $(A_1, B_1) \leq (A_2, B_2)$, odpovídá intuici. Např. pojem KOČKA je podpojemem pojmu SAVEC, protože každý objekt, který je kočkou, je také savcem (nebo každý atribut savců je také atributem koček). Vztah podpojem-nadpojem umožňuje množinu všech konceptů uspořádat podle jejich obecnosti. Takto uspořádaná množina všech konceptů se nazývá konceptuální svaz.

Atributové závislosti jsou v FCA vyjadřovány pomocí implikací tvaru *atributy* y_1, \dots, z_1 *implikují atributy* y_2, \dots, z_2 , což se formálně zapisuje $\{y_1, \dots, z_1\} \Rightarrow \{y_2, \dots, z_2\}$. Význam takové implikace je ten, že každý formální koncept, který (ve svém obsahu) obsahuje y_1, \dots, z_1 , obsahuje i y_2, \dots, z_2 (můžeme ukázat, že to platí, právě když každý objekt, který má všechny atributy z y_1, \dots, z_1 , má také všechny atributy z y_2, \dots, z_2). V tomto smyslu implikace platí ve vstupních datech. Ve vstupních datech však platí velké množství implikací a řada z nich je triviálních. Proto je užitečné hledat nějakou neredundantní podmnožinu všech platných implikací, ze které popř. všechny ostatní platné implikace logicky vyplývají [1], [3], [4].

3.1 Základní pojmy a definice FCA

V této sekci si podrobně vysvětlíme základní teoretické pojmy a definice, které se týkají formální konceptuální analýzy. Pro podrobnější diskuzi, zdůvodnění a další informace můžeme odkázat na citovanou literaturu, zejména na [3].

3.1.1 Formální kontext a indukované Galoisovy konexe

(Formální) kontext je trojice $\langle X, Y, I \rangle$, kde I je binární relace mezi množinami X a Y .

Prvky množiny X , resp. Y , se nazývají objekty, resp. atributy. Fakt $\langle x, y \rangle \in I$ interpretujeme tak, že objekt x má atribut y . Formální kontext tedy reprezentuje výše zmíněná tabulková objekt-atributová data.

Každý kontext $\langle X, Y, I \rangle$ indukuje zobrazení $' : 2^X \rightarrow 2^Y$ a $' : 2^Y \rightarrow 2^X$ předpisem

$$A' = \{y \in Y \mid \forall x \in A: \langle x, y \rangle \in I\}$$

pro $A \subseteq X$ a

$$B' = \{x \in X \mid \forall y \in B: \langle x, y \rangle \in I\}$$

pro $B \subseteq Y$.

A' je tedy množina všech atributů společných všem objektům z A ; B' je množina všech objektů, které sdílejí všechny atributy z B .

Zobrazení $f: 2^X \rightarrow 2^Y$ a $g: 2^Y \rightarrow 2^X$ tvoří tzv. Galoisovu konexi mezi množinami X a Y , pokud pro $A, A_1, A_2 \subseteq X$ a $B, B_1, B_2 \subseteq Y$ platí $A_1 \subseteq A_2$ implikuje $f(A_2) \subseteq f(A_1)$; $B_1 \subseteq B_2$ implikuje $g(B_2) \subseteq g(B_1)$; $A \subseteq g(f(A))$; $B \subseteq f(g(B))$.

Věta 1. Pro binární relaci $I \subseteq X \times Y$ tvoří indukovaná zobrazení $'$ a $'$ Galoisovu konexi mezi X a Y . Naopak, tvoří-li f a g Galoisovu konexi mezi X a Y , existuje binární relace $I \subseteq X \times Y$ tak, že $f = ' a g = ' .$ Tím je dán vzájemně jednoznačný vztah mezi Galoisovými konexemi mezi X a Y a binárními relacemi mezi X a Y [1],[3].

3.1.2 Formální koncepty a konceptuální svazy

(Formální) koncept v kontextu $\langle X, Y, I \rangle$ je dvojice (A, B) , kde $A \subseteq X$ a $B \subseteq Y$ jsou takové, že $A' = B$ a $B' = A$.

Formální koncept je tedy dvojice sestávající z množiny A objektů i množiny B atributů takových, že B jsou právě všechny atributy společné objektům z A a A jsou právě všechny objekty sdílející atributy z B . Z matematického pohledu je koncept právě pevným bodem Galoisovy konexe dané dvojicí zobrazení $f = ' a g = ' .$

Množinu všech formálních konceptů v $\langle X, Y, I \rangle$ značíme $\mathcal{B}(X, Y, I)$, tj.

$$\mathcal{B}(X, Y, I) = \{(A, B) \mid A \subseteq X, B \subseteq Y, A' = B, B' = A\}.$$

Konceptuální svaz je množina $\mathcal{B}(X, Y, I)$ spolu s relací \leq definovanou na $\mathcal{B}(X, Y, I)$ předpisem $(A_1, B_1) \leq (A_2, B_2)$ právě když $A_1 \subseteq A_2$ (nebo ekvivalentně, $B_2 \subseteq B_1$).

Pro další účely označíme $\text{Int}(I) = \{B \subseteq Y \mid \langle A, B \rangle \in \mathcal{B}(X, Y, I)\}$ pro nějakou $A \subseteq X$, tj. $\text{Int}(I)$ je množina obsahů všech konceptů z $\mathcal{B}(X, Y, I)$. Platí, že $B \subseteq Y$ je obsahem nějakého konceptu z $\mathcal{B}(X, Y, I)$. Podobně značíme $\text{Ext}(I)$ rozsahy konceptů z $\mathcal{B}(X, Y, I)$.

Relace \leq je tedy relací podpojem-nadpojem. Následující věta, tzv. hlavní věta o konceptuálních svazech, popisuje strukturu $\mathcal{B}(X, Y, I)$. Mimo jiné zdůvodňuje název konceptuální svaz.

Příklad. $\langle A, B \rangle$ je formální koncept tehdy, pokud obsahuje A jen objekty, které sdílí s atributy z B a naopak B obsahuje všechny atributy, které jsou sdíleny se všemi objekty A .

I	y_1	y_2	y_3	y_4
x_1	X	X	X	X
x_2	X		X	X
x_3		X	X	X
x_4		X	X	X
x_5	X			

Tab. 3. Formální koncept pro $\langle A_1, B_1 \rangle$

V Tabulce 4, zvýrazněný obdelník reprezentuje formální koncept

$$\langle A_1, B_1 \rangle = \langle \{x_1, x_2, x_3, x_4\}, \{y_3, y_4\} \rangle,$$

protože platí

$$\{x_1, x_2, x_3, x_4\}' = \{y_3, y_4\} \text{ a } \{y_3, y_4\}' = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}.$$

Další formální koncepty, které jsou zastoupeny v Tabulce 4 a opět zvýrazněny.

I	y_1	y_2	y_3	y_4
x_1	X	X	X	X
x_2	X		X	X
x_3		X	X	X
x_4		X	X	X
x_5	X			

Tab. 4. Formální koncept pro $\langle A_2, B_2 \rangle$

$$\langle A_2, B_2 \rangle = \langle \{x_1, x_3, x_4\}, \{y_2, y_3, y_4\} \rangle.$$

	y_1	y_2	y_3	y_4
x_1	X	X	X	X
x_2	X		X	X
x_3		X	X	X
x_4		X	X	X
x_5	X			

Tab. 5. Formální koncept pro $\langle A_3, B_3 \rangle$

$$\langle A_3, B_3 \rangle = \langle \{x_1, x_2\}, \{y_1, y_3, y_4\} \rangle.$$

I	y_1	y_2	y_3	y_4
x_1	X	X	X	X
x_2	X		X	X
x_3		X	X	X
x_4		X	X	X
x_5	X			

 Tab. 6. Formální koncept pro $\langle A_4, B_4 \rangle$

$$\langle A_4, B_4 \rangle = \langle \{x_1, x_2, x_5\}, \{y_1\} \rangle.$$

Věta 2 (hlavní věta o konceptuálních svazech). *Mějme formální kontext $\langle X, Y, I \rangle$.*

- $\mathcal{B}(X, Y, I)$ je vzhledem k \leq úplný svaz, ve kterém jsou infima a suprema dána předpisy*

$$\bigwedge_{j \in J} \langle A_j, B_j \rangle = \langle \bigcap_{j \in J} A_j, \left(\bigcap_{j \in J} A_j \right)' \rangle = \langle \bigcap_{j \in J} A_j, \left(\bigcup_{j \in J} B_j \right)'' \rangle,$$

$$\bigvee_{j \in J} \langle A_j, B_j \rangle = \langle \left(\bigcap_{j \in J} B_j \right)', \bigcap_{j \in J} B_j \rangle = \langle \left(\bigcup_{j \in J} A_j \right)'', \bigcap_{j \in J} B_j \rangle.$$

- Daný úplný svaz $\mathbf{V} = \langle V, \sqsubseteq \rangle$ je izomorfní s $\mathcal{B}(X, Y, I)$, právě když existují zobrazení $\gamma: X \rightarrow V$, $\mu: Y \rightarrow V$, pro která je $\gamma(X)$ supremálně hustá ve \mathbf{V} , $\mu(Y)$ infimálně hustá ve \mathbf{V} a $\langle x, y \rangle \in I$ platí právě když $\gamma(x) \leq \mu(y)$ (pro každé $x \in X, y \in Y$).*

Říkáme, že množina $K \subseteq V$ je supremálně hustá ve \mathbf{V} , právě když pro každý $v \in V$ existuje $K_v \subseteq K$ tak, že v je supremem množiny K_v ; podobně pro infimální hustotu. [1], [3], [4], [7].

3.1.3 Atributové implikace

(Atributová) implikace (nad množinou Y atributů) je výraz tvaru $A \Rightarrow B$, kde $A, B \subseteq Y$.

Pro implikaci $A \Rightarrow B$ a množinu $C \subseteq Y$ říkáme, že $A \Rightarrow B$ platí v C , popř. že C je modelem $A \Rightarrow B$, jestliže platí, že pokud $A \subseteq C$, pak i $B \subseteq C$. Obecněji, pro množinu $\mathcal{M} \subseteq 2^Y$ množin atributů a množinu $T = \{A_j \Rightarrow B_j \mid j \in J\}$ implikací říkáme, že T platí v \mathcal{M} , popř. že \mathcal{M} je modelem T , jestliže $A_j \Rightarrow B_j$ platí v C pro každé $C \in \mathcal{M}$ a $A_j \Rightarrow B_j \in T$.

Říkáme, že implikace platí v kontextu $\langle X, Y, I \rangle$ (popř. že je to implikace kontextu $\langle X, Y, I \rangle$), jestliže platí v systému $\mathcal{M} = \{\{x\}' \mid x \in X\}$ obsahů všech objekt-konceptů (tj. obsahů konceptů tvaru $\{\{x\}'', \{x\}'\}$). Dále říkáme, že implikace platí v konceptuálním svazu $\mathcal{B}(X, Y, I)$, jestliže platí v systému $\text{Int}(I)$ všech obsahů.

Věta 3. *Atributová implikace platí v $\langle X, Y, I \rangle$, právě když platí v $\mathcal{B}(X, Y, I)$.*

Implikace $A \Rightarrow B$ (sémanticky) plyne z množiny T implikací (zapisujeme $T \vdash A \Rightarrow B$), jestliže $A \Rightarrow B$ platí v každé $C \subseteq Y$, ve které platí T . Množina T implikací se nazývá

- *uzavřená, jestliže obsahuje každou implikaci, která z ní plyne;*
- *neredundantní, jestliže žádná implikace z T neplyne z ostatních (tj. nikdy není $T - \{A \Rightarrow B\} \vdash A \Rightarrow B$).*

Množina T implikací kontextu $\langle X, Y, I \rangle$ se nazývá úplná, jestliže z ní plyne každá implikace kontextu $\langle X, Y, I \rangle$. Báze je úplná a neredundantní množina implikací daného kontextu.

Význam předchozích pojmů je následující. Zajímají-li nás implikace, které ve vstupních datech (tj. v kontextu) platí, nezajímají nás implikace všechny. Zejména nás nezajímají triviální implikace, např. $A \Rightarrow B$, kde $B \subseteq A$, ty můžeme vynechat. Dále je přirozené vynechat ty implikace, které v nějakém přirozeném smyslu plynou z ostatních (proto pojem vyplývání). Při vynechávání bychom měli kontrolovat, zda aktuální množina je stále úplná (tj. všechny implikace z kontextu z ní plynou) a snažit se, aby nebyla redundantní. Následující tvrzení je důsledkem známého výsledku z teorie relačních databází.

Věta 4. *Množina T implikací je uzavřená, právě když, pro každé $A, B, C, D \subseteq Y$ platí*

1. $A \Rightarrow A \in T$;
2. *pokud $A \Rightarrow B \in T$, pak $A \cup C \Rightarrow B \in T$;*
3. *pokud $A \Rightarrow B \in T$ a $B \cup C \Rightarrow D \in T$, pak $A \cup C \Rightarrow D \in T$ [1], [3], [7].*

3.1.4 Konceptuální škálování

Vícehodnotové kontexty (many-valued contexts) jsou rozšířením formálních kontextů, které umožňuje reprezentovat vstupní data i s jinými atributy než jen s bivalentními logickými atributy.

Vícehodnotový kontext je čtveřice $\langle X, Y, W, I \rangle$, kde $I \subseteq X \times Y \times W$ je ternární relace taková, že pokud $\langle x, y, v \rangle \in I$ a $\langle x, y, w \rangle \in I$, pak $v = w$.

Prvky množin X , Y a W se nazývají objekty, (vícehodnotové) atributy a hodnoty atributů. Fakt $\langle x, y, w \rangle \in I$ znamená, že objekt x má atribut y s hodnotou w , píšeme také $y(x) = w$. Vícehodnotové kontexty zřejmým způsobem rozšiřují základní kontexty. FCA přistupuje k analýze vícehodnotových kontextů následovně. Vícehodnotový kontext je prostřednictvím vhodného tzv. konceptuálního škálování (conceptual scaling) převeden na základní kontext, který je poté analyzován.

Škála (scale) pro atribut y vícehodnotového kontextu je kontext $S_y = \langle X_y, Y_y, I_y \rangle$, pro který $y(X) \subseteq X_y$ (kde $y(X) = \{y(x) | x \in X\}$). Prvky množin X_y a Y_y se nazývají škálové hodnoty a škálové atributy.

Jako škálu pro daný atribut vícehodnotového kontextu můžeme použít libovolný kontext splňující podmínky definice. Nicméně škála by měla odrážet význam daného atributu. Pro atributy, které se ve vícehodnotových kontextech běžně vyskytují, je k dispozici řada standardních škál (např. nominální, ordinální, interordinální, biordinální, dichotomická, atd.

Nyní popíšeme tzv. jednoduché škálování (plain scaling), které je základní procedurou převedení vícehodnotového kontextu na základní kontext.

I	y_1	y_2	y_3
x_1	34	1	5
x_2	1	0	80
x_3	3	1	34
x_4	11	0	67

Tab. 7. Vícehodnotové kontexty

Z Tabulky 7 vidíme, že atribut y_2 nabývá hodnot 0 a 1, tedy pouze logických hodnot. Naopak atributy y_1, y_3 nabývají jiných hodnot než logických. Jedná se o vícehodnotové hodnoty, které můžeme zapsat pomocí konceptuálního škálování.

I	$y_{1(0-10)}$	$y_{1(11-20)}$	$y_{1(21-30)}$	$y_{1(31-40)}$	y_2	$y_{3(0-20)}$	$y_{3(21-40)}$	$y_{3(41-60)}$	$y_{3(61-80)}$
x_1	0	0	0	1	1	1	0	0	0
x_2	1	0	0	0	0	0	0	0	1
x_3	1	0	0	0	1	0	1	1	0
x_4	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Tab. 8. Konceptuální škálování

Je-li $\langle X, Y, W, I \rangle$ vícehodnotový kontext a jsou-li $S_y (y \in Y)$ škály, pak kontext odvozený jednoduchým škálováním je kontext $\langle X, Z, J \rangle$, kde

- $N = \cup_{y \in Y} \dot{Y}_y$ ($\dot{Y}_y = \{y\} \times Y_y$);
- $\langle x, \langle y, z \rangle \rangle \in J$ právě když $y(x) = w$ a $\langle w, z \rangle \in I_y$.

Objekty odvozeného kontextu jsou tedy shodné s objekty vícehodnotového kontextu a množina atributů odvozeného kontextu je disjunktním sjednocením atributů jednotlivých škál. Operaci jednoduchého škálování jsme schopni popisovat následovně: v tabulce se označení řádků nemění, místo sloupce s označením y vložíme $|Y_y|$ sloupců označených atributy $z \in Y_y$ a každou hodnotu $y(x)$ z vícehodnotového kontextu nahradíme řádkem škály S_y příslušným objektu x [1], [3].

4 APLIKACE FORMÁLNÍ KONCEPTUÁLNÍ ANALÝZY

4.1 Výběr internetového obchodu pomocí FCA

V dnešní době chce mnoho lidí podnikat na Internetu. Jedním z mnoha kroků pro takové podnikání je výběr obslužné aplikace, na kterém bude internetový obchod postaven. Nároky na aplikace se liší. Mnoho potenciálních provozovatelů vyhledává aplikace, které by pořídili co nejlevněji a samozřejmě, aby byl vybaven co největším množstvím funkcí. Při výběru aplikace se obvykle díváme, zda daná aplikace má jednotlivé funkce nebo ne. Dále nás zajímá, jestli se jedná o open-source řešení nebo komerční řešení aplikace. Z pohledu formální konceptuální analýzy můžeme jednotlivé aplikace chápat jako množinu objektů a funkce, které nás zajímají jako množinu atributů.

Jednotlivé funkce aplikací si provozovatel volí sám, podle toho, zda jsou v daném produktu obsaženy či nikoli. Pokud je daný produkt tvořen určitými funkcemi, pak tvoří binární relaci mezi množinou objektů a atributů. Nyní jsme získali formální kontext $\langle X, Y, I \rangle$, kde X znamená množinu objektů a Y množinu atributů.

Jako první příklad pro praktické využití FCA jsem si vybral porovnání jednotlivých e-commerce aplikací. Jedná se o systémy, které jsou volně dostupné pro stažení, tzv. open source systémy a dále pak systémy, které jsou dostupné pouze jako placené nebo pronajímatelné. Jako objekty jsem zvolil nejlepší systémy, které určili uživatelé na informačním webu [5]. Jako atributy jsem si vybral základní funkce jednotlivých systémů, které jsem vyseletoval z velkého množství, které jednotlivé systémy disponují.

Množina objektů:

$$X = \left\{ \text{Prestashop, FastCentrik, Magneto, VirtueMart, Shoptet,} \right. \\ \left. \text{, OXID eShop, ZonerINSHOP, 4shop eshop, OpenCart} \right\}$$

Množina atributů:

$$Y = \left\{ \begin{array}{l} \text{Free řešení, Výběr šablon, Propojení s účetnictvím,} \\ \text{Neomezený počet produktů, Diskuze zboží, Statistiky,} \\ \text{Nástroje SEO, Generování XML výstupů, Použití Lightboxů} \end{array} \right\}$$

	Free řešení	Výběr šablon	Propojení s účetnictvím	Neomezený počet produktů	Diskuze zboží	Záloha a obnova	Statistiky	Nástroje SEO	Generování XML výstupů	Použití Lightboxů
PrestaShop	X	X		X	X	X	X	X	X	X
FastCentrik			X			X	X	X	X	X
Magneto	X	X		X	X		X	X		
VirtueMart	X	X		X	X		X	X	X	X
Shoptet		X	X	X	X	X	X	X	X	X
OXID eShop	X	X		X	X			X	X	X
Zoner INSHOP		X	X	X	X	X	X	X	X	
4shop eshop		X	X		X		X	X	X	
OpenCart	X	X		X	X	X	X	X		X

Tab. 9. Kontext jednotlivých e-commerce řešení

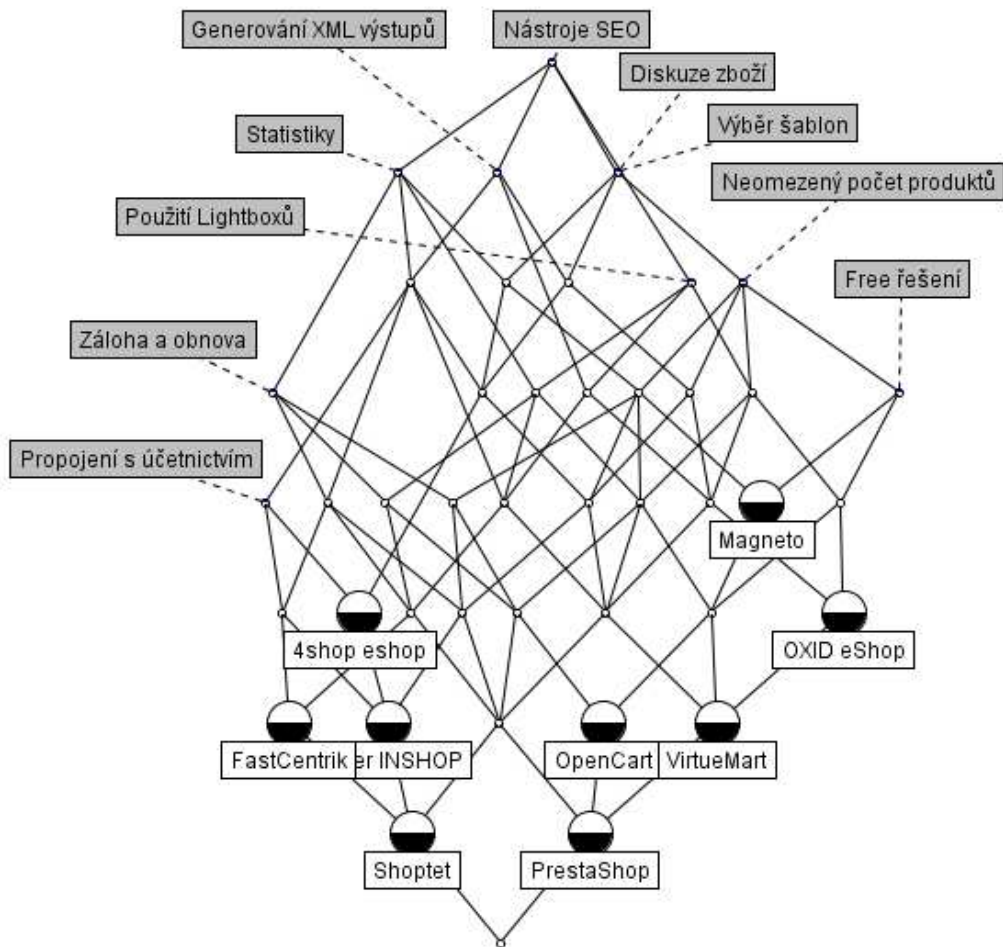
Seznam konceptů:

Zvolená báze obsahuje 10 atributů, které si pro zkrácení výpisu seznamu konceptů přejmenuji jako {A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10}. Seznam objektů obsahuje 9 vybraných produktů, které si také pro zkrácení přejmenuji jako {O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8, O9}.

{O1; O2; O3; O4; O5; O6; O7; O8; O9}	{A8}
{O1; O2; O4; O5; O6; O9}	{A8; A10}
{O1; O2; O4; O5; O6; O7; O8}	{A8; A9}
{O1; O2; O4; O5; O6}	{A8; A9; A10}
{O1; O2; O3; O4; O5; O7; O8; O9}	{A7; A8}
{O1; O2; O4; O5; O9}	{A7; A8; A10}
{O1; O2; O4; O5; O7; O8}	{A7; A8; A9}
{O1; O2; O4; O5}	{A7; A8; A9; A10}
{O1; O2; O5; O7; O9}	{A6; A7; A8}
{O1; O2; O5; O9}	{A6; A7; A8; A10}
{O1; O2; O5; O7}	{A6; A7; A8; A9}
{O1; O2; O5}	{A6; A7; A8; A9; A10}
{O2; O5; O7; O8}	{A3; A7; A8; A9}

{O2; O5; O7}	{A3; A6; A7; A8; A9}
{O2; O5}	{A3; A6; A7; A8; A9; A10}
{O1; O3; O4; O5; O6; O7; O8; O9}	{A2; A5; A8}
{O1; O4; O5; O6; O7; O8}	{A2; A5; A8; A9}
{O1; O3; O4; O5; O7; O8; O9}	{A2; A5; A7; A8}
{O1; O4; O5; O7; O8}	{A2; A5; A7; A8; A9}
{O1; O3; O4; O5; O6; O7; O9}	{A2; A4; A5; A8}
{O1; O4; O5; O6; O9}	{A2; A4; A5; A8; A10}
{O1; O4; O5; O6; O7}	{A2; A4; A5; A8; A9}
{O1; O4; O5; O6}	{A2; A4; A5; A8; A9; A10}
{O1; O3; O4; O5; O7; O9}	{A2; A4; A5; A7; A8}
{O1; O4; O5; O9}	{A2; A4; A5; A7; A8; A10}
{O1; O4; O5; O7}	{A2; A4; A5; A7; A8; A9}
{O1; O4; O5}	{A2; A4; A5; A7; A8; A9; A10}
{O1; O5; O7; O9}	{A2; A4; A5; A6; A7; A8}
{O1; O5; O9}	{A2; A4; A5; A6; A7; A8; A10}
{O1; O5; O7}	{A2; A4; A5; A6; A7; A8; A9}
{O1; O5}	{A2; A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10}
{O5; O7; O8}	{A2; A3; A5; A7; A8; A9}
{O5; O7}	{A2; A3; A4; A5; A6; A7; A8; A9}
{O5}	{A2; A3; A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10}
{O1; O3; O4; O6; O9}	{A1; A2; A4; A5; A8}
{O1; O4; O6; O9}	{A1; A2; A4; A5; A8; A10}
{O1; O4; O6}	{A1; A2; A4; A5; A8; A9; A10}
{O1; O3; O4; O9}	{A1; A2; A4; A5; A7; A8}
{O1; O4; O9}	{A1; A2; A4; A5; A7; A8; A10}
{O1; O4}	{A1; A2; A4; A5; A7; A8; A9; A10}
{O1; O9}	{A1; A2; A4; A5; A6; A7; A8; A10}
{O1}	{A1; A2; A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10}
{}	{A1; A2; A3; A4; A5; A6; A7; A8; A9; A10}

Tab. 10. Koncept jednotlivých e-commerce řešení

Konceptuální svaz:

Obr. 8. Konceptuální svaz e-commerce řešení

Jako druhý příklad pro praktické využití FCA jsem si vybral porovnání volně dostupných e-commerce aplikací, tzv. OSS. Jako objekty jsem si zvolil nejlépe hodnocené systémy, které určili uživatelé na informačním webu [5]. Jako atributy jsem si vybral několik stejných vlastností jako v předchozím příkladu.

Množina objektů:

$$X = \{Prestashop, Magneto, VirtueMart, ,OXID eShop, OpenCart\}.$$

Množina atributů:

$$Y = \left\{ \begin{array}{l} \textit{Free řešení, Výběr šablon, Propojení s účetnictvím,} \\ \textit{Neomezený počet produktů, Diskuze zboží, Statistiky,} \\ \textit{Nástroje SEO, Generování XML výstupů, Použití Lightboxů} \end{array} \right\}$$

	Výběr šablon	Neomezený počet produktů	Záloha a obnova	Statistiky	Použití Lightboxů	Generování XML výstupů
PrestaShop	X	X	X	X	X	X
Magneto			X	X	X	
VirtueMart	X	X		X		X
OXID eShop	X	X		X	X	X
OpenCart	X	X	X	X	X	

Tab. 11. Kontext OSS řešení

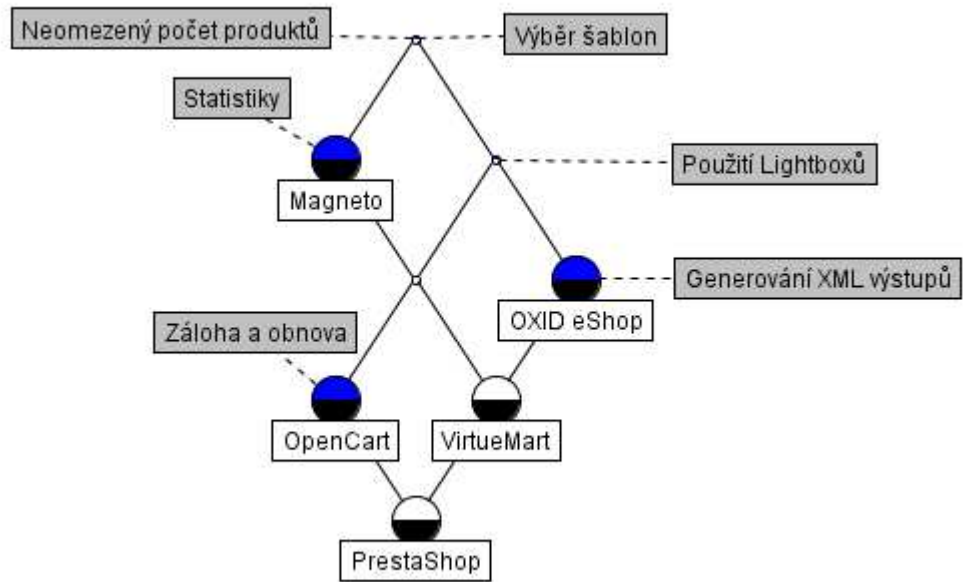
Seznam konceptů:

Výše uvedený seznam obsahuje opět 6 atributů, které si pro zkrácení výpisu seznamu konceptů přejmenuji jako $\{A1, A2, A3, A4, A5, A6\}$. Seznam objektů obsahuje 5 objektů, které si také pro zkrácení přejmenuji jako $\{O1, O2, O3, O4, O5\}$.

$\{O1; O2; O3; O4; O5\}$	$\{A4\}$
$\{O1; O2; O4; O5\}$	$\{A4; A5\}$
$\{O1; O2; O5\}$	$\{A3; A4; A5\}$
$\{O1; O3; O4; O5\}$	$\{A1; A2; A4\}$
$\{O1; O3; O4\}$	$\{A1; A2; A4; A6\}$
$\{O1; O4; O5\}$	$\{A1; A2; A4; A5\}$
$\{O1; O4\}$	$\{A1; A2; A4; A5; A6\}$
$\{O1; O5\}$	$\{A1; A2; A3; A4; A5\}$
$\{O1\}$	$\{A1; A2; A3; A4; A5; A6\}$

Tab. 12. Koncept OSS řešení

Konceptuální svaz:

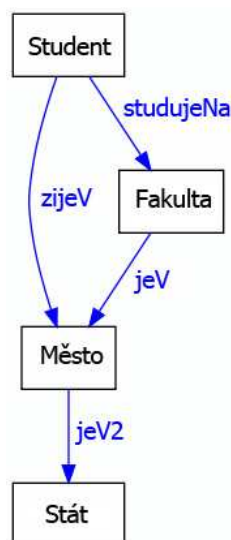


Obr. 9. Konceptuální svaz e-commerce řešení

Z výsledného grafu vyplývá, že systém PrestaShop je v rámci vybraných vlastností nejlepší, protože obsahuje všechny vybrané vlastnosti. Jako nejhorší se jeví systém Magneto, jelikož mu chybí dvě vlastnosti stejně jako systému Oxid eShop.

5 ONTOLOGIE

Pojem ontologie se ve filosofii chápe jako nauka o "bytí", popřípadě jako univerzální soustava znalostí, které popisují objekty, jevy a zákonitosti světa [9]. V informatice je ontologie chápána jako množina definic ve formálním jazyce, která je založena na diskrétní matematice a teorii grafů. Ontologické inženýrství je moderní oblastí informatiky, která se zaměřuje především na návrh, implementaci a aplikaci ontologií. Ontologie je potřebná z hlediska účelu sdílení znalostí a jejich opakovaném použití. V tomto kontextu může být ontologie použita na definování relací mezi objekty. Ontologie zvyšuje funkčnost webu tím, že umožňuje zpřesnit webové vyhledávání. Vyhledávací program se potom může díky ontologii zaměřit na ty stránky, kde je hledaný řetězec uvedený v požadovaném významu.



Obr. 10. Ukázka struktury ontologie

Na výše uvedeném obrázku můžeme vidět, že strukturou ontologie je strom, kde každý uzel má maximálně jeden rodičovský uzel. Ontologie se skládá ze čtyř elementů:

Instance – jedná se o objekty, které existují v určité doméně. Například konkrétní studenti, města, krajiny nebo fakulty.

Třídy – jedná se o abstraktní pojmy. Například třída student je kolekcí všech konkrétních studentů.

Atributy – atribut obsahuje určitou informaci o objektu. Například student může mít atribut jméno, věk, rodné číslo atd.

Vztahy – vztahy určují propojení mezi objekty.

5.1 Účel ontologie

Mezi základní způsoby využití ontologií patří:

- podpora porozumění mezi lidmi (například mezi experty a znalostními inženýry)
- podpora komunikace mezi počítačovými systémy
- podpora komunikace mezi počítačovými systémy a lidmi
- usnadnění návrhu aplikací, které jsou orientovány na znalosti (inteligentní výukové programy, pojmové vyhledávání atd.)

Praktické využití:

Praktické využití ontologií můžeme v současné době nalézt například v těchto oblastech.

Elektronické obchodování

Využití můžeme nalézt v obchodování typu B2C a B2B. V prvním případě jde o klasický internetový obchod, kde se nachází nákupní košík nebo pokladna. Využití ontologií v tomto typu vede k usnadnění vyhledávání požadovaného produktu zákazníkem. U druhého typu B2B lze nalézt uplatnění v rychlém vyhledání potenciálního partnera.

Zpracování přirozeného jazyka

Terminologické ontologie mohou napomáhat při překladech nebo automatické tvorbě rešerší.

Sématické webové portály

Umožňuje poloautomatické vytváření obsahu na základě metadat od poskytovatele obsahu.

5.2 Základní členění ontologií

Ontologie je souhrným označením pro systém, který popisuje realitu. Z tohoto důvodu můžeme ontologii rozdělit podle několika hledisek.

5.2.1 Členění podle oborových vlastností

Ontologii můžeme rozdělit podle různých hledisek. V návaznosti na historický význam ontologií a jejich vlivu na současné obory využití ontologií můžeme ontologie rozdělit na terminologické, informační a znalostní [10].

Terminologické ontologie

Jinak také lexikální ontologie můžeme ztotožnit s pokročilými tezaury, které se používají v knihovnictví a nebo v jiných oborech, které jsou orientovány na textové zdroje. V těchto ontologiích jsou hlavní částí termíny, které již nejsou dále formálně definovány.

Informační ontologie

Rozvinutí databázových konceptuálních schémat. Zajišťují abstrakci a vyšší kontrolu integrity.

Znalostní ontologie

Tyto ontologie navazují na výzkum z oblasti umělé inteligence a jsou chápány jako logické teorie a jejich prvky jsou definovány pomocí formálního jazyka. Nejvíce jsou využívány ve znalostních aplikacích.

5.2.2 Členění podle pedmětu formalizace

Doménové ontologie

Jedná se o nejpoužívanější ontologie. Jejich hlavním cílem je specifikace věcné oblasti, která je široce vymezená. Příkladem může být fungování firmy. Dále pak může být užší vymezení, kdy se řeší problematika například procesu vkládání zboží do košíku, poskytování úvěru atd.

Generické ontologie

Jsou velmi podobné doménové ontologii, ale generické ontologie zachycují obecnější koncepty reality. To znamená, že nejdou do hloubky.

Úlohové ontologie

Tento typ se zaměřuje na procesy odvozování, ne na zachycování znalostí o světě. Příkladem může být řešení problémů pro diagnostiku, konfiguraci atd.

Aplikační ontologie

Tyto ontologie jsou vždy součástí určité aplikace a obsahují doménovou i úlohovou složku.

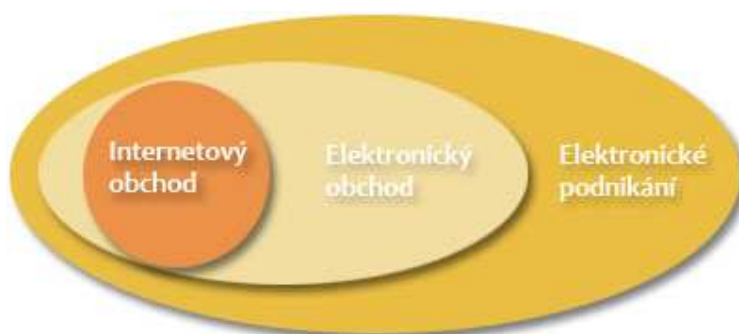
II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 ANALÝZA ELEKTRONICKÉHO OBCHODU

6.1 Historie elektronického obchodování

Za počátek elektronického obchodování můžeme považovat rok 1992, kdy se v USA uskutečnily první nákupy. Mezi první prodejní komoditu můžeme zařadit hudební nahrávky na CD nosičích, knihy nebo dárkové předměty. Později přišlo na řadu zboží, jako je elektronika, nábytek a hračky. Vývoj elektronického obchodování v České Republice byl ale velmi rozdílný oproti USA. Důvodem byl velký rozdíl v technologickém vývoji, který souvisí s používáním online plateb. Zatímco v USA byly tyto platby bez problému používány, v České Republice panovaly stále obavy. V České Republice lidé používali svůj vlastní fenomén – platba na dobírku. Ještě dnes využívá tuto metodu platby více než 60% zákazníků. V USA tuto metodu platby vůbec neznají. V letech 1994 - 1995 se v Evropě začaly prosazovat a vznikat internetové obchody, které jsou podobné těm dnešním. Mezi takové patří Amazon.com, který funguje dodnes.

V dnešní době už i v České Republice zákazníci vnímají nákup na internetu jako bezpečnou formu nákupu. Může za to hlavně profesionálnější přístup online prodejců. Zkracuje se doba dodání produktů a také se více využívá platba platební kartou. Zákazníci vyžadují od prodejců snadnou možnost reklamace, možnost vrácení zboží, servis zboží a další služby, které poskytují kamenné prodejny [11].



Obr. 11. E-podnikání

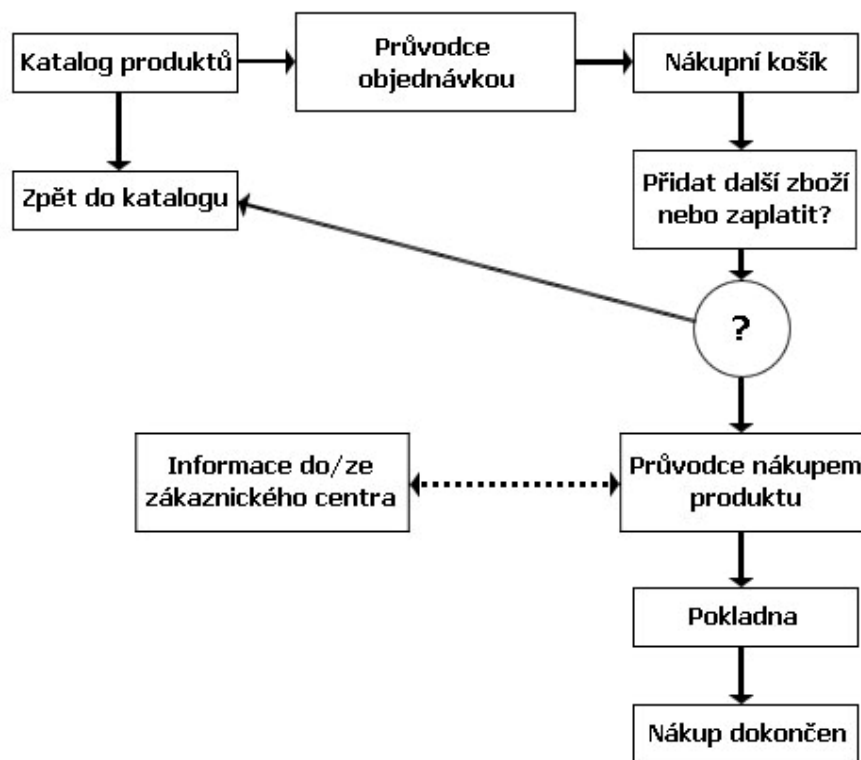
6.2 Elektronický obchod

Pod tímto pojmem se obecně rozumí podnikání prostřednictvím elektronických prostředků. Ten může zahrnovat, nejen obchodování se zbožím a službami, ale také všechny související kroky reklamy přes uzavírání smluv, její plnění, a to včetně poprodejní podpory a služeb. Podle [12] můžeme elektronický obchod definovat takto:

“Elektronický obchod je obchodem, při kterém komunikace mezi jeho účastníky probíhá zčásti nebo zcela pomocí počítačových sítí, jejich příslušenství a telekomunikací.”

6.2.1 Internetový obchod

Jedná se o speciální webovou aplikaci, která slouží ke zprostředkovávání obchodních transakcí na internetu. Někdy se používají termíny eshop nebo online obchod, ale v této diplomové práci bude použit termín internetový obchod. Každý takový obchod obsahuje běžný katalog produktů, které jsou zařazeny do určitých kategorií. Internetový obchod se skládá z detailů jednotlivých produktů a výrobků, které jsou zařazeny v určité kategorii. Dále pak obsahuje vyhledávání nebo třídění produktů. Některé aplikace umožňují také filtrování produktů. Podle zákona musí každý internetový obchod obsahovat obchodní podmínky, kontaktní informace apod. Mezi nejznámější internetové obchody patří Mall.cz, Alza.cz, Kasa.cz.



Obr. 12. Schéma postupu nakupování v internetovém obchodě

6.2.1.1 Struktura internetového obchodu

Každý internetový obchod má danou strukturu, která se skládá ze základních prvků. Existuje zde možnost vkládat do internetového obchodu celou řadu volitelných doplňkových prvků. Jedná se o doplňky technologického, marketingového nebo

reklamního původu. Tyto elementy slouží ke zvýšení atraktivnosti internetového obchodu. Každý internetový obchod se skládá z těchto prvků: katalog produktů a služeb, průvodce objednávkou, nákupní košík, průvodce nákupem produktu, zákaznické konto s přehledem objednávek a dodaného zboží [11].

6.2.1.2 Dělení podle subjektů elektronického obchodování

Podle typů lze internetové obchody rozdělit do několika obchodních modelů. Mezi nejzákladnější patří modely B2C a B2B [11].

B2C (Business-to-Customers)

Tento druh elektronického obchodu je zaměřen na prodej koncovým zákazníkům. Koncovým zákazníkem rozumíme fyzické osoby, domácnosti nebo maloodběratele. Jedná se vlastně o obdobu klasického “kamenného” obchodu na internetu. Oproti kamenné prodejně nabízí elektronický obchod nespočetné množství výhod. Velkou roli hraje grafické zpracování internetového obchodu, který je jedním z důležitých předpokladů k úspěšnému obchodu.

B2B (Business-to-Business)

Tento druh elektronického obchodu slouží pro obchody mezi obchodními partnery, tzn. mezi dodavatelem a odběratelem. Významný rozdíl mezi tímto druhem internetového obchodu a internetového obchodu typu B2C (business-to-customer) je ten, že dodavatel zná předem odběratele. Rozdílné jsou obchodní podmínky, které jsou pro jednotlivé odběratele individuální. Tyto obchodní podmínky představují např. individuální ceny, dodací lhůty, množství produktů atd. Dále je pak u tohoto druhu internetového obchodu nutná registrace.

Hybridní systém

Tyto systémy představují řešení pro oba druhy internetového obchodu. Jedná se o propojení B2B a B2C. V tomto druhu internetového obchodu se v ideálním případě mění dynamicky pouze obsah, vzhled a struktura podle klienta. Např. B2C zákazník vidí obsah stránek se všemi obrázky a informacemi, zatímco B2B klient vidí např. velkoobchodní ceny, zobrazení produktů v seznamu pro rychlejší výpis.

6.3 Možnosti realizace internetového obchodu

Pokud se budoucí prodávající rozhodne, že chce začít obchodovat prostřednictvím internetu a chce provozovat svůj vlastní eshop, má na výběr z těchto možností:

6.3.1 Zakoupení nebo pronájem hotového řešení

Jedná se o komerčně vyvíjený software, kde autor softwaru prodává pouze licenční právo na užívání softwaru. Uživatel nemůže upravovat zdrojové kódy ani je dále poskytovat. Toto řešení je vyvíjeno univerzálně tak, aby vyhovovalo co největší skupině zákazníků. Výhodou tohoto způsobu řešení je to, že je připravené ke spuštění během krátké doby. O vývoj a údržbu se stará konkrétní firma, u které software zakoupíme nebo pronajmeme. Řešení je rozděleno do několika cenových skupin s rozdílným množstvím funkcí a modulů. Velkou nevýhodou tohoto řešení je jeho vysoká cena oproti open source řešení. Tato nevýhoda často odrazuje začínající provozovatele internetových obchodů, kteří tak dávají přednost open source řešení [13].

6.3.1.1 *Sunlight*

Tato firma nabízí komplexní řešení pro tvorbu internetového obchodu. Nabízí prodej pro B2B i B2C. Firma Sunlight nabízí dvě možnosti úhrady. První možností je pronájem, kdy si firma účtuje měsíční poplatek za využívání aplikace a nebo další možností odkupu licence. Jednou z mnoha možností, který tato firma nabízí je výběr internetového obchodu ze čtyř variant. Každá varianta se liší podle dostupných funkcí a vlastností. Mezi hlavní výhody této aplikace patří, velmi jednoduché ovládání administračního rozhraní. Dále pak velké množství šablon a podpora online nakupování, které u open-source řešení chybí. Další velkou výhodou je napojení na ERP systémy. Pro zákazníka je také velmi důležité rozmanité množství referencí, které má tato firma k dispozici. Podle mého názoru se jedná o jednu z nejlepších firem na trhu [13].

Další firmy, které nabízí řešení pro internetový obchod, jsou Shoptet [18], FastCentrik [17], ShopSys [17] atd. Více jednotlivé firmy rozebírat nebudu prezentovat, jelikož nabízí podobné, ne-li stejné služby jako výše zmíněná firma SunLight. Rozdíl je téměř vždy v ceně a v poskytovaných službách. Více informací o jednotlivých systémech se dozvíte v uvedené literatuře. [13], [16], [17], [18].

6.3.2 Řešení na míru

Toto řešení je vhodné pro velké firmy, které mají specifické nároky na rozsah řešení. Vychází z toho také cena, která je oproti předchozím způsobům realizace v řádech deseti tisíců až statisíců. Délka implementace systémů bývá v řádech týdnů až měsíců. Další věc, kterou musí budoucí provozovatel vědět, je představa o grafické podobě svého internetového obchodu, kdy se jedná většinou o rozložení jednotlivých nabídek, formulářů a jejich vzájemné propojení. Abychom mohli tento způsob řešení provozovat, musíme mít také technické zázemí pro provoz takové aplikace. Nabízí se též možnost, kdy všechny technické služby zajistí dodavatel zakázkového řešení s dvaceti čtyř hodinovým dohledem [14].

6.3.3 Open source řešení

Toto řešení internetového obchodu je ideální volbou pro menší a začínající internetové obchody. Velkou výhodou tohoto způsobu řešení je to, že je zdarma. To znamená, že provozovatel může prodávat za velmi krátkou dobu. Náklady v tomto způsobu řešení tvoří pouze doména a webhosting. Nevýhodou u těchto systémů může být to, že systém je omezen na základní moduly, ostatní je nutno dokupovat. Z toho vyplývá, že tyto systémy nejsou zcela zdarma, protože je nutné počítat s dalšími investicemi do dodatečných úprav.

Mezi nejznámější open-source systémy patří PrestaShop, Magneto, VirtueMart atd. Podle serveru [5] jsou systémy seřazeny podle oblíbenosti.

6.3.3.1 *PrestaShop*

Počátek této aplikace sahá do roku 2007, kdy byla v Paříži založena Igorem Schlumbergerem a Brunem Lévequem firma Prestashop. První verze systému vyšla v roce 2008, jednalo se o první stabilní verzi 1.0. Nyní má nová verze systému označení 1.4, která má ve srovnání s předchozí verzí rozdílnou tvorbu šablon. Hlavním rysem verze 1.4 je možnost nákupu bez registrace, v předchozích verzích byla tato možnost pouze po zakoupení speciálního modulu. Jedná se o jednu z nejpoužívanějších aplikací pro internetové obchodování. V roce 2010 byl vyhlášen vítězem Open-Source Award [15] v kategorii e-commerce. Tento systém nabízí velké množství funkcí pro online obchodování, nechybí také velká podpora ze strany vývojářů. Software je volně šiřitelný a je možné ho nasadit na komerční využití. Systém nabízí velké množství marketingových nástrojů, dále pak SEO nástroje a mnoho dalších nástrojů a funkcí.



Obr. 13. Ukázka administrace systému PrestaShop

6.3.3.2 VirtueMart

Jde o německé řešení pro internetový obchod. Jedná se o rozšíření redakčního systému Joomla, tedy o rozšíření CMS a prodejního systému. Svou širokou škálou nastavení pokryje většinu požadovaných funkcí, které jsou v dnešní době vyžadovány. Tento systém je už technologicky i funkčně zastaralý, přesto jej hodně provozovatelů internetových obchodů používá.



Obr. 14. Ukázka administrace systému VirtueMart

6.3.3.3 Magneto

Tato aplikace byla představena v roce 2008, tudíž se jedná o poměrně novou aplikaci. Za vývojem stojí společnost Varien. Tento systém vyniká oproti ostatním aplikacím uživatelskou přehledností administrativního rozhraní. Jedná se o moderní systém, který je neustále rozvíjen o nové moduly. Je určen, jak pro prodej koncovým spotřebitelům (B2C), tak i pro prodej dealerům (B2B). Systém nabízí také velké množství nástrojů pro marketingové účely, nástroje pro SEO a mnoho dalších funkcí. Mezi nevýhodu tohoto systému patří neexistence oficiální české podpory. Velkou nevýhodou jsou také vysoké nároky na zatížení, proto je třeba dražších webhostingů.



Obr. 15. Ukázka administrace systému Magneto

6.4 Postup při realizaci internetového obchodu

Abychom byli schopni zrealizovat kvalitní internetový obchod, musíme se držet několika klíčových fází. Každou z těchto fází musíme provést zodpovědně a podrobně. Kdybychom některou z vymezených fází opomenuli nebo neprovedli pečlivě, mohl být výsledný internetový obchod neúspěšný a nespolehlivý. Pro názornou ukázkou tvorby internetového obchodu využijí firmu, ve které pracují a ukáží Vám celý proces, jak postupujeme při jeho tvorbě.



Obr. 16. Obecný postup tvorby internetového obchodu

6.4.1 První kontakt se zákazníkem

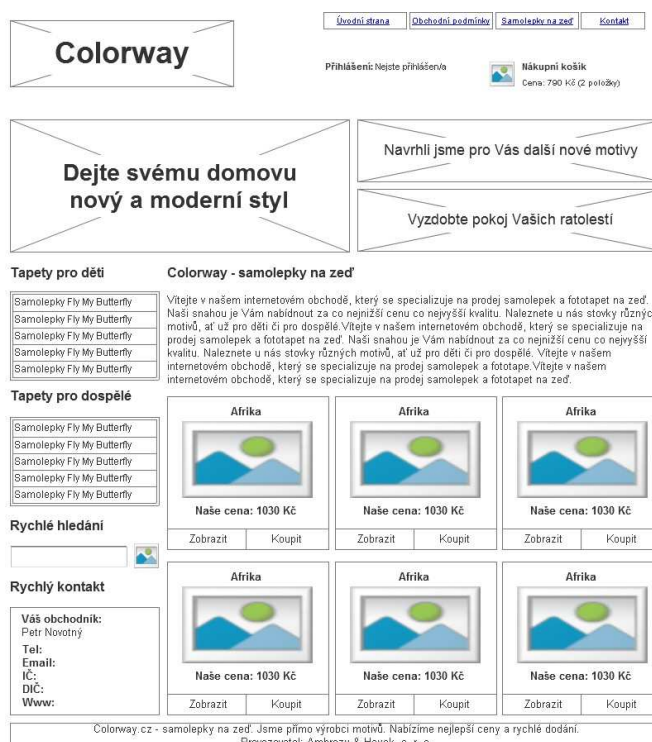
Celý proces začíná tím, že si zákazník vyhledá firmu a pošle jí nezávaznou objednávku pro realizaci internetového obchodu. Může tak učinit pomocí emailu nebo telefonu. Po vyhodnocení zadání je obratem zákazníkovi odeslán orientační cenový návrh na implementaci internetového obchodu, která obsahuje kromě ceny také čas potřebný na realizaci projektu. Důležitým bodem pro další krok, je sběr informací, které by měl zákazník dodat. Platí, že čím víc informací dodá, tím více je projekt podle jeho představ. V této fázi se vymezí potřeby a představy o předběžné struktuře (obsahovém, funkčním i grafickém provedení) internetového obchodu.

6.4.2 Analýza zadání

Ještě před samotným zpracováním grafického návrhu je nutné prokonzultovat jaké zboží nebo službu, kterou chce zákazník na svém internetovém obchodu nabízet. Nutné je také stanovení konkrétních cílů, aby bylo pro všechny strany jasné, co má zákazník na webu udělat, kam kliknout, co se stane, když klikne na tlačítko atd. Dále pak, pro jakou cílovou skupinu bude internetový obchod určen. Je důležité říci, v jakém rozsahu by měl být internetový obchod. Dále pak jakou by měl mít strukturu a styl. V této fázi je důležitá stálá komunikace mezi zákazníkem a analytikem. Po upřesnění všech požadavků je sepsána cenová nabídka a připravena k podpisům mezi oběma stranami.

6.4.3 Grafický návrh

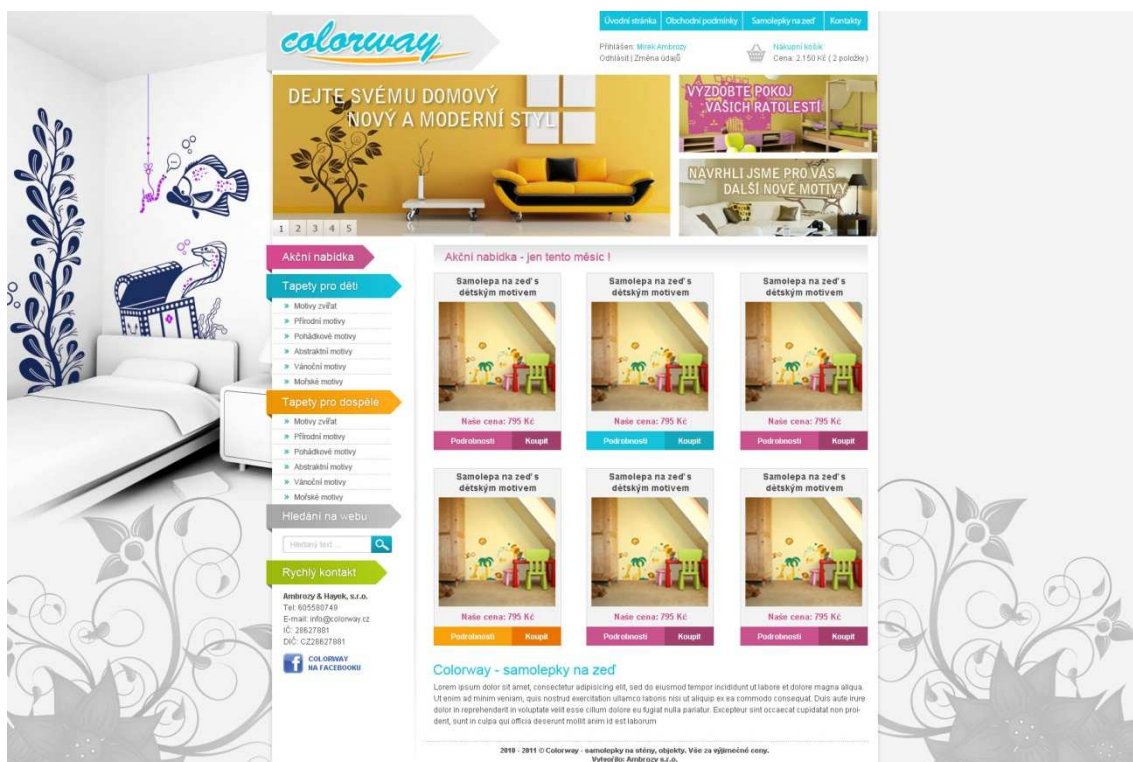
Po společné konzultaci a odsouhlasení zadání koncepce a cílů webu je připraven grafický návrh internetového obchodu. Pro návrh budoucího rozložení webu slouží tzv. wireframe. Jinými slovy jde o drátěný model, který se používá z důvodu zjednodušení návrhu. Tento návrh definuje funkci a obsah stránek webu. Rozděluje webovou stránku na různé části a upřesňuje, kde se bude nacházet navigace, hlavní obsah stránky, jednotlivé moduly atd. Zpracují se takto úvodní stránka, detail produktu a košík, pro které je nutná speciální šablona. Tyto návrhy jsou opět zaslány a konzultovány se zákazníkem. Po odsouhlasení návrhu se přechází do další fáze, tou je implementace systému.



Obr. 17. Wireframe internetového obchodu

Ukázka wireframu byla vytvořena v programu Axure RP Pro. Jednalo se o projekt vytvoření internetového obchodu na prodej samolepek na zeď. Konečná podoba je

k nahlédnutí na internetové adrese www.colorway.cz.



Obr. 18. Výsledný grafický návrh

6.4.4 Implementace systému

Nyní přichází na řadu samotná implementace systému, na kterém bude celý internetový obchod postaven. Naše firma využívá upravenou verzi open-source systému Prestashop, o kterém jsem se zmínil v předchozích odstavcích. Prvním krokem je samotná instalace systému a vytvoření databáze, na které systém bude provozován. V této fázi se konfiguruje nastavení systému, instalace a modifikace potřebných modulů. Jakmile je systém nakonfigurován, přichází fáze kódování šablony. Kódování probíhá z vytvořených a schválených návrhů od grafika, které jsou ve většině případů ve formátu PSD. Při kódování šablony probíhá neustálá komunikace se zákazníkem, který může mít výhrady či připomínky k aktuálnímu návrhu. Jako další, přichází na řadu kontrola validace šablony, pro zobrazení na všech prohlížečích. V této fázi se také na přání zákazníka zabýváme SEO optimalizací, což zahrnuje výběr klíčových slov, doplnění jednotlivých meta tagů, dále pak naplnění internetového obchodu vhodnými texty.

6.4.5 Testování systému a nasazení do provozu

V této fázi se testuje, zda jsou splněny všechny vstupní podmínky zadané zákazníkem. Opět probíhá konzultace se zákazníkem a případné neshody se doplní nebo opraví. Testuje

se celkový průběh procesu objednání, zda je funkční administrátorské rozhraní. Systém si také otestuje sám zákazník a pokud narazí na další nesrovnalosti, ihned jsou opraveny. Dalším krokem je nasazení systému do provozu. Je nutné zajištění webhostingu, který zahrnuje také výběr vhodné domény pro internetový obchod. Naše firma v současné době využívá služby od firmy WEDOS s.r.o., v brzké době ale chystáme přechod na vlastní technické zázemí. Po konzultaci se zákazníkem jsou vytvořeny a nastaveny emailové účty. Tímto krokem ve většině případů končí celý proces tvorby, kdy je výsledný internetový obchod předán zákazníkovi. Někteří zákazníci vyžadují také implementaci měřicího nástroje pro vedení statistik internetového obchodu, registraci do vyhledávačů a do katalogů zboží.

6.4.6 Správa a podpora

I po předání internetového obchodu nabízíme zákazníkovi správu a opravu případných chyb. Vedeme nepřetržitou zákaznickou podporu a servis. Jsme schopni reagovat na případné budoucí vylepšení nebo pomoc např. při optimalizaci stránek.

7 POUŽITÍ WEBOVÉ ANALÝZY POMOCÍ FCA

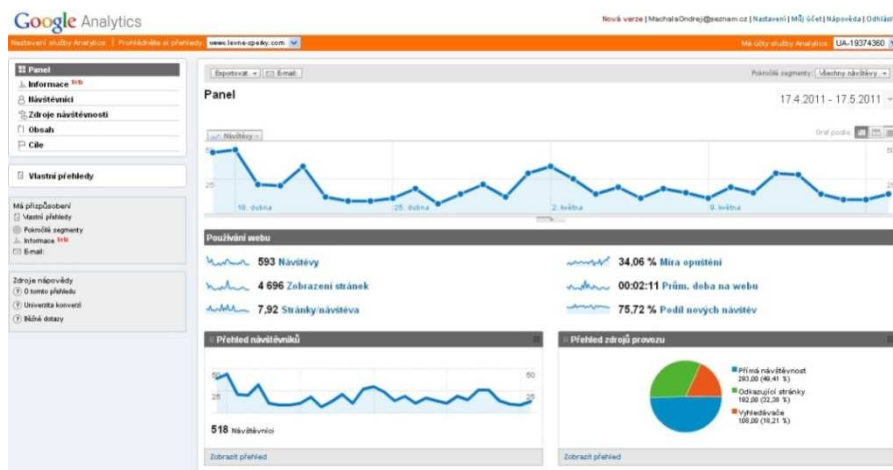
V současnosti, je na Internetu velká spousta webových stránek, které se snaží co nejvíce zaujmout a přitáhnout návštěvníky hlavně za účelem zisku. Některé z těchto stránek jsou ve svém snažení velmi úspěšné, jiné ne. Spousta lidí si myslí, že hlavním faktorem, který určuje, do které kategorie webová stránka patří, je to, že stránka má plně validní zdrojový kód, kvalitně sepsané texty, nádherný design anebo využívají velké množství reklamních kampaní. Tím hlavním faktorem je analýza návštěvnosti a snahou provozovatele nebo správce stránky je, využít získané údaje a nabídnout zákazníkovi to, kvůli čemu na danou stránku přišel.

Snahou analýzy je získat cenné údaje o návštěvnících a jejich potřebách. Důležitým faktorem je sledování počtu přístupů, jak dlouhou dobu na stránce zůstanou, odkud se na naši stránku dostali, jaké stránky si během své návštěvy prohlédnou. Dále nás pak může zajímat, jestli naše stránky navštěvují více ženy nebo muži, jaké slova nejčastěji vyhledávají. Tyto získané informace jsou základem optimalizace stránek, pokud si klademe za cíl nárůst návštěvnosti a hlavně prodeje produktů.

Mezi nejznámější nástroje pro webovou analýzu patří Google Analytics. Jedná se o službu, která je zdarma. Poskytuje dokonalý přehled o provozu na webových stránkách. Mezi jeho základní vlastnosti patří [10]:

- Informaci odkud návštěvníci na stránku přišli
- Geografické umístění návštěvníka
- Počet zobrazení článků
- Použitý prohlížeč návštěvníka
- Jedineční a absolutní návštěvníci
- Příjem webu
- Nejprodávanější produkty a mnoho dalších

V současnosti je jednou z nejrozšířenějších služeb a poskytuje uživateli nejvíce různých přehledů o návštěvnosti. Podobných služeb, jako je Google Analytics [10], je velká řada, která je určena na sledování přehledů na webových stránkách [11].



Obr. 19. Panel Google Analytics

7.1 Webová analýza pomocí FCA

Pomocí služby Google Analytics získáváme celkový přehled o statistikách, které jsou přehledně zobrazeny pomocí animací, obrázků a grafů. Pro zobrazení si můžeme zvolit časový interval pro zobrazení. Abychom mohli získaná data analyzovat, musíme taková data vyexportovat do souboru, a poté s nimi můžeme pracovat. Pro takový export slouží aplikace Excellent Analytics [19]. Jedná se o plugin pro Microsoft Excel [12], pomocí něhož se můžeme přihlásit přímo k účtu, který máme vytvořený u firmy Google Analytics [10], a můžeme pracovat s daty, aniž bychom se museli přihlašovat a exportovat data.

The screenshot shows the Excellent Analytics application interface. It features a toolbar with 'Account', 'New Query', and 'Update Query' buttons. Below the toolbar is a search bar with the URL 'www.levne-sperky.com' and a date range '1.1.2011 -> 1.5.2011'. The main area displays a data table with the following content:

	A	B	C	D	E
1	www.levne-sperky.com [1.1.2011 -> 1.5.2011]				
2	screen colors	screen resolution	pageviews	time on page	
3	16-bit	1024x768		321	7051
4	16-bit	1024x819		3	27
5	16-bit	1086x563		10	270
6	16-bit	1152x864		52	1393
7	16-bit	1276x733		1	0
8	16-bit	1280x1024		171	4322
9	16-bit	1280x720		3	44
10	16-bit	1280x800		32	314
11	16-bit	1280x960		9	72

Obr. 20. Ukázka programu Excellent Analytics od Google Analytics

Pomocí nástroje Excellent Analytics získáme výstupní data, jejichž počet si můžeme libovolně zvolit v nastavení programu. Z těchto získaných dat můžeme zjistit přesné chování návštěvníků, kteří na naše stránky vstupují. Toto zjištění je důležité pro SEO

optimalizaci. Pro zjištění spojení a chování uživatelů na webových stránkách využijeme formální konceptuální analýzu.

Příklad 7.1

Úkolem je zjistit, zda návštěvníci s malým rozlišením monitoru opouští náš internetový obchod dříve, než návštěvníci s vysokým rozlišením. Máme k dispozici hodnoty jako je poměr návratů na stránky, rozlišení a čas na webu.

	Rozlišení < 1024 x 768	Míra opuštění > 40%	Čas na stránce < 15s
Návštěvník 1	X		
Návštěvník 2	X	X	
Návštěvník 3			
Návštěvník 4	X		X
Návštěvník 5			
Návštěvník 6	X	X	
Návštěvník 7	X	X	
Návštěvník 8			
Návštěvník 9			
Návštěvník 10			
Návštěvník 11			
Návštěvník 12			
Návštěvník 13	X	X	
Návštěvník 14			
Návštěvník 15	X	X	X
Návštěvník 16			
Návštěvník 17			X
Návštěvník 18			
Návštěvník 19			
Návštěvník 20		X	
Návštěvník 21	X	X	
Návštěvník 22			X
Návštěvník 23	X		
Návštěvník 24		X	X
Návštěvník 25			
Návštěvník 26			
Návštěvník 27			X
Návštěvník 28		X	
Návštěvník 29			X
Návštěvník 30			

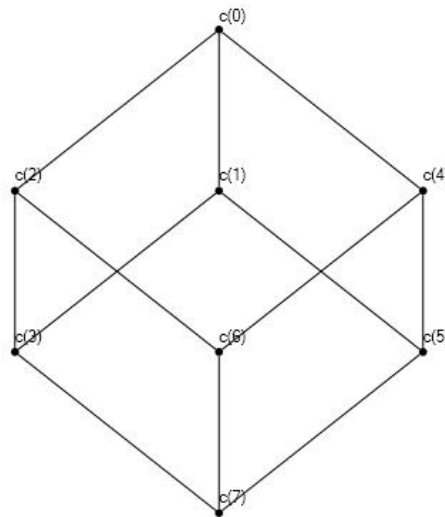
Návštěvník 31		X	
Návštěvník 32			
Návštěvník 33		X	
Návštěvník 34			
Návštěvník 35	X		
Návštěvník 36			
Návštěvník 37			
Návštěvník 38			
Návštěvník 39			
Návštěvník 40	X	X	
Návštěvník 41			
Návštěvník 42			
Návštěvník 43	X	X	
Návštěvník 44			
Návštěvník 45	X	X	
Návštěvník 46			
Návštěvník 47	X		
Návštěvník 48			X
Návštěvník 49			
Návštěvník 50	X		

Tab. 13. Kontext jednotlivých návštěvníků na webu

{Návštěvník 1; Návštěvník 2; Návštěvník 3; Návštěvník 4; Návštěvník 5; Návštěvník 6; Návštěvník 7; Návštěvník 8; Návštěvník 9; Návštěvník 10; Návštěvník 11; Návštěvník 12; Návštěvník 13; Návštěvník 14; Návštěvník 15; Návštěvník 16; Návštěvník 17; Návštěvník 18; Návštěvník 19; Návštěvník 20; Návštěvník 21; Návštěvník 22; Návštěvník 23; Návštěvník 24; Návštěvník 25; Návštěvník 26; Návštěvník 27; Návštěvník 28; Návštěvník 29; Návštěvník 30; Návštěvník 31; Návštěvník 32; Návštěvník 33; Návštěvník 34; Návštěvník 35; Návštěvník 36; Návštěvník 37; Návštěvník 38; Návštěvník 39; Návštěvník 40; Návštěvník 41; Návštěvník 42; Návštěvník 43; Návštěvník 44; Návštěvník 45; Návštěvník 46; Návštěvník 47; Návštěvník 48; Návštěvník 49; Návštěvník 50}	{}
{Návštěvník 4; Návštěvník 15; Návštěvník 17; Návštěvník 22; Návštěvník 24; Návštěvník 27; Návštěvník 29; Návštěvník 48}	{Čas na stránce}
{Návštěvník 2; Návštěvník 6; Návštěvník 7; Návštěvník 13; Návštěvník 15; Návštěvník 20; Návštěvník 21; Návštěvník 24; Návštěvník 28; Návštěvník 31; Návštěvník 33; Návštěvník 40; Návštěvník 43; Návštěvník 45}	{Míra opuštění}
{Návštěvník 15; Návštěvník 24}	{Míra opuštění ; Čas na stránce}
{Návštěvník 1; Návštěvník 2; Návštěvník 4; Návštěvník 6; Návštěvník 7; Návštěvník 13; Návštěvník 15; Návštěvník 21; Návštěvník 23; Návštěvník 35; Návštěvník 40; Návštěvník 43; Návštěvník 45; Návštěvník 47; Návštěvník 50}	{Rozlišení}
{Návštěvník 4; Návštěvník 15}	{Rozlišení; Čas na stránce}
{Návštěvník 2; Návštěvník 6; Návštěvník 7; Návštěvník 13; Návštěvník 15; Návštěvník 21; Návštěvník 40; Návštěvník 43; Návštěvník 45}	{Rozlišení ; Míra opuštění}
{Návštěvník 15}	{Rozlišení ; Míra opuštění; Čas na stránce}

Tab. 14. Koncepty jednotlivých návštěvníků

Z výše uvedeného konceptu vyplývá, že mnoho návštěvníků opouští stránky hned, jak na ně vstoupí, může to být zapříčiněno neoptimalizací stránky na menší rozlišení, než je 1024 x 768. Dalším důvodem, proč návštěvníci na stránce nezůstávají, může být málo atraktivní design nebo špatně navrhnutá struktura stránek. Z výsledku také vyplývá to, že stránky jsou čitelné z různých kapesních počítačů nebo mobilních telefonů.



Obr. 21. Konceptuální svaz jednotlivých návštěvníků

Příklad 7.2

Dalším úkolem je zjistit, v kolik hodin a který den přichází zákazníci nejčastěji do internetového obchodu nakupovat. Tyto údaje se poté dají využít pro makretingové cíle. Například zjištění, ve který den je vhodné rozesílat novinky emailem.

	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle	Čas 7-9 hodin	Čas 10-12 hodin	Čas 13-15 hodin	Čas 16-18 hodin	Čas 19-21 hodin	Čas > 300s
Návštěvník 1	X						X	X	X				X
Návštěvník 2	X											X	X
Návštěvník 3		X							X				
Návštěvník 4	X		X						X	X			X
Návštěvník 5				X								X	
Návštěvník 6					X				X				
Návštěvník 7							X		X				X
Návštěvník 8	X											X	X
Návštěvník 9		X						X					
Návštěvník 10	X						X	X	X				X
Návštěvník 11							X		X				X

Návštěvník 12		X						X	
Návštěvník 13	X						X		
Návštěvník 14				X		X			X
Návštěvník 15	X					X			X
Návštěvník 16				X			X		
Návštěvník 17	X							X	X
Návštěvník 18				X				X	
Návštěvník 19		X					X		
Návštěvník 20					X	X			X
Návštěvník 21			X		X	X	X		X
Návštěvník 22	X					X			X
Návštěvník 23			X					X	
Návštěvník 24		X		X		X	X		X
Návštěvník 25	X					X			
Návštěvník 26	X					X			X
Návštěvník 27				X			X		
Návštěvník 28	X							X	X
Návštěvník 29					X			X	X
Návštěvník 30	X	X					X	X	
Návštěvník 31			X				X		
Návštěvník 32					X		X		X
Návštěvník 33				X				X	
Návštěvník 34	X							X	
Návštěvník 35				X			X		X
Návštěvník 36					X		X		
Návštěvník 37				X			X		X
Návštěvník 38	X					X			
Návštěvník 39					X		X		X
Návštěvník 40		X					X		
Návštěvník 41					X			X	X
Návštěvník 42		X						X	
Návštěvník 43				X			X		
Návštěvník 44				X			X		X
Návštěvník 45			X			X			X
Návštěvník 46	X							X	
Návštěvník 47			X					X	X
Návštěvník 48					X	X			
Návštěvník 49					X		X		X
Návštěvník 50	X				X		X	X	X

Tab. 15. Kontext jednotlivých návštěvníků, jak přistupují na web

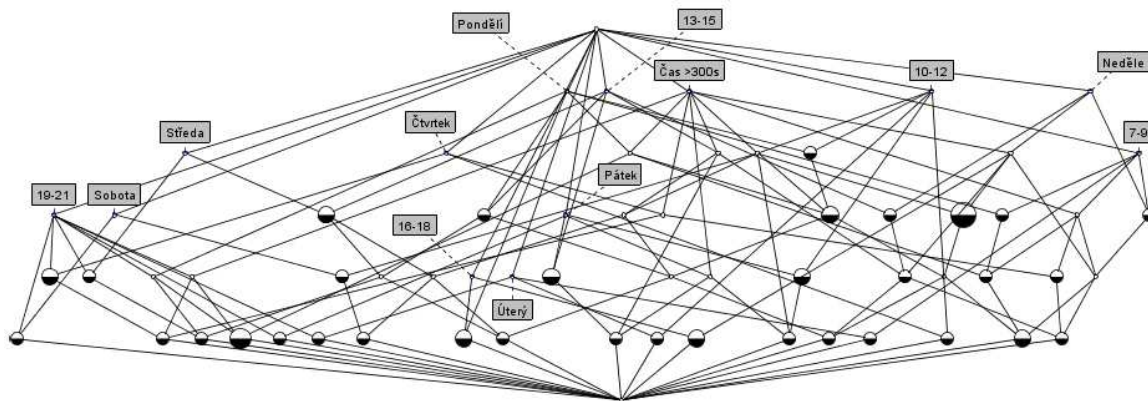
{Návštěvník 1; Návštěvník 2; Návštěvník 3; Návštěvník 4; Návštěvník 5; Návštěvník 6; Návštěvník 7; Návštěvník 8; Návštěvník 9; Návštěvník 10; Návštěvník 11; Návštěvník 12; Návštěvník 13; Návštěvník 14; Návštěvník 15; Návštěvník 16; Návštěvník 17; Návštěvník 18; Návštěvník 19; Návštěvník 20; Návštěvník 21; Návštěvník 22; Návštěvník 23; Návštěvník 24; Návštěvník 25; Návštěvník 26; Návštěvník 27; Návštěvník 28; Návštěvník 29; Návštěvník 30; Návštěvník 31; Návštěvník 32; Návštěvník 33; Návštěvník 34; Návštěvník 35; Návštěvník 36; Návštěvník 37; Návštěvník 38; Návštěvník 39; Návštěvník 40; Návštěvník 41; Návštěvník 42; Návštěvník 43; Návštěvník 44; Návštěvník 45; Návštěvník 46; Návštěvník 47; Návštěvník 48; Návštěvník 49; Návštěvník 50}	{}
{Návštěvník 1; Návštěvník 2; Návštěvník 4; Návštěvník 7; Návštěvník 8; Návštěvník 10; Návštěvník 11; Návštěvník 14; Návštěvník 15; Návštěvník 17; Návštěvník 20; Návštěvník 21; Návštěvník 22; Návštěvník 24; Návštěvník 26; Návštěvník 28; Návštěvník 29; Návštěvník 32; Návštěvník 35; Návštěvník 37; Návštěvník 39; Návštěvník 41; Návštěvník 44; Návštěvník 45; Návštěvník 47; Návštěvník 49; Návštěvník 50}	{Čas > 300s}
{Návštěvník 2; Návštěvník 5; Návštěvník 8; Návštěvník 12; Návštěvník 17; Návštěvník 18; Návštěvník 23; Návštěvník 28; Návštěvník 30; Návštěvník 33; Návštěvník 42; Návštěvník 47}	{Čas 19-21 hodin}
{Návštěvník 2; Návštěvník 8; Návštěvník 17; Návštěvník 28; Návštěvník 47}	{Čas 19-21 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 29; Návštěvník 34; Návštěvník 41; Návštěvník 46}	{Čas 16-18 hodin}
{Návštěvník 4; Návštěvník 13; Návštěvník 16; Návštěvník 19; Návštěvník 21; Návštěvník 24; Návštěvník 27; Návštěvník 30; Návštěvník 36; Návštěvník 37; Návštěvník 39; Návštěvník 50}	{Čas 13-15 hodin}
{Návštěvník 4; Návštěvník 21; Návštěvník 24; Návštěvník 37; Návštěvník 39; Návštěvník 50}	{Čas 13-15 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 1; Návštěvník 3; Návštěvník 4; Návštěvník 6; Návštěvník 7; Návštěvník 10; Návštěvník 11; Návštěvník 14; Návštěvník 15; Návštěvník 20; Návštěvník 22; Návštěvník 24; Návštěvník 25; Návštěvník 26; Návštěvník 31; Návštěvník 32; Návštěvník 35; Návštěvník 40; Návštěvník 43; Návštěvník 44; Návštěvník 49; Návštěvník 50}	{Čas 10-12 hodin}
{Návštěvník 1; Návštěvník 4; Návštěvník 7; Návštěvník 10; Návštěvník 11; Návštěvník 14; Návštěvník 15; Návštěvník 20; Návštěvník 22; Návštěvník 24; Návštěvník 26; Návštěvník 32; Návštěvník 35; Návštěvník 44; Návštěvník 49; Návštěvník 50}	{Čas 10-12 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 4; Návštěvník 24; Návštěvník 50}	{Čas 10-12 hodin; Čas 13-15 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 1; Návštěvník 9; Návštěvník 10; Návštěvník 21; Návštěvník 38; Návštěvník 45; Návštěvník 48}	{Čas 7-9 hodin}
{Návštěvník 1; Návštěvník 10; Návštěvník 21; Návštěvník 45}	{Čas 7-9 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 1; Návštěvník 7; Návštěvník 10; Návštěvník 11; Návštěvník 14; Návštěvník 20; Návštěvník 21; Návštěvník 29; Návštěvník 32; Návštěvník 36; Návštěvník 39; Návštěvník 41; Návštěvník 48; Návštěvník 49; Návštěvník 50}	{Neděle}
{Návštěvník 1; Návštěvník 7; Návštěvník 10; Návštěvník 11; Návštěvník 14; Návštěvník 20; Návštěvník 21; Návštěvník 29; Návštěvník 32; Návštěvník 39; Návštěvník 41; Návštěvník 49; Návštěvník 50}	{Neděle; Čas > 300s}

{Návštěvník 29; Návštěvník 41}	{Něděle; Čas 16-18 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 21; Návštěvník 36; Návštěvník 39; Návštěvník 50}	{Něděle; Čas 13-15 hodin}
{Návštěvník 21; Návštěvník 39; Návštěvník 50}	{Něděle; Čas 13-15 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 1; Návštěvník 7; Návštěvník 10; Návštěvník 11; Návštěvník 14; Návštěvník 20; Návštěvník 32; Návštěvník 49; Návštěvník 50}	{Něděle; Čas 10-12 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 1; Návštěvník 10; Návštěvník 21; Návštěvník 48}	{Něděle; Čas 7-9 hodin}
{Návštěvník 1; Návštěvník 10; Návštěvník 21}	{Něděle; Čas 7-9 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 24; Návštěvník 33; Návštěvník 44}	{Sobota}
{Návštěvník 33}	{Sobota; Čas 19-21 hodin}
{Návštěvník 24; Návštěvník 44}	{Sobota; Čas 10-12 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 6; Návštěvník 16; Návštěvník 18; Návštěvník 27; Návštěvník 35; Návštěvník 37; Návštěvník 43}	{Pátek}
{Návštěvník 35; Návštěvník 37}	{Pátek; Čas > 300s}
{Návštěvník 18}	{Pátek; Čas 19-21 hodin}
{Návštěvník 16; Návštěvník 27; Návštěvník 37}	{Pátek; Čas 13-15 hodin}
{Návštěvník 37}	{Pátek; Čas 13-15 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 6; Návštěvník 35; Návštěvník 43}	{Pátek; Čas 10-12 hodin}
{Návštěvník 35}	{Pátek; Čas 10-12 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 5; Návštěvník 21; Návštěvník 23; Návštěvník 31; Návštěvník 45; Návštěvník 47}	{Čtvrtek}
{Návštěvník 21; Návštěvník 45; Návštěvník 47}	{Čtvrtek; Čas > 300s}
{Návštěvník 5; Návštěvník 23; Návštěvník 47}	{Čtvrtek; Čas 19-21 hodin}
{Návštěvník 47}	{Čtvrtek; Čas 19-21 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 31}	{Čtvrtek; Čas 10-12 hodin}
{Návštěvník 21; Návštěvník 45}	{Čtvrtek; Čas 7-9 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 21}	{Čtvrtek; Něděle; Čas 7-9 hodin; Čas 13-15 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 4; Návštěvník 12; Návštěvník 19; Návštěvník 24; Návštěvník 30; Návštěvník 40}	{Středa}
{Návštěvník 12; Návštěvník 30}	{Středa; Čas 19-21 hodin}
{Návštěvník 4; Návštěvník 19; Návštěvník 24; Návštěvník 30}	{Středa; Čas 13-15 hodin}
{Návštěvník 4; Návštěvník 24; Návštěvník 40}	{Středa; Čas 10-12 hodin}
{Návštěvník 4; Návštěvník 24}	{Středa; Čas 10-12 hodin; Čas 13-15 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 24}	{Středa; Sobota; Čas 10-12 hodin; Čas 13-15 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 3; Návštěvník 9; Návštěvník 42}	{Úterý}
{Návštěvník 42}	{Úterý; Čas 19-21 hodin}

{Návštěvník 3}	{Úterý; Čas 10-12 hodin}
{Návštěvník 9}	{Úterý; Čas 7-9 hodin}
{Návštěvník 1; Návštěvník 2; Návštěvník 4; Návštěvník 8; Návštěvník 10; Návštěvník 13; Návštěvník 15; Návštěvník 17; Návštěvník 22; Návštěvník 25; Návštěvník 26; Návštěvník 28; Návštěvník 30; Návštěvník 34; Návštěvník 38; Návštěvník 46; Návštěvník 50}	{Pondělí}
{Návštěvník 1; Návštěvník 2; Návštěvník 4; Návštěvník 8; Návštěvník 10; Návštěvník 15; Návštěvník 17; Návštěvník 22; Návštěvník 26; Návštěvník 28; Návštěvník 50}	{Pondělí; Čas > 300s}
{Návštěvník 2; Návštěvník 8; Návštěvník 17; Návštěvník 28; Návštěvník 30}	{Pondělí; Čas 19-21 hodin}
{Návštěvník 2; Návštěvník 8; Návštěvník 17; Návštěvník 28}	{Pondělí; Čas 19-21 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 34; Návštěvník 46}	{Pondělí; Čas 16-18 hodin}
{Návštěvník 4; Návštěvník 13; Návštěvník 30; Návštěvník 50}	{Pondělí; Čas 13-15 hodin}
{Návštěvník 1; Návštěvník 4; Návštěvník 10; Návštěvník 15; Návštěvník 22; Návštěvník 25; Návštěvník 26; Návštěvník 50}	{Pondělí; Čas 10-12 hodin}
{Návštěvník 1; Návštěvník 4; Návštěvník 10; Návštěvník 15; Návštěvník 22; Návštěvník 26; Návštěvník 50}	{Pondělí; Čas 10-12 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 4; Návštěvník 50}	{Pondělí; Čas 10-12 hodin; Čas 13-15 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 1; Návštěvník 10; Návštěvník 38}	{Pondělí; Čas 7-9 hodin}
{Návštěvník 1; Návštěvník 10; Návštěvník 50}	{Pondělí; Někdele; Čas 10-12 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 50}	{Pondělí; Někdele; Čas 10-12 hodin; Čas 13-15 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 1; Návštěvník 10}	{Pondělí; Někdele; Čas 7-9 hodin; Čas 10-12 hodin; Čas > 300s}
{Návštěvník 4; Návštěvník 30}	{Pondělí; Středa; Čas 13-15 hodin}
{Návštěvník 30}	{Pondělí; Středa; Čas 13-15 hodin; Čas 19-21 hodin}
{Návštěvník 4}	{Pondělí; Středa; Čas 10-12 hodin; Čas 13-15 hodin; Čas > 300s}
{}	{Pondělí; Úterý; Středa; Čtvrtek; Pátek; Sobota; Někdele; Čas 7-9 hodin; Čas 10-12 hodin; Čas 13-15 hodin; Čas 16-18 hodin; Čas 19-21 hodin; Čas > 300s}

Tab. 16. Koncepty jednotlivých návštěvníků, kdy přistupují na web

Z výše uvedeného konceptu jde vidět, že nejvíce návštěvníků přistupuje na web ve dnech pondělí a neděle. Nejvhodnější čas pro rozesílání noviněk a reklamních akcí je v 10 až 12 hodin. Vybrané koncepty jsou zvýrazněny červenou barvou.



Obr. 22. Konceptuální svaz jednotlivých návštěvníků v určitý čas

V následující tabulce jsou uvedeny všechny atributové implikace daného konceptuálního svazu (Obrázek 22), vygenerované programem ConExp [22].

1 < 2 > Pondělí Středa ==> 13-15;
2 < 1 > Středa Sobota ==> Čas >300s 10-12 13-15;
3 < 3 > Pondělí Neděle ==> Čas >300s 10-12;
4 < 1 > Čtvrtek Neděle ==> Čas >300s 7-9 13-15;
5 < 2 > Středa Čas >300s ==> 10-12 13-15;
6 < 2 > Sobota Čas >300s ==> 10-12;
7 < 2 > Čtvrtek 7-9 ==> Čas >300s;
8 < 2 > Středa 10-12 ==> Čas >300s 13-15;
9 < 2 > Sobota 10-12 ==> Čas >300s;
10 < 9 > Neděle 10-12 ==> Čas >300s;
11 < 2 > 7-9 10-12 ==> Pondělí Neděle Čas >300s;
12 < 1 > Čtvrtek 13-15 ==> Neděle Čas >300s 7-9;

13 < 1 > Sobota 13-15 ==> Středa Čas >300s 10-12;
14 < 2 > Pondělí Čas >300s 13-15 ==> 10-12;
15 < 1 > 7-9 13-15 ==> Čtvrtek Neděle Čas >300s;
16 < 3 > 10-12 13-15 ==> Čas >300s;
17 < 1 > Neděle Čas >300s 10-12 13-15 ==> Pondělí;
18 < 2 > Neděle 16-18 ==> Čas >300s;
19 < 2 > Čas >300s 16-18 ==> Neděle;
20 < 0 > Neděle 19-21 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Pátek Sobota Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18;
21 < 0 > Pátek Čas >300s 19-21 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Sobota Neděle 7-9 10-12 13-15 16-18;
22 < 0 > 7-9 19-21 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Pátek Sobota Neděle Čas >300s 10-12 13-15 16-18;
23 < 0 > 10-12 19-21 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 13-15 16-18;
24 < 1 > 13-15 19-21 ==> Pondělí Středa;
25 < 0 > 16-18 19-21 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15;
26 < 0 > Pondělí Úterý ==> Středa Čtvrtek Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
27 < 0 > Úterý Středa ==> Pondělí Čtvrtek Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
28 < 0 > Pondělí Čtvrtek ==> Úterý Středa Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
29 < 0 > Úterý Čtvrtek ==> Pondělí Středa Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
30 < 0 > Středa Čtvrtek ==> Pondělí Úterý Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;

31 < 0 > Pondělí Pátek ==> Úterý Středa Čtvrtek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
32 < 0 > Úterý Pátek ==> Pondělí Středa Čtvrtek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
33 < 0 > Středa Pátek ==> Pondělí Úterý Čtvrtek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
34 < 0 > Čtvrtek Pátek ==> Pondělí Úterý Středa Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
35 < 0 > Pondělí Sobota ==> Úterý Středa Čtvrtek Pátek Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
36 < 0 > Úterý Sobota ==> Pondělí Středa Čtvrtek Pátek Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
37 < 0 > Čtvrtek Sobota ==> Pondělí Úterý Středa Pátek Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
38 < 0 > Pátek Sobota ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
39 < 0 > Úterý Neděle ==> Pondělí Středa Čtvrtek Pátek Sobota Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
40 < 0 > Středa Neděle ==> Pondělí Úterý Čtvrtek Pátek Sobota Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
41 < 0 > Pátek Neděle ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Sobota Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
42 < 0 > Sobota Neděle ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Pátek Čas >300s 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
43 < 0 > Úterý Čas >300s ==> Pondělí Středa Čtvrtek Pátek Sobota Neděle 7-9 10-12 13-15 16-18 19-21;
44 < 0 > Středa 7-9 ==> Pondělí Úterý Čtvrtek Pátek Sobota Neděle Čas >300s 10-12 13-15 16-18 19-21;
45 < 0 > Pátek 7-9 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Sobota Neděle Čas >300s 10-12 13-15 16-18 19-21;

46 < 0 > Sobota 7-9 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Pátek Neděle Čas >300s 10-12 13-15 16-18 19-21;
47 < 0 > Čtvrtek Čas >300s 10-12 ==> Pondělí Úterý Středa Pátek Sobota Neděle 7-9 13-15 16-18 19-21;
48 < 0 > Úterý 13-15 ==> Pondělí Středa Čtvrtek Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 16-18 19-21;
49 < 0 > Pátek Čas >300s 10-12 13-15 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Sobota Neděle 7-9 16-18 19-21;
50 < 0 > Úterý 16-18 ==> Pondělí Středa Čtvrtek Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 19-21;
51 < 0 > Středa 16-18 ==> Pondělí Úterý Čtvrtek Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 19-21;
52 < 0 > Čtvrtek 16-18 ==> Pondělí Úterý Středa Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 19-21;
53 < 0 > Pátek 16-18 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 19-21;
54 < 0 > Sobota 16-18 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Pátek Neděle Čas >300s 7-9 10-12 13-15 19-21;
55 < 0 > 7-9 16-18 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Pátek Sobota Neděle Čas >300s 10-12 13-15 19-21;
56 < 0 > 10-12 16-18 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 13-15 19-21;
57 < 0 > 13-15 16-18 ==> Pondělí Úterý Středa Čtvrtek Pátek Sobota Neděle Čas >300s 7-9 10-12 19-21;

Tab. 17. Atributové implikace konceptuálního svazu Příkladu 7.2

ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá e-commerce aplikacemi s využitím formální konceptuální analýzy. Teoretická část začíná základními pojmy z teorie svazů, dále pak uzávěrové operátory, na kterých je formální konceptuální analýza založena. Následují teoretické základy formální konceptuální analýzy, na kterou jsou demonstrovány praktické příklady. První příklad je zaměřen na výběr internetového obchodu, který byl vybrán podle serveru [5], jako nejoblíbenější. Jedná se jak o open-source řešení, tak i o placené řešení. Bylo zvoleno několik funkcí, které jednotlivé internetové obchody poskytují a které ne. Z výsledku vyplývá, že nejvíce funkcemi disponuje jako placená verze systém Shoptet [18], jako free řešení se nejlépe jeví systém Prestashop. Druhý příklad nám zobrazuje pouze free řešení, které byly vybrány opět podle serveru [5], jako nejoblíbenější. Z výsledku vyplývá, že systém Prestashop se jeví opět jako nejlepší řešení, které vlastní nejvíce funkcí, ve srovnání se systémem Magneto, který vlastní nejméně funkcí. V poslední kapitole (Kapitola 5) teoretické části jsou vysvětleny základní formalismy ontologií, které jsou zaměřeny na aplikace webového inženýrství.

V praktické části diplomová práce uvádí analýzu možných řešení systémů pro provoz a správu internetového obchodu. Byla zpracovávána analýza možnosti pořízení internetového obchodu. Byly srovnány rozdíly mezi hotovými řešeními a free systémy. Dalším úkolem bylo navrhnout postup realizace systému pro internetový obchod, který vychází z praxe. Realizace byla rozdělena na několik fází, jednotlivé fáze jsou popsány na Obrázku 16. Jednotlivé fáze jsou poté popsány tak, jak jsou plněny v naší firmě. Všechny použité obrázky a data jsou ze zpracovávaného projektu, který je zaměřen na prodej samolepek na zeď.

Poslední část diplomové práce se zaměřena na webovou analytiku, která je v dnešní době také velmi důležitá pro ty, kteří vlastní internetový obchod. Na webovou analytiku je aplikována formální konceptuální analýza, pomocí které, můžeme zjistit velmi zajímavé výsledky. Konkrétní příklady uvedené v praktické části jsou získány z činnosti naší firmy, ve které pracuji. První příklad má za úkol zjistit, zda naši zákazníci, kteří mají menší rozlišení opouští internetový obchod dříve, než zákazníci s vysokým rozlišením. Z výsledného konceptu, který je zobrazen v Tabulce 14 vyplývá, že zákazníci stánky opustí ihned, jak na ně vstoupí. Tento problém může být zapříčiněn neoptimalizací stránky na menší rozlišení než je 1024 x 768, dalším důvodem odchodu může být málo atraktivní design nebo špatně navrhnutá struktura stránek. Další příklad řeší v kolik hodin a která den

přichází zákazníci nejčastěji do internetového obchodu. Tyto údaje můžeme poté využít pro marketingové cíle. Z konceptu zobrazeného v Tabulce 15 vyplývá, že nejvíce zákazníků přistupuje na web ve dnech pondělí a neděle a to v čase 10 hodin až 12 hodin.

CONCLUSION

The thesis deals with e-commerce applications using the formal concept analysis. The theoretical part begins with basic terms from lattice theory, and then it continues with closure operators on which the formal concept analysis is based. It is followed by theoretical fundamentals of formal concept analysis, which is demonstrated by practical examples. The first example is focused on selection of the internet business which was chosen according to the server [5] as the most popular. It is both about an open-source solution and a paid solution as well. Several functions were chosen. Some of them are provided by individual internet businesses and some of them are not. It follows from the result that the paid version of Shoptet system [18] provides the majority of functions. Prestashop system appears to be the best free solution. The second example shows just the free solutions which were chosen again according to the server [5] as the most popular. It follows from the result that Prestashop system appears to be the best solution again, the solution with the majority of functions, when compared with Magneto system which has minimum of functions. In the final chapter (Chapter 5) of the theoretical part there is an explanation of basic formalisms of ontologies which are focused on web engineering applications.

The practical part of the thesis contains the analysis of possible solutions of systems for operation and administration of internet business. The analysis of possibility to set up internet business has been made. The differences between ready-made solutions and free systems have been compared. Another task was suggesting a procedure for internet business system realization which follows from practice. The realization was divided into several phases. The individual phases are described in Fig.16. The particular phases are described as they were accomplished in our company. All the used pictures and data are from the processed project which is focused on selling wall stickers.

The final part of the thesis is focused on web analytics which is currently very important also for those people who have their internet business. The formal concept analysis is applied to web analytics by means of which we can get very interesting results. The particular examples shown in the practical part are gained from the activities of our company in which I work. The task of the first example was finding out whether our customers, who have lower resolution, leave the internet business sooner than the customers with high resolution. It follows from the resulting concept which is shown in Tab. 14 that customers leave the web sites immediately after entering them. This problem

can be caused by non-optimization of the web site to the resolution which is lower than 1024 x 768. Another reason of their leaving can be not very attractive design or web site structure created in a bad way. Another example solves which time and which day customers mostly visit internet business. Then we can use such data for marketing purposes. It follows from the concept shown in Tab. 15 that the majority of customers enter the web sites on Mondays and Sundays, namely at 10 to 12 a.m.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] WILLE, R., GANTER, B. *Formal Concept Analysis – Mathematical Foundations*. 1st ed. Springer, 1998. 284 s. ISBN 3-540-62771-5.
- [2] KUČERA, Radan. *Základy teorie svazů* [online]. [cit. 2011-04-28]. Dostupné z WWW: <<http://www.math.muni.cz/~kucera/texty/Svazy2003.pdf>>.
- [3] BĚLOHLÁVEK, Radim. *Konceptuální svazy a formální konceptuální analýza* [online]. [cit. 2011-05-02].
- [4] WOLFF, Karl Erich. *A First Course in Formal Concept Analysis* [online]. [cit. 2011-05-05]. Dostupný z WWW:
<http://www.fbm.fh-darmstadt.de/home/wolff/Publikationen/A_First_Course_in_Formal_Concept_Analysis.pdf>.
- [5] VYBRAT-ESHOP.CZ : Vyberte správný e-shop pro Váš business [online]. *Upravené vydání. 2010* [cit. 2011-05-08]. *Vybrat-eshop.cz*. Dostupné z WWW: <<http://www.vybrat-eshop.cz/>>.
- [6] BIRKHOFF, Garrett. *Lattice Theory*. 3rd ed. USA : American Mathematical Society, 1967. 189 s.
- [7] BĚLOHLÁVEK, Radim. *INTRODUCTION TO FORMAL CONCEPT ANALYSIS* [online]. Vyd. 1. Olomouc : [s.n.], 2008 [cit. 2011-05-11]. Dostupné z WWW: <<http://belohlavek.inf.upol.cz/vyuka/IntroFCA.pdf>>.
- [8] SVÁTEK, Vojtěch. *Ontologie a WWW* [online]. Praha 3 : [s.n.], 2002 [cit. 2011-05-11]. Dostupné z WWW: <<http://nb.vse.cz/~svatek/onto-www.doc>>.
- [9] RADEK STUHLÍK, Radek . *ONTOLOGIE A SÉMANTICKÝ WEB* [online]. [s.l.], 2007. 52 s. Diplomová práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ. Dostupné z WWW: <<http://www.fit.vutbr.cz/study/DP/rpfile.php?id=5004>>.
- [10] *Google Analytics* [online]. 2011 [cit. 2011-05-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.google.com/intl/cs/analytics/features.html>>.
- [11] *Hlavacek-webdesign* [online]. 2007, 15.5.2011 [cit. 2011-05-17]. Dostupné z WWW: <<http://www.hlavacek-webdesign.cz/blog/google-analytics-1-obecnouvod/>>.
- [12] *Microsoft Office Excel 2007* [online]. 2007 [cit. 2011-05-18]. Dostupné z WWW: <<http://www.microsoft.com/cze/office/programs/excel/overview.msp>>

- [11] *Marketingové noviny : Historie elektronických obchodů* [online]. 20.7.2006 [cit. 2011-05-19]. Dostupné z WWW: <http://www.marketingovenoviny.cz/index.php3?Action=View&ARTICLE_ID=4391>.
- [12] SUCHÁNEK, Petr. *Podnikání a obchodování na Internetu*. Karviná : Slezská univerzita v Opavě, 2008. 224 s. ISBN 978-80-7248-458-4.
- [13] *Sunlight : Tvorba internetových obchodů* [online]. 2011 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.sunlight.cz/>>.
- [14] *Lupa.cz : E-shop na klíč nebo hotové řešení?* [online]. 2011 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.lupa.cz/specially/jak-na-e-shop/e-shop-na-klic-nebo-hotove-reseni/>>.
- [15] *Open Source Awards* [online]. 2010 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.packtpub.com/open-source-awards-home>>.
- [16] *ShopSys : Profesionální tvorba ziskových B2C a B2B e-shopů* [online]. 2011 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.shopsys.cz/>>.
- [17] *FastCentrik : Tvorba internetových obchodů* [online]. 2011 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.fastcentrik.cz/>>.
- [18] *Shoptet : Získejte vlastní eshop za 15 minut* [online]. 2011 [cit. 2011-05-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.shoptet.cz/>>.
- [19] BOHÁČKOVÁ, Klára. *Robert Němec.com : Přestaňte exportovat data z Google Analytics: vyzkoušejte Excellent Analytics!* [online]. 22.1.2010 [cit. 2011-05-24]. Dostupné z WWW: <<http://webova-analytika.robertnemec.com/excellent-analytics-google/>>.
- [20] HÝSEK, Jiří . *Semimodulární, modulární a distributivní svazy* [online]. Praha : [s.n.], 17.1.2008 [cit. 2011-05-28]. Dostupné z WWW: <<http://trace.dump.cz/papers/qm3.pdf>>.
- [21] HONG, Jason I.; VAN DUYNE, Douglas K.; LANDAY, James A. *Návrh a tvorba webů : Vytváříme zákaznický orientovaný web*. Vyd. 1. Brno : CP Books, a.s., 2005. 672 s. ISBN 80-251-0508-3.
- [22] *ConExp 1.3* [online]. 2011 [cit. 2011-06-07]. Sourceforge. Dostupné z WWW: <<http://sourceforge.net/projects/conexp/>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

B2B	Business-to-Business
B2C	Business-to-Customer
CD	Compact disc
CMS	System pro správu obsahu
ERP	Enterprise Resource Planning
FCA	Formální konceptuální analýza
OSS	Open-source software
PSD	Photoshop Document
SEO	Search Engine Optimization

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. Hasseův diagram.....	12
Obr. 2. Největší a nejmenší pevný bod v úplném svazu.....	19
Obr. 3. Hasseův diagram svazu L	20
Obr. 4. (a) Pentagonální svaz N_5 , (b) Svaz M_5 diamant	23
Obr. 5. Hasseův diagram svazu $L = \{1,2,3,4,12\}$	23
Obr. 6. Hasseův diagram svazu $L = 1,2,3,5,30$	26
Obr. 7. Data s objekty x_i a atributy y_j	27
Obr. 8. Konceptuální svaz e-commerce řešení	39
Obr. 9. Konceptuální svaz e-commerce řešení	41
Obr. 10. Ukázka struktury ontologie.....	42
Obr. 11. E-podnikání	46
Obr. 12. Schéma postupu nakupování v internetovém obchodě.....	47
Obr. 13. Ukázka administrace systému PrestaShop	51
Obr. 14. Ukázka administrace systému VirtueMart	51
Obr. 15. Ukázka administrace systému Magneto	52
Obr. 16. Obecný postup tvorby internetového obchodu.....	53
Obr. 17. Wireframe internetového obchodu	54
Obr. 18. Výsledný grafický návrh	55
Obr. 19. Panel Google Analytics	58
Obr. 20. Ukázka programu Excellent Analytics od Google Analytics.....	58
Obr. 21. Konceptuální svaz jednotlivých návštěvníků	61
Obr. 22. Konceptuální svaz jednotlivých návštěvníků v určitý čas.....	66

SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Definice uzávěrových operátorů f, g	21
Tab. 2. Cross-table popisující objekty x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 a atributy y_1, y_2, y_3, y_4	28
Tab. 3. Formální koncept pro A_1, B_1	31
Tab. 4. Formální koncept pro A_2, B_2	31
Tab. 5. Formální koncept pro A_3, B_3	31
Tab. 6. Formální koncept pro A_4, B_4	32
Tab. 7. Vícehodnotové kontexty.....	34
Tab. 8. Konceptuální škálování	34
Tab. 9. Kontext jednotlivých e-commerce řešení	37
Tab. 10. Koncept jednotlivých e-commerce řešení	38
Tab. 11. Kontext OSS řešení	40
Tab. 12. Koncept OSS řešení.....	40
Tab. 13. Kontext jednotlivých návštěvníků na webu.....	60
Tab. 14. Koncepty jednotlivých návštěvníků	60
Tab. 15. Kontext jednotlivých návštěvníků, jak přistupují na web	62
Tab. 16. Koncepty jednotlivých návštěvníků, kdy přistupují na web.....	65
Tab. 17. Atributové implikace konceptuálního svazu Příkladu 7.2.....	69