

# **Aplikace Port-Royalské logiky pro speciální ochranu**

Pavel Měsíček

---

Bakalářská práce  
2018



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2017/2018

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavel Měsíček**  
Osobní číslo: **A15775**  
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Aplikace Port-Royalské logiky pro speciální ochranu**  
Téma anglicky: **The Application of Port-Royal Logic for Special Security Protection**

Zásady pro vypracování:

1. Formou literární rešerše zpracujte teoretickou část práce pro praktické využití Port-Royalské logiky s softwarovým zpracováním a verifikací formální konceptuální analýzy.
2. Stanovte supremum a infimum pro komponenty speciální chrany.
3. Aplikujte Port-Royalskou logiku do oblasti speciální ochrany dokumentů a cenin a vyhodnoťte softwarové zobrazení výpočtů svazu kontextů.
4. Popište svazy kontextů a atributových implikací včetně navigace vybraných komponentů speciální ochrany.
5. Získané výsledné data mining uveďte ve 3D prostředí.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. NAVARA, Mirko a OLŠÁK, Petr. Základy fuzzy množin. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002, 136 s. ISBN 80-01-02585-3.
2. IVANKA, Ján. Mechanické zábranné systémy. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. ISBN 978-80-7318-910-5.
3. C. Carpineto, G. Romano: Concept Data Analysis: Theory and Applications. John Wiley & Sons, 2004. ISBN 978-0-470-85055-8.
4. B. Ganter, R. Wille: Formal Concept Analysis Mathematical Foundations. Springer, 1999. ISBN 978-3-642-59830-2.
5. R. Wille: Restructuring lattice theory: an approach based on hierarchies of concepts. Ordered Sets, strany 445470. Boston, 1982. ISBN 978-3-642-01814-5.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Ján Ivanka**  
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**12. prosince 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**24. května 2018**

Ve Zlíně dne 12. prosince 2017



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
*děkan*



Ing. Jan Valouch, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

**Jméno, příjmení: Pavel, Měsíček**

**Název bakalářské práce: Aplikace Port-Royalské logiky pro speciální ochranu**

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním 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 bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk 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 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 přípouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování 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 bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem 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 bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 15. 5. 2018

.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se zabývá aplikací Port-Royalské logiky s užitím formální konceptuální analýzy do oblasti speciální ochrany. V teoretické části práce popisuje Port-Royalskou logikou, ze které vyplývá formální konceptuální analýza, která je rozšířena o Fuzzy logiku. Ve Fuzzy množinách je vypracován popis suprema a infima. Poslední bod teoretické části je zaměřen na speciální ochranu a její rozdělení na chemickou a fyzikální podstatu prvků. V úvodu praktické části je popsán program Concept Explorer, a především vybrány a zanalyzovány komponenty pro speciální ochranu. V závěru práce jsou zobrazeny grafy ve 3D prostředí.

Klíčová slova: atributové implikace, formální konceptuální analýza, Port-Royalská logika, speciální ochrana, konceptuální škálování, koncept, kontext.

## **ABSTRACT**

The bachelor thesis deals with the application of Port-Royal logic with a usage of the formal concept analysis into a special protection domain. In the theoretic part, the thesis deals with the Port-Royal logic, from which the formal concept analysis arise, and which is extended with the Fuzzy logic. In the Fuzzy aggregates, there is the suprema and infima description. The last point of the theoretic part deals with the special protection and its division into a chemical and physical fundamentals of elements. In the opening of the practical part, the Concept Explorer programme is described, but primarily, components for the special protection are selected and analysed. In the conclusion of the bachelor thesis there is a delineation of graphs in a 3D setting.

Keywords: attribute implications, formal conceptual analysis, Port-Royal logic, special protection, conceptual scaling, concept, context.

Děkuji svému vedoucímu práce panu Ing. Jánu Ivankovi za pomoc s výběrem tématu a cenné rady při jeho zpracování. Rád bych také poděkoval své rodině za podporu po dobu mého studia.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

*„Nikdo mi to nevěřil a dnes za mnou chodí a říkají:*

*já Ti to říkal!“*

Svět neúspěšných

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
<b>1 PORT-ROYALSKÁ LOGIKA</b> .....	<b>10</b>
<b>2 FORMÁLNÍ KONCEPTUÁLNÍ ANALÝZA</b> .....	<b>11</b>
2.1 VYMEZENÍ POJMŮ.....	12
2.1.1 Formální kontext, indukované Galoisovy konexe .....	12
2.1.2 Formální koncept, konceptuální svaz.....	13
2.1.3 Atributové implikace.....	14
2.2 ALGORITMY .....	15
2.2.1 Generování konceptů daného kontextu .....	15
2.2.1.1 Algoritmus Next closure .....	15
2.2.1.2 Algoritmus založený na generování horních sousedů .....	16
2.2.2 Generování implikací daného kontextu .....	16
2.3 VÍCEHODNOTOVÉ KONCEPTY A KONCEPTUÁLNÍ ŠKÁLOVÁNÍ.....	17
<b>3 FUZZY LOGIKA</b> .....	<b>19</b>
3.1 FUZZY MNOŽINY .....	20
3.1.1 Základní operace dvou Fuzzy množin .....	21
3.2 SUPREMUM A INFIMUM.....	22
<b>4 SPECIÁLNÍ OCHRANA</b> .....	<b>23</b>
4.1 CHEMICKÁ OCHRANA PŘEDMĚTŮ A DOKUMENTŮ .....	23
4.2 FYZIKÁLNÍ OCHRANA PŘEDMĚTŮ A DOKUMENTŮ .....	26
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>29</b>
<b>5 APLIKACE FORMÁLNÍ KONCEPTUÁLNÍ ANALÝZY DO OBLASTI SPECIÁLNÍ OCHRANY</b> .....	<b>30</b>
5.1 PROGRAM CONCEPT EXPLORER .....	30
5.2 VYBRANÉ KOMPONENTY SPECIÁLNÍ OCHRANY .....	31
5.2.1 Hologramy.....	31
5.2.1.1 Druhy zabezpečení hologramů .....	32
5.2.1.2 Atributy využití u zpracování hologramů .....	33
5.2.1.3 Vybrané hologramy .....	33
5.2.1.4 Analýza vybraných hologramů.....	34
5.2.2 Barvy .....	36
5.2.2.1 Atributy využití u zpracování barev.....	36
5.2.2.2 Vybrané barvy.....	37
5.2.2.3 Analýza vybraných barev .....	38
5.2.3 Ochranné prvky bankovek .....	39
5.2.3.1 Atributy využití u zpracování ochranných prvků.....	39
5.2.3.2 Typy prvků bankovek .....	40
5.2.3.3 Analýza prvků bankovek .....	43
<b>6 3D MODEL ZOBRAZENÍ VÝSLEDKŮ</b> .....	<b>46</b>
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>49</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>50</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>51</b>

<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>52</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>53</b>



## ÚVOD

Již od samotného počátku se člověk snažil chránit svůj majetek. Ať už byl důvod finanční či osobní vztah k určité věci. Zabezpečení majetku by se dalo rozdělit na dva způsoby. První způsob je zabezpečení předmětu, který předchází ke krádeži či zničení. Druhý způsob se primárně nesnaží majetek chránit tak, aby zabránil krádeži nebo zabránil zničení, ale dokázal identifikovat pachatele.

Speciální ochrana se zabývá právě druhým způsobem ochrany majetku. Dále se rozrůstá o značení majetku a dokazuje, že s předmětem dosud nebylo manipulováno, což lze vidět například u hasičských přístrojů. Typů speciální ochrany, ať už chemické či fyzické, je celá řada, a každý druh předmětu vyžaduje jinou ochranu.

Bakalářská práce je zaměřena na aplikaci Port-Royalské logiky pro speciální ochranu především do oblasti dokumentů a cenin. Z důvodu zvýšené frekvence užití byly vybrány pro analýzu hologramy, barvy a ochranné prvky bankovek. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

V teoretické části jsou rozebrány definice a pojmy pro formální konceptuální analýzu. Dále je zde rozšíření o Fuzzy logiku spolu se supremem a infimem. V neposlední řadě jsou popsány komponenty speciální ochrany, které se dále dělí na chemické a fyzické.

V praktické části je popis programu Concept Explorer a všechny komponenty, které byly vybrány k analýze. V dalším kroku je vyobrazeno konceptuální škálování, konceptuální svazy a atributové implikace.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 PORT-ROYALSKÁ LOGIKA

Název významného díla, které bylo původně vydáno anonymně v roce 1662 v Paříži dvojicí Antonie Arnauld a Pierre Nicole se nazývá „Logika z Port-Royal“ nebo také „Logika čili umění myslet“. Oba autoři byli představiteli Port-Royalské školy. Škola byla ovlivněna přísným katolicismem. Centrum měla škola v klášteře Port-Royal des Champs. Logika z Port-Royal navazuje na další dílo, které se nazývá Gramatika z Port-Royal z roku 1660 od dvojice autorů Antonio Arnauld a Lancelot, které reaguje na nároky, co kladl Pascal. Podle něj je formální logika bezcenná a nabývá na významu až vztahem k praxi, když se podřizuje cíli prosadit rozum a spravedlnost. Jejich pojem logiky je proto velmi široký [1].

Mezi nejdůležitější poznatky Logiky z Port-Royal je jasné rozdělení rozsahu a obsahu pojmů. Jako rozsah určitého pojmu se považuje nejen třída individuí spadající pod určitý pojem, ale také druhy podřazené pod pojem rodu [1].

Jak již bylo řečeno, hlavním poznatkem Logiky z Port-Royal je jasné rozdělení rozsahu a obsahu pojmů, stejně tak jako formální konceptuální analýza. Metoda se zabývá objekty a jejich atributy.

## 2 FORMÁLNÍ KONCEPTUÁLNÍ ANALÝZA

Formální konceptuální analýza (dále jen FKA), někdy se také označuje jako „metoda konceptuálních svazů“, v anglickém jazyce zní „Formal concept analysis“, je metoda pro analýzu tabulkových dat, jelikož se jako vstupní informace používají tabulková data. Při pohledu na vstupní hodnoty lze vidět triviální informace, které jsou jednoznačné. FKA se zabývá informacemi, které nejsou vidět na první pohled a mohou být použity přímo či v dalších krocích u zpracování dat. Při použití této metody získáme dva hlavní výstupy. První z nich je konceptuální svaz, který je hierarchicky uspořádán jako množina určitých shluků zvaných formální koncepty a můžeme je nalézt ve vstupní tabulce dat. Jako druhé jsou atributové implikace, ty popisují závislost mezi atributy tabulky dat [7].

V následující tabulce (Tab. 1) jsou objekty zastoupeny v řádcích, značeny písmeny x. Atributy jsou dosazeny do sloupců, značeny písmeny y. Hodnota 1 značí „pravdu“ a hodnota 0 značí „nepravdu“. Hodnoty v tabulce určují, jaké atributy má konkrétní objekt [7].

Tab. 1. Objekty  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$  a bivalentní logické atributy  $y_1$ ,  $y_2$ ,  $y_3$ ,  $y_4$  [7].

	$y_1$	$y_2$	$y_3$	$y_4$
$x_1$	1	1	0	1
$x_2$	0	1	0	1
$x_3$	0	0	1	1

K tomu, aby se člověk mohl vyznat ve velkém množství věcí a faktů, si potřebuje vytvářet pojmy. Pojem by mohl být zformulován jako skupina či shluk určitých objektů, které patří k sobě. Podle Port-Royalské logiky je pojem tvořen svým rozsahem a obsahem. Rozsah pojmu je sjednocení všech objektů, které pod určitý pojem patří. Obsah pojmu je definován jako sjednocení všech atributů, které patří do pojmu. Pojem lze také zapsat jako dvojice množin  $(A, B)$ , písmeno A se dá chápat jako množina objektů a písmeno B jako množina atributů, které patří do určitého pojmu. Nelze však všechny dvojice množin považovat za pojmy. Aby se dala určitá dvojice považovat za pojem, je nezbytné pro písmeno A být množinou všech objektů sdílejících všechny atributy z množiny B a naopak, aby písmeno

B bylo množinou všech atributů společných všem objektům z množiny A. Pokud dvojice množin splňuje výše uvedené požadavky, bude se dále nazývat formální koncept [7].

Pojmy, které jsou konkrétnější, se značí jako podpojem a ty, které jsou obecnější k danému pojmu, jsou nadpojemy. Formální koncept  $(A_1, B_1)$  je podpojemem formálního konceptu  $(A_2, B_2)$ . Zde musí platit, že každý objekt z  $A_1$  patří do  $A_2$  nebo rovnocenně, že každý atribut z  $B_2$  patří do  $B_1$ . Tento předpoklad odpovídá intuici a matematicky se zapíše jako  $(A_1, B_1) \leq (A_2, B_2)$ . Uspořádáním všech formálních konceptů se získá množina, která se nazývá konceptuální svaz [7].

Jako další položky ve FKA jsou atributové implikace. Jsou to atributové závislosti vyjádřeny pomocí implikací a jsou formálně zapsány takto:  $\{y_1, \dots, z_1\} \Rightarrow \{y_2, \dots, z_2\}$ . Implikace vyjádřena v tomto tvaru platí ve vstupních datech, jelikož je řada implikací banálních, je potřebné najít podmnožinu, ze které všechny platné implikace logicky vyplývají [7].

## 2.1 Vymezení pojmů

### 2.1.1 Formální kontext, indukované Galoisovy konexe

**Definice 1.** (Formální) kontext je trojice  $\langle X, Y, I \rangle$ , kde  $I$  je binární relace mezi množinami  $X$  a  $Y$ . Elementy množiny  $X$ , popřípadě  $Y$  se nazývají objekty, popřípadě atributy. Zápis  $\langle x, y \rangle \in I$  říká, že objekt  $x$  má atribut  $y$ .

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

$$A\uparrow = \{y \in Y; \forall x \in A: \langle x, y \rangle \in I\} \quad (1)$$

pro  $A \subseteq X$  a

$$B\downarrow = \{x \in X; \forall y \in B: \langle x, y \rangle \in I\} \quad (2)$$

pro  $B \subseteq Y$ .

Množina atributů  $A\uparrow$  je jednotná všem objektům z  $A$ . Množina všech objektů  $B\downarrow$  sdílí atributy z  $B$  [7].

**Definice 2.** Zobrazení  $f: 2X \rightarrow 2Y$  a  $g: 2Y \rightarrow 2X$  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  $A_1 \subseteq A_2 \Rightarrow f(A_2) \subseteq f(A_1)$ ;  $B_1 \subseteq B_2 \Rightarrow g(B_2) \subseteq g(B_1)$ ;  $A \subseteq g(f(A))$ ;  $B \subseteq f(g(B))$  [7].

**Věta 1.** Pro binární relaci  $I \subseteq X \times Y$  tvoří indukovaná zobrazení  $\uparrow I$  a  $\downarrow I$  Galoisovu konexi mezi  $X$  a  $Y$ . Naopak, tvoří-li  $f$  a  $g$  Galoisovu konexi mezi  $X$  a  $Y$ , existuje binární relace  $\subseteq \subseteq X \times Y$  tak, že  $f = \uparrow I$  a  $g = \downarrow I$ . Tím je dán vzájemně jednoznačný vztah mezi Galoisovými konexemi mezi  $X$  a  $Y$  a binárními relacemi mezi  $X$  a  $Y$  [7].

Definiční podmínky pro Galoisovy konexe jsou prosté a často se vyskytují i v běžném životě. Výše zmíněná podmínka  $A1 \subseteq A2 \Rightarrow f(A2) \subseteq f(A1)$  je chápána podle Port-Royalské školy jako zákon o obráceném poměru rozsahů a obsahů. Jednodušeji řečeno, čím více objektů, tím méně společných vlastností [7].

### 2.1.2 Formální koncept, konceptuální svaz

**Definice 3.** (Formální) koncept v kontextu  $\langle X, Y, I \rangle$  je dvojice  $(A, B)$ , kde  $A \subseteq X$  a  $B \subseteq Y$  jsou takové, že  $A\uparrow = B$  a  $B\downarrow = A$ .

Jak již bylo řečeno, formální koncept se skládá z dvojice množin  $(A, B)$ . Množina  $A$  jsou objekty, sdílející atributy z  $B$ . Množina  $B$  jsou všechny atributy společné objektům z  $A$ . Matematicky je vyjádřeno, že koncept je pevným bodem Galoisovy konexe dané  $\uparrow$  a  $\downarrow$  [7].

Množinu všech formálních konceptů v  $\langle X, Y, I \rangle$  se značí  $B(X, Y, I)$ , tj.

$$B(X, Y, I) = \{(A, B) \mid A \subseteq X, B \subseteq Y, A\uparrow = B, B\downarrow = A\} \quad (3)$$

**Definice 4.** Konceptuální svaz je množina  $B(X, Y, I)$  spolu s relací  $\leq$  definovanou na  $B(X, Y, I)$  předpisem  $(A1, B1) \leq (A2, B2)$  právě když  $A1 \subseteq A2$  (nebo, ekvivalentně,  $B2 \subseteq B1$ ).

Vzájemný vztah  $\leq$  je teda vzájemným vztahem mezi nadpojmem a podpojmem [7].

**Věta 2 (hlavní věta o konceptuálních svazech).** Mějme formální kontext  $\langle X, Y, I \rangle$ . (1)  $B(X, Y, I)$  je vzhledem k  $\leq$  úplný svaz, ve kterém jsou infima a suprema dána předpisy:

$$\bigwedge_{j \in J} \langle A_j, B_j \rangle = \left\langle \mathbf{I}_{j \in J} A_j, \left( \mathbf{I}_{j \in J} A_j \right)^\uparrow \right\rangle = \left\langle \mathbf{I}_{j \in J} A_j, \left( \mathbf{Y}_{j \in J} B_j \right)^{\downarrow\uparrow} \right\rangle \quad (4)$$

$$\bigvee_{j \in J} \langle A_j, B_j \rangle = \left\langle \left( \mathbf{I}_{j \in J} B_j \right)^\downarrow, \mathbf{I}_{j \in J} B_j \right\rangle = \left\langle \left( \mathbf{Y}_{j \in J} A_j \right)^{\uparrow\downarrow}, \mathbf{I}_{j \in J} B_j \right\rangle \quad (5)$$

(2) Daný úplný svaz  $V = (V, \sqsubseteq)$  je izomorfní s  $B(X, Y, I)$ , právě když existují zobrazení  $\gamma: X \rightarrow V$ ,  $\mu: Y \rightarrow V$ , pro která je  $\gamma(X)$  supremálně hustá v  $V$ ,  $\mu(Y)$  infimálně hustá v  $V$  a  $\langle x, y \rangle \in$

*I platí právě, když  $\gamma(x) \leq \mu(y)$  (pro každé  $x \in X, y \in Y$ ) [7].*

### 2.1.3 Atributové implikace

*(Atributová) implikace (nad množinou  $Y$  atributů) je výraz tvaru  $A \Rightarrow B$ , kde  $A, B \subseteq Y$ . [2]*

**Definice 5.** *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  $M \subseteq 2^Y$  množin atributů a množinu  $T = \{A_j \Rightarrow B_j \mid j \in J\}$  implikací říkáme, že  $T$  platí v  $M$ , popř. že  $M$  je modelem  $T$ , jestliže  $A_j \Rightarrow B_j$  platí v  $C$  pro každé  $C \in M$  a  $A_j \Rightarrow B_j \in T$ . [2]*

Implikace je platná v kontextu  $\langle X, Y, I \rangle$ , jestliže platí v systému  $M = \{\{x\}^\uparrow \mid x \in X\}$  obsahů všech objekt-konceptů. Též platí implikace v konceptuálním svazu  $B(X, Y, I)$ , pokud platí v systému  $\text{Int}(I)$  všech obsahů [7].

**Věta 3.** *Atributová implikace platí v  $\langle X, Y, I \rangle$ , právě když platí v  $B(X, Y, I)$  [7].*

**Definice 6.** *Implikace  $A \Rightarrow B$  (sémanticky) plyne z množiny  $T$  implikací (zapisujeme  $T \mid = A \Rightarrow B$ ), 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  $T \mid = \{A \Rightarrow B\} \mid = A \Rightarrow B$ ) [7].*

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. [7]

Není důležité se zajímat o všechny implikace, které platí ve vstupních datech (kontextu). Vynechávají se banální implikace, např.  $A \Rightarrow B$ , kde  $B \subseteq A$ . Dále nejsou důležité implikace, které vyplývají z ostatních. Je nutné dávat pozor, aby množina byla stále kompletní. Jednoduše řečeno, všechny implikace z ní plynou a není redundantní [7].

**Věta 4.** *Množina  $T$  implikací je uzavřena, 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  $A \cup C \Rightarrow D \in T$  [7].*

**Definice 7.** *Pseudointent kontextu  $\langle X, Y, I \rangle$  je množina  $A \subseteq Y$ , pro kterou platí, že  $A \neq A \downarrow \uparrow$  a že  $B \downarrow \uparrow \subseteq A$  pro každý pseudointent  $B \subset A$  [7].*

**Věta 5.** *Množina*

$$\{A \Rightarrow A \downarrow \uparrow \mid A \text{ je pseudointent } \langle X, Y, I \rangle\}$$

implikací je úplná a neredundantní, tj. báze [7].

## 2.2 Algoritmy

Efektivní algoritmická řešitelnost je zásadní pro použití FKA na obsáhlejší data, má ale dva problémy. První problém je vytváření všech konceptů pro daný kontext a druhý je vytváření implikací pro daný kontext [7].

### 2.2.1 Generování konceptů daného kontextu

Algoritmus pro vytváření všech konceptů daného kontextu se nabízí přímo z definice. Prochází se všechny podmnožiny  $A$  množiny  $X$  a pro každou z nich se vytvoří  $\langle A \downarrow, A \uparrow \rangle$  (což je koncept). Tak se sice vytvoří všechny koncepty (řada z nich však vznikne vícekrát), ale algoritmus má exponenciální časovou složitost (procházíme  $2^{|X|}$  podmnožin množiny  $X$ ) [7].

#### 2.2.1.1 Algoritmus Next closure

Algoritmus Next closure patří mezi nejznámější algoritmy pro vytváření všech konceptů daného kontextu. Je to algoritmus pro vytváření všech uzavřených množin uzávěrového operátoru  $c$  na konečné množině  $X$  [7].

Pro popis tohoto algoritmu se předpokládá, že  $c$  je uzávěrový operátor na konečné množině  $X = \{1, \dots, n\}$ . Pro  $A, B \subseteq X$  a  $i \in \{1, \dots, n\}$  je nutné položit:

$$A <_i B \text{ právě když } i \in B - A \text{ a } A \cap \{1, \dots, i-1\} = B \cap \{1, \dots, i-1\}.$$

Dále je důležité položit:

$$A < B \text{ právě když } A <_i B \text{ pro nějaké } i.$$

Vzájemný vztah  $<$  je často vyskytující se lexikografické uspořádání podmnožin množiny  $X$ . U tohoto algoritmu je zásadní tvrzení Lemma 1 [7].

**Lemma 1.** *Nejmenší uzavřená podmnožina  $A^+$  množiny  $X$ , která je větší než daná  $A \subseteq X$  (vzhledem k  $<$ ) je množina:*

$$A^+ = A \oplus i$$

kde  $A \oplus i := c((A \cap \{1, \dots, i-1\}) \cup \{i\})$  a  $i$  je největší takový, že  $A <_i A \oplus i$  [7].



Algoritmus začíná s nejmenší uzavřenou podmnožinou  $X$ , kterou je  $c(\emptyset)$ . Dále k následující vytvořené uzavřené podmnožině  $A \subseteq X$  vytvoří dle pravidla Lemma 1 jejího následovníka  $A^+$ . Toto pravidla pokračuje, dokud nevznikne  $A = X$ . Tento výrok říká, že vznikly všechny uzavřené podmnožiny  $X$  [7].

U algoritmu Next closure je nutné uchovávat kontext, aktuálně generovaný extent a popř. strukturu. Tyto úkony zabírají minimálně paměťovou náročnost. Next closure ale nevytváří strukturu konceptuálního svazu, např. informaci o horních a dolních sousedech konceptů [7].

### 2.2.1.2 Algoritmus založený na generování horních sousedů

Algoritmus založený na generování horních sousedů je jeden z mnoha, který vytváří nejen všechny koncepty, ale i také strukturu konceptuálních svazů. Začíná nejmenším konceptem a dále ke každému konceptu vytváří jeho horní sousedy v konceptuálním svazu. Vytváření horních sousedů je založeno na mezikroku Lemma 2 [7].

**Lemma 2.** *Necht'  $(A, B) \in B(X, Y, I)$  není největší koncept. Pak  $(A \cup \{x\})^{\uparrow\downarrow}$ , kde  $x \in X - A$ , je rozsahem horního souseda  $(A, B)$ , právě když pro každý  $z \in (A \cup \{x\})^{\uparrow\downarrow} - A$  je  $(A \cup \{x\})^{\uparrow\downarrow} = (A \cup \{z\})^{\uparrow\downarrow}$  [7].*

Jak již bylo řečeno, algoritmus začíná s nejmenším konceptem a přidává ke konceptu jeho horní sousedy. Podle pravidla Lemma 2 se vytváří jeho horní soused. Proti algoritmu Next closure umí vytvořit i strukturu konceptuálních svazů [7].

### 2.2.2 Generování implikací daného kontextu

Aby bylo možné vytvářet bázi implikací, která je popsána ve větě 5, je potřebné tvrzení Lemma 3.

**Lemma 3.** *Množina všech podmnožin množiny  $Y$ , které jsou obsahy nebo pseudointenty v  $\langle X, Y, I \rangle$ , tvoří uzávěrový systém [7].*

Náležitý uzávěrový operátor  $c$  je dán předpisem:

$$c(A) = A^* \cup A^{**} \cup A^{***} \cup \dots,$$

Množiny všech implikací kontextu  $\langle X, Y, I \rangle$  jsou  $T$  a  $A^* = A \cup \{C \mid B \Rightarrow C \in T, B \subseteq A, B \neq A\}$ . Pro výpočet pseudointentů lze využít algoritmus Next closure [7].

### 2.3 Vícehodnotové koncepty a konceptuální škálování

Se všemi výše uvedenými informacemi lze pracovat pouze s bivalentními logickými atributy. Vícehodnotové koncepty se zabývají rozšířením formálních kontextů a umožňují pracovat i s jinými atributy [7].

**Definice 8.** *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  $v = w$  [7].*

Jak již bylo řečeno, za objekty je považováno  $X$ , za vícehodnotové atributy je považováno  $Y$  a nově za hodnoty atributů písmeno  $W$ . Pro pochopení, zápis  $\langle x, y, v \rangle \in I$  říká, že objekt  $x$  má atribut  $y$  s hodnotou  $w$ . Tento výrok lze vyjádřit také jako  $y(x) = w$ . Vícehodnotové kontexty jsou rozšířením základních kontextů, ale aby mohl být vícehodnotový kontext analyzován ve FKA, je důležité ho pomocí konceptuálního škálování převést na základní kontext [7].

**Definice 9.** 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  $y(X) = \{y(x) \mid x \in X\}$ ). Prvky množin  $X_y$  a  $Y_y$  se nazývají škálové hodnoty a škálové atributy [7].

Tab. 2. Názorná ukázka vícehodnotového kontextu.

[7].

	$y_1$	$y_2$	$y_3$
$x_1$	1	1	3
$x_2$	0	1	9
$x_3$	12	0	6

Tabulka (Tab. 2) je ukázkou vícehodnotového kontextu, který je nástavbou formálních kontextů a jsou zde použity i jiné atributy. Aby bylo možno s jinými atributy než s bivalentními pracovat, musí se provést konceptuální škálování. U atributu  $y_2$  se nebude provádět škálování, jelikož zde jsou hodnoty bivalentní. Konceptuální škálování bude provedeno u atributů  $y_1$  a  $y_3$  a vysvětleno na tabulce (Tab. 3).

Tab. 3. Názorná ukázka konceptuálního škálování [7].

	$Y_{1(0-4)}$	$Y_{1(5-8)}$	$Y_{1(9-12)}$	$Y_2$	$Y_{3(0-3)}$	$Y_{3(4-6)}$	$Y_{3(7-9)}$
$x_1$	1	0	0	1	1	0	0
$x_2$	0	0	0	1	0	0	1
$x_3$	0	0	1	0	0	1	0

**Definice 10.** 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

- $N = \cup_{y \in Y} Y_y$  ( $Y_y = \{y\} \times Y_y$ );
- $\langle x, \langle y, z \rangle \rangle \in J \Leftrightarrow y(x) = w$  a  $\langle w, z \rangle \in I_y$  [7].

### 3 FUZZY LOGIKA

FKA má řadu rozšíření, jedno z nejdůležitějších rozšíření je inspirováno Fuzzy logikou. Hlavním pojmem ve Fuzzy logice jsou Fuzzy množiny. Ve výše popsané FKA se pracovalo pouze s formálním kontextem a formálním konceptem, tyto pojmy jsou z hlediska Fuzzy logiky nedostatečné. V FKA bylo jasně dané, že atribut není v jiném stupni než 1 a 0. U Fuzzy množin může nabývat i jiných hodnot a řeší se zde, jestli je pojem vágní, tj. např. objekt patří do extendu daného pojmu v nějakém stupni ne nutně 0 nebo 1 [7].

Hlavní podmínka, která volá po aplikování Fuzzy logiky, je tedy skutečnost, že velké množství přirozených situací vede k objekt-atributovým datům s Fuzzy atributy. Toto tvrzení vede ke zjednodušení pojmu kontext [7].

**Definice 11. (Formální) Fuzzy kontext** je trojice  $\langle X, Y, I \rangle$ , kde  $X$  a  $Y$  jsou množiny (objektů a atributů) a  $I$  je Fuzzy relace mezi  $X$  a  $Y$  [7].

Stupeň  $I(x, y)$  je interpretován jako stupeň, ve kterém objekt  $x$  má atribut  $y$ . Nejdříve je nutné zvolit ve Fuzzy logice strukturu pravdivostních hodnot čili zvolit množinu pravdivostních hodnot a logických operací, se kterou se dále pracuje. Za obecnou strukturu se považuje úplný reziduovaný svaz, který je zároveň jednou z hlavních struktur Fuzzy logiky. Struktura  $L = \langle L, \otimes, \rightarrow, \wedge, \vee, 0, 1 \rangle$  je úplný reziduovaný svaz. Vhodná množina  $L$  je nosičem pravdivostních hodnot (např. Lukasiewiczova implikace  $a \rightarrow b = \min(1, 1 - a + b)$ , Gödelova implikace  $a \rightarrow b = 1$  pro  $a \leq b$ ;  $= b$  pro  $a > b$ ) [7].

Pro daný Fuzzy kontext  $\langle X, Y, I \rangle$ , Fuzzy množinu  $A$  v  $X$  a Fuzzy množinu  $B$  v  $Y$  definujeme Fuzzy množinu  $A^\uparrow$  v  $Y$  a  $B^\downarrow$  v  $X$  předpisy:

$$A^\uparrow(y) = \bigwedge_{x \in X} A(x) \rightarrow I(x, y)$$

a

$$B^\downarrow(x) = \bigwedge_{y \in Y} B(y) \rightarrow I(x, y)$$

Výše uvedené definice dobře zobecňují klasický případ (který dostaneme, pokud za  $L$  vezmeme dvouprvkový reziduovaný svaz – ten je dvouprvkovou Booleovou algebrou klasické logiky):  $A^\uparrow(y)$  je pravdivostní hodnota tvrzení “ $y$  má je sdílen všemi objekty z  $A$ ”, podobně pro  $B^\downarrow(x)$  [7].

**Definice 12. (Formální) Fuzzy koncept** ve Fuzzy kontextu  $\langle X, Y, I \rangle$  je dvojice  $(A, B)$ , kde  $A$  je Fuzzy množina objektů,  $B$  je Fuzzy množina atributů takových, že  $A^\uparrow = B$  a  $B^\downarrow = A$  [7].

Rozsah  $A$  i obsah  $B$  Fuzzy konceptu může být tedy obecně Fuzzy množina, což je ve shodě s intuicí. Označíme-li  $B(X, Y, I)$  množinu všech Fuzzy konceptů v  $\langle X, Y, I \rangle$  a vybavíme-li ji relací  $\leq$  (podpojem-nadpojem) definovanou jako v klasickém případě, tj.

$(A_1, B_1) \leq (A_2, B_2)$  právě když  $A_1 \subseteq A_2$  (nebo, ekvivalentně,  $B_2 \subseteq B_1$ ), (zde ovšem  $A_1 \subseteq A_2$  znamená, že  $A_1(x) \leq A_2(x)$  pro každý  $x \in X$ ) dostaneme tzv. Fuzzy konceptuální svaz. Strukturu Fuzzy konceptuálních svazů popisuje následující věta, která zobecňuje hlavní větu o konceptuálních svazech z Fuzzy pohledu [7].

**Věta 6.** Mějme formální Fuzzy kontext  $\langle X, Y, I \rangle$ . (1)  $B(X, Y, I)$  je vzhledem k  $\leq$  úplný svaz, ve kterém jsou infima a suprema dána jako v (3) a (4). (2) Daný úplný svaz  $V = \langle V, \sqsubseteq \rangle$  je izomorfní s  $B(X, Y, I)$ , právě když existují zobrazení  $\gamma: X \times L \rightarrow V$ ,  $\mu: Y \times L \rightarrow V$ , pro která je  $\gamma(X \times L)$  supremálně hustá v  $V$ ,  $\mu(Y \times L)$  infimálně hustá v  $V$  a  $a \otimes b \leq I(x, y)$  platí právě když  $\gamma(x, a) \leq \mu(y, b)$  (pro každé  $x \in X, y \in Y, a, b \in L$ ) [7].

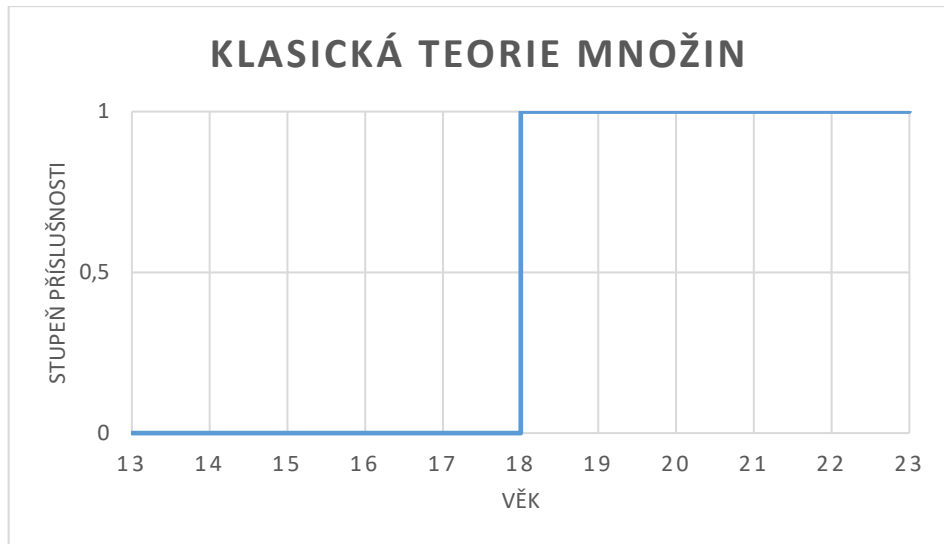
### 3.1 Fuzzy množiny

Výše uvedená část práce byla v pojetí klasické teorie množin. V klasické množině prvek buďto leží nebo ne. Jsou to množiny s ostrými hranicemi. U tohoto omezení postačí pouze dvouprvková množina  $\{0, 1\}$ . V případě, že problém je složitější a nelze problém určit za pomoci dvouprvkové množiny, je zde dopouštěno určité chyby a nastává odklon od reality [3].

Teorie Fuzzy množin připouští tzv. částečnou příslušnost do množiny. To znamená, že v intervalu  $\langle 0, 1 \rangle$  mohou nastat určité situace. Nula znamená, že objekt není prvkem množiny a 1, že prvek do množiny patří. Dále je jisté, že všechny hodnoty mezi 0 a 1 udávají míru částečné příslušnosti. Některé prvky do množiny patří zcela jistě, jiné tak trochu a další vůbec. S Fuzzy množinami pracuje člověk denně, jen si to neuvědomuje. V běžné řeči často vidíme slova jako docela, hodně, málo, kolem atd. Jmenovaná slova nelze použít v klasické teorii množin, jelikož má jasně definované hranice [2].

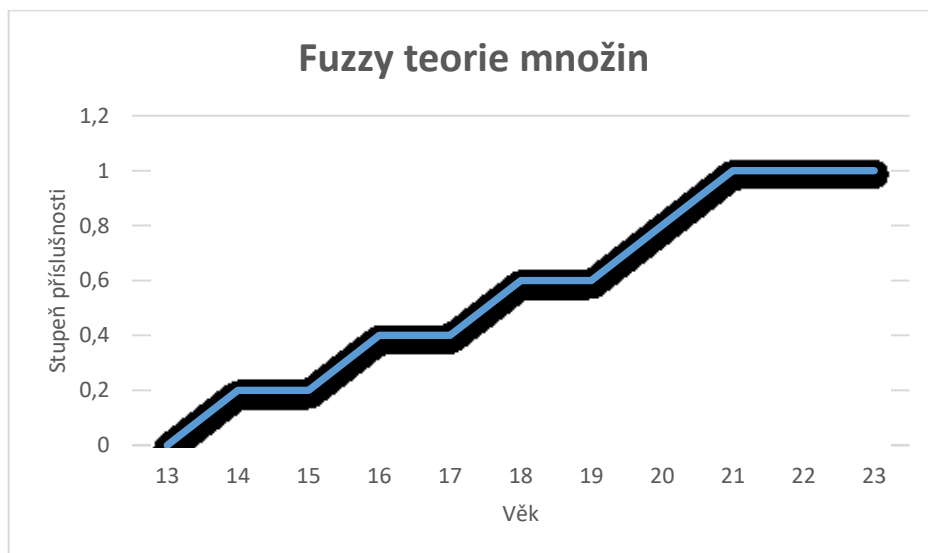
Jak nejlépe pochopit rozdíl mezi klasickou teorií množin a Fuzzy množinami je na příkladu dospělosti. U klasické teorie množin je člověk dospělý po dosažení 18. roku života, ale zde zjistíme jen, kdy je člověk plnoletý a svéprávný. Linka dospělosti nemá pevně danou hra-

nici, ale člověk se postupně vyvíjí a dospívá. Na níže uvedeném obrázku (Obr. 1), lze vidět křivku z pohledu klasické teorie množin [2].



Obr. 1. Klasická teorie množin [2].

Na níže uvedeném obrázku (Obr. 2), lze vidět křivku z pohledu Fuzzy teorie množin.



Obr. 2. Fuzzy teorie množin [2].

### 3.1.1 Základní operace dvou Fuzzy množin

**Průnik** – zde jsou prvky, které náležejí do obou dvou množin, a to se stupněm náležení. Tento stupeň je roven nižšímu stupni náležení z obou dvou [2].

**Sjednocení** – zde jsou prvky, které lze nalézt alespoň v jedné množině, a to se stupněm náležení, který odpovídá vyššímu stupni náležení z obou dvou [2].

**$\alpha$  – řez** – je množina, která obsahuje jen ty prvky dané Fuzzy množiny, které mají stupeň náležení vyšší než  $\alpha$ , což je zadaná hodnota [2].

**$\alpha$  – hladina** – je tvořena prvky, které mají stupeň náležení  $\alpha$  [2].

**Stupeň diferenciace** – je rozdíl mezi nejvyšším a nejnižším stupněm náležení [2].

**Mohutnost** – je definována jako suma stupňů náležení jednotlivých prvků příslušné Fuzzy množiny [2].

### 3.2 Supremum a infimum

**Supremum** bylo zavedeno jako jiná možnost k pojmu největší prvek, supremum je však dohledatelné u více množin. Omezené otevřené intervaly reálných čísel nemají největší prvek, ale mají supremum [2].

Lze předpokládat, že množina  $X$  je uspořádána relací  $R$ . O prvku  $a \in X$  lze říci, že je supremem podmnožiny  $Y \subseteq X$ , pokud je to nejmenší prvek množiny všech horních závor množiny  $Y$ . Tato skutečnost se značí  $a = \sup_R(Y)$  [2].

**Infimum** bylo zavedeno jako jiná možnost k pojmu nejmenší prvek, infimum je však dohledatelné u více množin. Omezené otevřené intervaly reálných čísel nemají nejmenší prvek, ale mají infimum [2].

Lze předpokládat, že množina  $X$  je uspořádána relací  $R$ . O prvku  $a \in X$  lze říci, že je infimem podmnožiny  $Y \subseteq X$ , pokud je to největší prvek množiny všech dolních závor množiny  $Y$ . Tato skutečnost se značí  $a = \inf_R(Y)$  [2].

## 4 SPECIÁLNÍ OCHRANA

Speciální ochrana má druhotný účinek, z toho vyplývá, že se nesnaží zabránit odcizení nebo zničení předmětu, ale primárně se snaží identifikovat pachatele. V některých případech se používá pro zjištění postupů a metod, které pachatel používá při trestné činnosti, a také, aby potenciálního pachatele odradila od spáchání trestného činu. Dále se používá pro usnadnění práce policie, při pátrání po majetku a pachateli. Především se snaží spojit pachatele s odcizeným majetkem [4].

Speciální ochrana se hojně používala již v minulosti, kdy si lidé značkovali svůj majetek. Hlavním důvodem bylo rozpoznat či odlišit majetek, aby bylo možné v případě jeho ztráty ho zase získat zpět. Značkovaly se nejen věci, ale například i dobytek. Dnes značkování majetku můžeme vidět například na domech (čísla popisná) či autech (registrační značky) atd. [4].

Značení majetku se dnes používá například pro lepší orientaci (čísla popisná), ale jeho hlavní prioritou je stále ochrana. Nynější doba přináší stále bezpečnější ochranu, a to i ve značení majetku. Může jít o značení prostřednictvím chemických nebo čárových kódů, ale i také elektrických či magnetických čipů. Tyto druhy značení jsou viditelné již na první pohled, dále se také používá neviditelné značení [4].

### 4.1 Chemická ochrana předmětů a dokumentů

Jak již bylo uvedeno, tyto elementy mechanických zabraných systémů patří do ochrany, která má druhotný účinek. Nesnaží se zabránit odcizení předmětu, ale pomoci odhalit pachatele. Chemické nástrahy po aplikování na určený předmět jsou neviditelné pro lidské oko ve spektru denního světla. Jejich odhalení je možné až za pomoci speciálních světelných podmínek [4].

Neviditelné značení je založeno na reakci mezi složkami potu (pot je složen z 98 procent vodou se sloučeninami aminokyselin, solí, tuku a ostatních látek) a daným prostředkem na zviditelnění, kdy efekt této reakce je barevný produkt [4].

Z tohoto důvodu se využívají ultrafialové (dále jen UV) světla a svítilny, které mají za úkol při osvětlení odhalit pachatele. UV záření se v bezpečnostním průmyslu používá k vyvolání luminiscence. Tento jev vyvolá samovolné záření obvykle pevných látek nebo kapalných látek. Záření vzniká jako přebytek záření tělesa nad úroveň jeho tepelného záření v dané



spektrální oblasti při dané teplotě. Tyto látky, u kterých luminiscence nastává, se nazývají luminofory [4].

V praxi se využívají různé typy chemických nástrahových prostředků, a to na základě způsobů a podmínek využití [4].

### **Prášky**

Prášky se hojně využívají ke značení podlah, dřeva, textilií atd. Využívají se pro možnost vysledovat pachatele podle jeho stop, které zanechal na místě činu, a také identifikovat člověka s neoprávněnou manipulací se střeženými nebo chráněnými předměty. Pro tuto ochranu se využívá speciální druh luminoforu, který se dále přimíchává do práškové hmoty. Pro pachatele je prakticky nemožné zjistit, zdali je prášek zachycen na jeho kůži či oděvu. Většinou se jedná o barvu červenou, hnědou a žlutou, ale luminiscence využívá až 5 barev. Dále se dělí dle chemické povahy a typu jejího použití:

- přímo barvící – jsou to velmi nenápadné skvrny ve zřetelné barvě,
- postupně zabarvující – barva se na pachateli neobjeví okamžitě, ale až po určité době, většinou se doba pohybuje mezi 20–120 minutami,
- s neviditelnými stopami – stopa je viditelná až za použití tzv. rektantů, které určitou látku zviditelní,
- detekované v UV světle – tyto stopy lze vidět až za použití speciálního zařízení na produkci UV záření. Spektrum UV se využívá od 254 do 366 nm [4].

### **Pasty**

Pasty fungují na podobném principu jako prášky z důvodu využívání příslušných luminofor, které jsou v nosné hmotě pasty. Používají se k označování kovů, umělohmotných předmětů a lakovaných ploch [4].

### **Laky**

Laky jsou využívány ke značení lesklých nebo lakovaných předmětů. Jsou průsvitné a díky jejich vlastnostem lze zjistit poškození povrchu, či zjistit, zda je předmět v pohybu. Využívají se dva typy laků:

- první typ reaguje na UV záření, po jeho aplikaci dojde ke zviditelnění,
- jako druhý typ se využívají laky na mince. Dělí se pro mince ze žlutého kovu a pro mince z bílého kovu [4].

### **Barvy a inkousty**

Barvy a inkousty jsou využívány pro označování listin a textilií, aby zabraňovaly padělání či neoprávněné manipulaci. Tyto chemické látky fluoreskují po ozáření či po použití luminescenční látky. Podle způsobu odhalení se tyto chemické látky dělí na:

- detekovatelné s využitím UV záření,
- detekovatelné za pomoci chemického selektivního vyvolání čili s využitím vyvolávací látky.

Existují také jiné barvy a inkousty, které se vyvolávají jedinečně, a to s pomocí speciální vývojky. U těchto barev a inkoustu již pouhé UV světlo nestačí. Využívají se různé kombinace zajištění. Zde je možné využít dva až tři stupně zajištění. Barva se stále může detekovat v UV světle ve specifické barvě luminiscence. Při takovém vyvolání dochází ke změně luminiscence na jinou barvu a až při dalším vyvolání dochází ke zviditelnění razítka v jiné barvě [4].

### **Roztoky**

Jedná se o směs tekutiny a luminoforu. Tato látka je také ve spektru světla k nepoznání, její zviditelnění přichází až po ozáření UV světlem. Nanáší se za použití štětečku či spreje a využívá se pouze velmi malé množství, aby vytvořila neviditelnou a tenkou vrstvu. Jelikož je roztok na bázi vody, může být použit na jakýkoliv povrch [4].

### **Lepidla**

Lepidla jsou nejčastěji využívána pro lepení obálek, ale také mohou být využita pro všechny ostatní lepené spoje. Odhalení těchto lepidel je možné pouze za pomoci UV světla či speciálních vývojek [4].

### **Vosky**

Vosky se používají v určitých případech pro označení impregnovaných keramických předmětů a tkanin [4].

### **Fixy**

Fixy lze odhalit za pomoci UV světla či speciálních vývojek. V některých případech může dojít ke změně barvy fixu. Jsou použitelné na velmi široké spektrum předmětů, především

u bankovek, když jsou vyměňovány nebo cestují. Fixy se vyrábí ve dvou provedeních podle typu předmětu:

- na porézní předměty (papír, dřevo atd.),
- na předměty s hladkým povrchem (kovy, plasty atd.) [4].

### **Kapaliny**

Kolem chráněného předmětu je samotná kapalina. Lépe řečeno se jedná o kapalinu, u které se kontroluje, zda nedochází ke krádeži (alkohol). Do chráněné kapaliny se vstříkne nezávadná látka, kterou za pomoci UV záření lze otestovat. Někdy se také používá testovací proužek, který po kontaktu s kapalinou vyzařuje velmi výraznou luminiscenci [4].

## **4.2 Fyzikální ochrana předmětů a dokumentů**

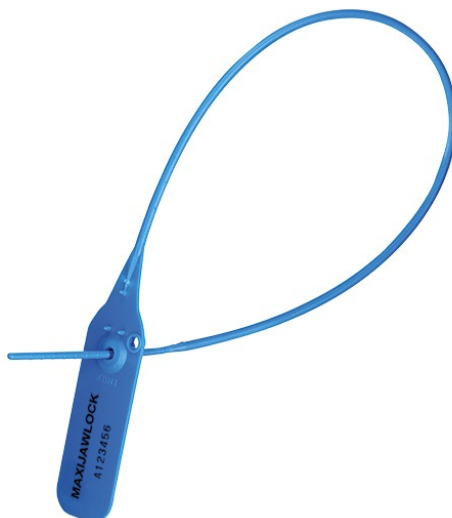
Předchozí kapitola se zabývala chemickou ochranou předmětů a dokumentů. Tato kapitola se zabývá fyzikální ochranou předmětů a dokumentů. Chemická i fyzikální ochrana patří mezi mechanické zábranné systémy předmětové ochrany. Prostředky, které patří do kategorie fyzikální, jsou specifické v tom, že využívají kromě mechanických prvků také prvky fyzikální a chemické. V praxi se využívá několik prostředků, a to podle způsobu, který vyplývá ze situace [4].

### **Pečetě**

Pečetě slouží pro označení garance pravosti a originality pro kontejnery, počítače či dokumenty. Jedná se o obrazový reliéf, který se doplňuje písmeny nebo čísly. Obrazce na pečetě se nanáší chemickým leptáním. Jako pečetící hmota se využívá plastelína, která slouží pro značení trezorů nebo skříní. Dále se využívá pečetící vosk, který se nanáší na listiny. Pečetě patří k nejstarším ochranným prvkům [4].

### **Plomby**

Plomby se hojně využívají pro zajištění přepravovaného nákladu či předmětu, nejvíce jsou však známé u hasicích přístrojů, kde se plombou zajišťuje spouštěcí armatura. Jsou připevňovány pomocí lanka, drátku nebo plombovací tkanice. U plombování se stlačuje plombovací tělísko na speciální místo v určitém tvaru nebo se na tělísko vytlačí znak či speciální kód. Při nízké úrovni zabezpečení se využijí pouze plombovací kleště, u vyšší úrovně zabezpečení speciální laserové technologie. Plomby mohou být z plastu či kovu (olověné, hliníkové) [4].



Obr. 3. Zatahovací plomba [8].

### Vodoznak

Vodoznak slouží proti padělání bankovek či jejich pozměnění. Dále se hojně využívá proti padělání dokladů a cenných papírů. Tento prvek se vkládá do samotných papírů již při výrobě. Je důležité vložit průhledný světlejší obrazec, který lze vidět proti světlu [4].

### Suchá pečeť

U suchých pečetí se využívá speciální reliéfní razítko, které vyrobí pečeť s plastickým reliéfem. Tímto prvkem se označují již vytvořené dokumenty [4].



Obr. 4. Suchá pečeť [5].

### Horká ražba fólií

Horká ražba fólií patří mezi tiskařské metody, princip ražby je plošný a barevný. Vytváří se podobně jako suchá pečeť, výsledek je plastický a vystupuje z povrchu papíru [4].

### Kolek

Kolek je na podobném principu jako kolková známka, jsou zde ornamentální linie vyražené do hloubky [4].

### Hologram

Hologram patří k modernějším prvkům. Jako největší výhodou hologramu je nemožnost napodobení, z důvodu změny úhlu dopadu světla mění svoji barvu, ve většině případů je stříbrná. Vytvoří se pomocí laserového zdroje světla. Ve výsledku se vyrobí trojrozměrný (prostorový) obraz, který se zaznamená na dvojrozměrný nosič. Tento prvek se upevňuje na předmět pomocí folie, samolepky či navařováním [4].



Obr. 5. Hologram [6].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

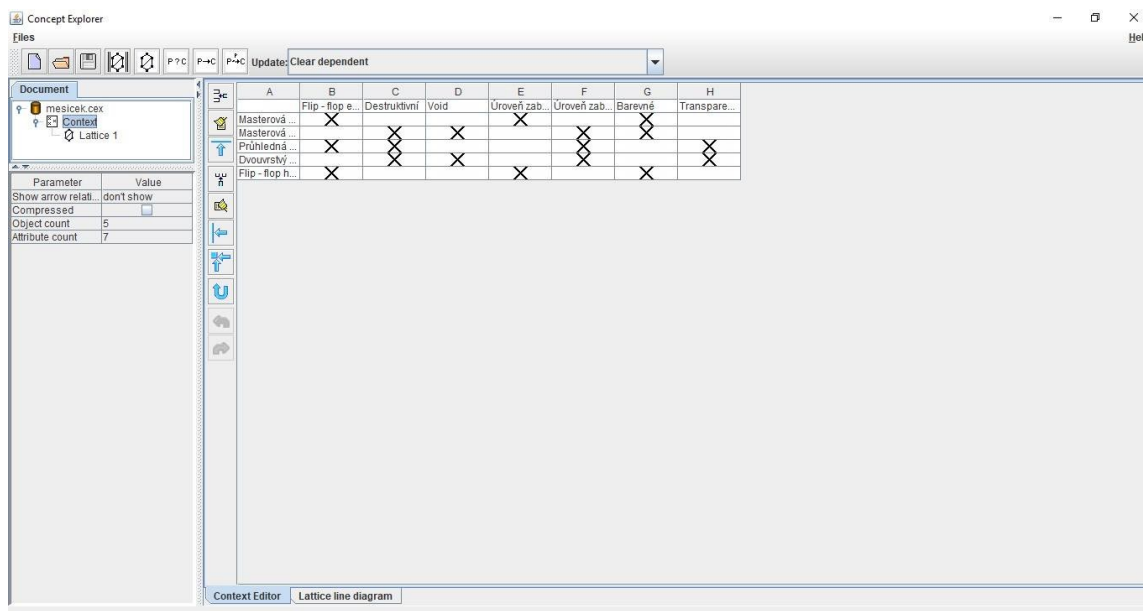
## 5 APLIKACE FORMÁLNÍ KONCEPTUÁLNÍ ANALÝZY DO OBLASTI SPECIÁLNÍ OCHRANY

Pro aplikaci formální konceptuální analýzy do praxe je možné využít řadu programů, mezi které patří např. Toscana, ConImp, Diagram, Concept Explorer (dále jen ConExp) a Anaconda. V bakalářské práci byl využit program ConExp pro zpracování dat.

### 5.1 Program Concept Explorer

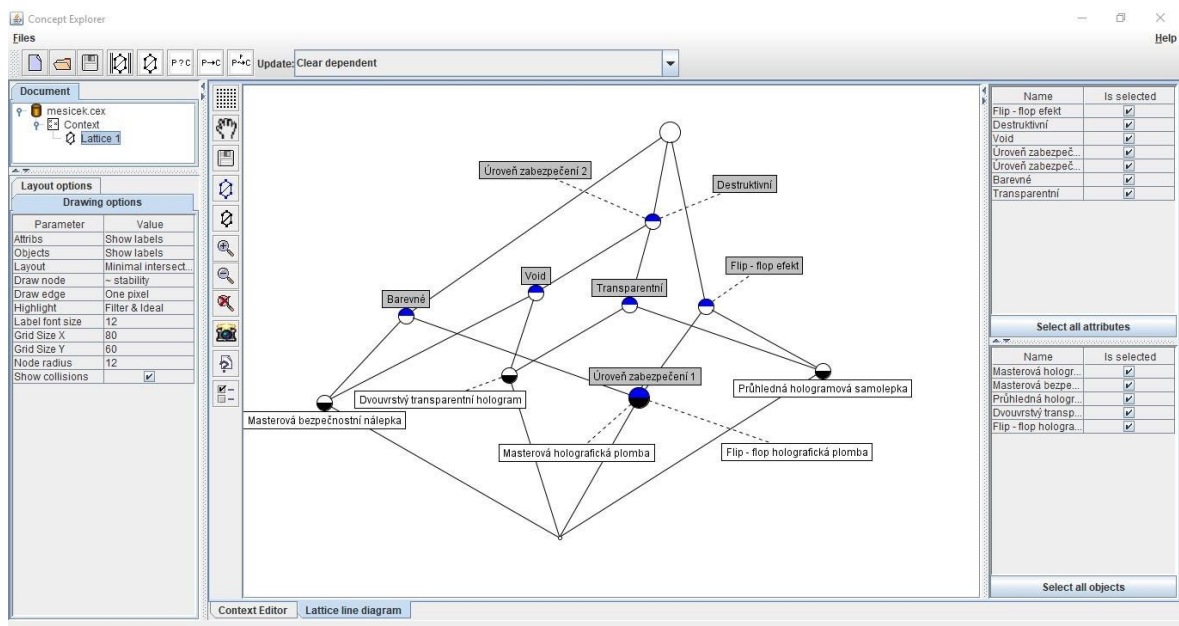
Program ConExp je volně dostupný. Vývojářem programu je Serhiy A. Yevtushenko. Program byl několikrát upravován a rozšiřován do nynější verze 1.3 [12].

Uživatelské prostředí je velmi snadné na pochopení. Po zapnutí programu je nutné vytvořit tabulku. Sloupce představují příslušné atributy a řádky představují příslušné objekty. Jedna ze změn oproti popisu z FKA je, že v programu se nevyužívají jedničky a nuly, které značí, zda daný objekt má příslušný atribut, ale zde se využívají křížky a prázdná políčka. Křížek nahrazuje hodnotu „1“ a prázdné políčko hodnotu „0“.



Obr. 6. Náhled programu ConExp – kontextová tabulka [Vlastní zdroj].

Z připravené tabulky (Obr. 6) program ConExp vygeneruje konceptuální svaz, který lze dále upravovat (Obr. 7).



Obr. 7. Náhled ConExp – konceptuální svaz [Vlastní zdroj].

Ve výše uvedeném obrázku (Obr. 7) lze vidět několik kruhů i obdélníků. Je důležité vědět, co který půlkruh a obdélník znázorňuje:

- bílý obdélník znázorňuje objekty,
- šedý obdélník znázorňuje atributy,
- černý půlkruh znázorňuje spojení s objektem,
- tmavě modrý půlkruh znázorňuje spojení s atributem.

## 5.2 Vybrané komponenty speciální ochrany

V dnešní době dochází k řadě krádeží či padělání dokumentů a cenin. Z důvodu, že komponentů pro speciální ochranu je velké množství, byly z důvodu zvýšené frekvence praktického užití k analýze vybrány hologramy, barvy a ochranné prvky pro bankovky.

### 5.2.1 Hologramy

Existuje několik druhů hologramů. Mohou být jednovrstvé či mnohovrstvé, některé lze sundat z předmětu bez poškození, jiné po sobě zanechají stopu. Zde nelze určit, který je nejlepší, liší se podle způsobu použití. [10]





Obr. 8. Flip-flop hologram [14].

#### 5.2.1.1 Druhy zabezpečení hologramů

**Úroveň 1** - základní bezpečnostní úroveň samolepicích hologramů a ochranných samolepek na vinylových fóliích představuje nejlevnější řešení zajištění zejména proti porušování záručních podmínek.

**Úroveň 2** - vyšší stupeň zabezpečení je v této třídě dán použitím lepších ochranných prvků nebo jejich kombinací, čímž je ztížena možnost padělání.

**Úroveň 3** - kombinací více ochranných technologií jak v podkladové, tak obrazové vrstvě samolepky vytváří dostatečně robustní zabezpečovací nástroj pro ochranu před paděláním a napodobováním.

**Úroveň 4** – uvedená třída definuje vysoký standard zabezpečení pomocí holografických ochranných prvků, zpravidla ve více vrstvách s možností využití široké škály elementárních ochranných technik jako je opatřování plomb unikátním číslem či kombinací znaků, a to formou sítotisku nebo jako další hologramová vrstva, volba speciálních tvarů samolepky nebo VOID podklad.

**Úroveň 5** - holografické etikety a samolepky splňující nejvyšší parametry pro nepřenositelnost, nepadělatelnost a snadnou identifikovatelnost [10].

### 5.2.1.2 *Atributy využití u zpracování hologramů*

**Flip-flop efekt** – je metoda, kdy každá vrstva má určitý holografický obrazec. Při změnách úhlu se zviditelňují jiné vrstvy a ty předchozí zanikají. Změna může být jen v barvách či naprosto odlišných obrazcích. Lidské oko v ideálním případě dokáže zpozorovat pouze jednu vrstvu masterovaného hologramu [10].

**Destruktivní** – při pokusu o odlepení nebo odstranění se trhají na malé kousky, tím se zaručí spolehlivá ochrana při padělání či odstraňování [9].

**VOID** – při sundávání zůstává na povrchu produktu část vrstvy. Je to jasně viditelný film. Na podkladu povrchu zůstává nápis VOID či může obsahovat jiné nápisy, které si zákazník sám zvolí [9].

**Úroveň zabezpečení** – z výše zmíněných druhů zabezpečení hologramů, jsou vybrány komponenty první a druhé úrovně zabezpečení [10].

**Barevné** – u většiny hologramů lze vybrat z řady barev. Nejčastěji se používají barvy stříbrné, zlaté, červené, zelené, zlaté či modré, ale mohou nabývat i jiných barev či různých odstínů [10].

**Transparentní** – barevné hologramy zcela překrývají určitá místa, přes která nelze nic vidět. U některých produktů je nežádoucí, aby místo bylo nečitelné. Z tohoto důvodu se vyrábí hologramy transparentní. Tyto hologramy vytváří nezaměnitelné přechody a nepůsobí rušivě přes čtení textu, kterými jsou přelepeny, ale lze z určitých úhlu hologram jednoznačně vidět. Tento typ se využívá nejčastěji na fotografiích, řidičských průkazech, věrnostních kartách či ID kartách [10].

### 5.2.1.3 *Vybrané hologramy*

**Mnohvrstvá holografická plomba** – při změnách úhlů pohledu dochází k objevování jedné nebo druhé vrstvy v duhových barvách a dochází k optickému zvětšování či zmenšování čili k flip-flop efektu. Je zde možno vybrat z několika různých barev – stříbrná, zelená, žlutá atd. Jedná se o nedestruktivní typ. Úroveň zabezpečení je zde 1.

**Masterová bezpečnostní hologramová nálepka** – při pozorování z různých úhlů pohledu lze vidět jen určitá část clony. Nálepka je bezpečnostní destruktivní společně s VOID ochranou. Jedná se o barevnou nálepku s úrovní zabezpečení 2.

**Průhledná hologramová samolepka** – využívá dvě vrstvy. Samolepka je transparentní a lze ji využít pro ID karty, zákaznické karty atd. Tento typ je vyroben na destruktivním zabezpečeném podkladu, pokus o sloupnutí končí znehodnocením hologramu. Úroveň zabezpečení je 2.

**Dvouvrstvý transparentní hologram** – je především určen pro snadnou grafickou autorizaci malých sérií identifikačních karet. Zde je druhá úroveň zabezpečení. Dále využívá destruktivní ochranu spolu s VOID ochranou, a jak již lze z názvu vyčíst, jedná se o transparentní hologram.

**Flip-flop vícevrstvá holografická plomba** – jak je již z názvu patrné, využívá flip-flop efekt. Úroveň zabezpečení je stupeň 1, jelikož je snadno odstranitelná a může být přenesena. Jedná se o barevnou plombu [10].

#### 5.2.1.4 Analýza vybraných hologramů

Dle tabulky, která je vytvořena níže (Tab.4), jsou sepsány atributy pro vybrané vzorky výrobků. Tabulka ve všech sloupcích ale nepředstavuje bivalentní hodnoty, a proto bude nutné ji dále přepsat.

Tab. 4. Hologramy – Vybrané vzorky výrobků [Vlastní zdroj].

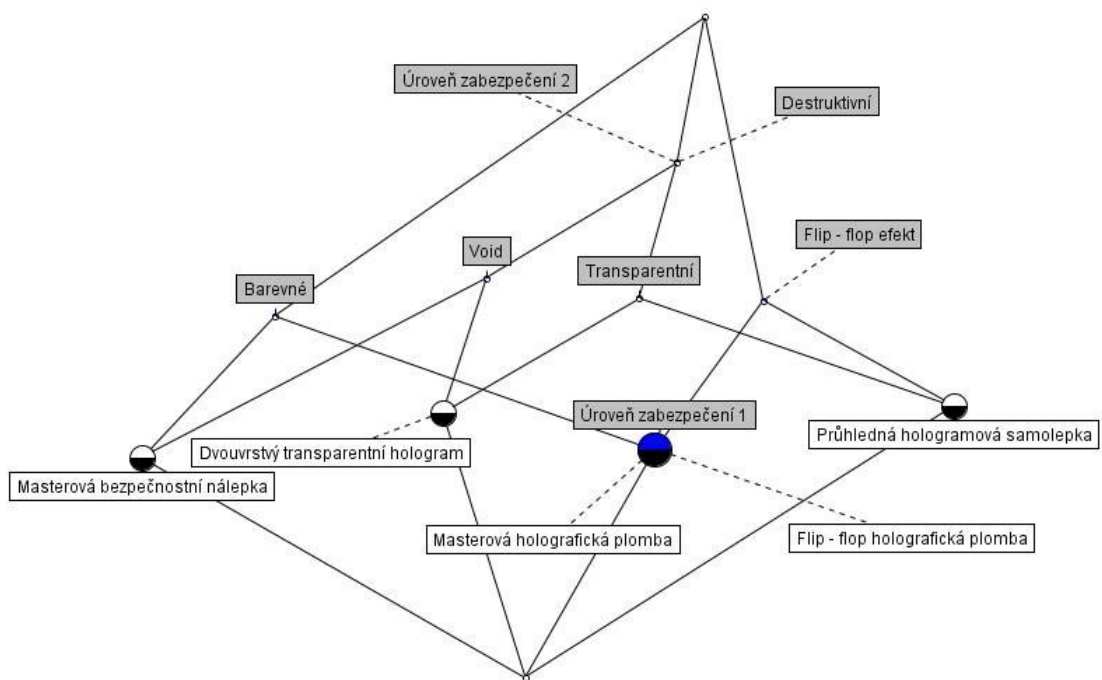
	Flip-flop efekt	Destruktivní	VOID	Úroveň zabezpečení	Barevné	Transparentní
Masterová holografická plomba	1	0	0	1	1	0
Masterová bezpečnostní hologramová nálepka	0	1	1	2	1	0
Průhledná hologramová samolepka	1	1	0	2	0	1
Dvouvrstvý transparentní hologram	0	1	1	2	0	1
Flip-flop vícevrstvá holografická plomba	1	0	0	1	1	0

Níže vytvořená tabulka (Tab. 5) přehledně představuje atributy v bivalentních hodnotách. Tuto tabulku lze nyní přepsat do programu ConExp, jelikož se již jedná o tabulku konceptuálního škálování.

Tab. 5. Konceptuální škálování – hologramy [Vlastní zdroj].

	Flip-flop efekt	Destruktivní	VOID	Úroveň zabezpečení 1	Úroveň zabezpečení 2	Barevné	Transparentní
Masterová holografická plomba	1	0	0	1	0	1	0
Masterová bezpečnostní hologramová nálepka	0	1	1	0	1	1	0
Průhledná hologramová samolepka	1	1	0	0	1	0	1
Dvouvrstvý transparentní hologram	0	1	1	0	1	0	1
Flip-flop vícevrstvá holografická plomba	1	0	0	1	0	1	0

Po zadání příkazu na výpočet je vygenerován konceptuální svaz (Obr. 9).



Obr. 9. Konceptuální svaz – hologramy [Vlastní zdroj].

```

1 < 0 > Flip - flop efekt Destruktivní Void Úroveň zabezpečení 2 Transparentní =[100%]=> < 0 > Úroveň zabezpečení 1 Barevné;
2 < 1 > Flip - flop efekt Destruktivní Úroveň zabezpečení 2 =[100%]=> < 1 > Transparentní;
3 < 2 > Flip - flop efekt Barevné =[100%]=> < 2 > Úroveň zabezpečení 1;
4 < 0 > Destruktivní Void Úroveň zabezpečení 2 Barevné Transparentní =[100%]=> < 0 > Flip - flop efekt Úroveň zabezpečení 1;
5 < 1 > Destruktivní Úroveň zabezpečení 2 Barevné =[100%]=> < 1 > Void;
6 < 3 > Destruktivní =[100%]=> < 3 > Úroveň zabezpečení 2;
7 < 2 > Void =[100%]=> < 2 > Destruktivní Úroveň zabezpečení 2;
8 < 2 > Úroveň zabezpečení 1 =[100%]=> < 2 > Flip - flop efekt Barevné;
9 < 3 > Úroveň zabezpečení 2 =[100%]=> < 3 > Destruktivní;
10 < 2 > Transparentní =[100%]=> < 2 > Destruktivní Úroveň zabezpečení 2;

```

*Obr. 10. Výpis z programu ConExp – Atributové implikace – hologramy [Vlastní zdroj].*

## 5.2.2 Barvy

Zde byly vybrány barvy od společnosti Trodat. U barev je velmi důležité určit, na jaký druh materiálu budou využity. Dále jsou důležitými faktory cena, doba zasychání, hořlavost a normy [11].



*Obr. 11. Barva NORIS 110 UV [11].*

### 5.2.2.1 Atributy využití u zpracování barev

**Aplikace na materiál** – některé barvy se vyrábějí univerzální čili je možnost je využít na jakýkoliv typ materiálu, ať to jsou kovy, plasty, dřevo či kámen. Dále jsou speciální, které se aplikují pouze na lidskou kůži nebo papír a jsou viditelné pod UV zářením. Využívají se především na kontrolu vstupu na koncertech a ochrana pravosti dokumentů. Jako poslední

typ jsou barvy na textil, jsou neškodné při kontaktu s lidskou kůží. Výhoda této barvy spočívá v tom, že je z textilu neodstranitelná.

**Hořlavost** – vybrané barvy se liší, zda jsou hořlavé či nehořlavé.

**Norma EU71/3** – norma stanovuje, zda může být barva využita na hračky, které jsou pro děti od tří let.

**Doba zaschnutí** – u vybraných komponent se doba zaschnutí převážně liší ve vteřinách, ale i přesto je to velmi důležitý atribut.

**Cena** – komponenty budou rozděleny na dvě cenové relace. Stejně jako u doby zaschnutí se komponenty ani v ceně příliš neliší. Cena bude vypočítána na 50 ml lahvičky [11].

#### 5.2.2.2 *Vybrané barvy*

**Barva NORIS 199 / Universal** – razítková barva, u které je možnost tisku na všechny neporézní materiály. Jedná se o kovy, tvrdé plasty, fólie, gumy, lakované dřevo a kámen. Doba zaschnutí je 65 sekund. Barva patří do skupiny hořlavých a cena je 477 Kč.

**Barva NORIS 007 / Universal** – razítková barva, pigmentovaná na neporézní materiály. Využívá se pro papír, dřevo, sklo, elektronické desky a plast. Doba zaschnutí je 120 sekund. Barva patří do skupiny neškodných a cena je 598 Kč.

**Barva NORIS 325 / Textil** – razítková barva, která je neodstranitelná vyvařením, praním, dělením a chemickým čištěním. Barva je neškodná při kontaktu s lidskou kůží. Doba zaschnutí je 60 sekund. Barva patří do skupin neškodných a cena je 498 Kč.

**Barva NORIS 110 UV** – razítková barva, která je při normálním světle neviditelná. Je viditelná pouze pod ultrafialovým světlem. Aplikuje se na papír a kůži a doba zaschnutí je 10 sekund. Využívá se pro kontrolu vstupu na koncert či ochrana pravosti dokumentů. Barva patří do skupiny neškodných a její cena je 586 Kč.

**Barva NORIS 117 NEON-UV** – razítková barva, která je viditelná při normálním světle s fluorescenčním efektem, za pomoci UV záření se efekt zesílí. Barva odpovídá normě EU71/3. Aplikuje se na papír a kůži a doba zaschnutí je 10 sekund. Využívá se pro kontrolu vstupu na koncert či ochrana pravosti dokumentů. Barva patří do skupiny neškodných a její cena je 488 Kč [11].

### 5.2.2.3 Analýza vybraných barev

Dle tabulky, která je vytvořena níže (Tab. 6) jsou rovněž sepsány atributy pro vybrané vzorky výrobků. Tabulka ve všech sloupcích ale nepředstavuje bivalentní hodnoty, a proto bude nutné ji dále přepsat.

Tab. 6. Barvy – Vybrané vzorky výrobků [Vlastní zdroj].

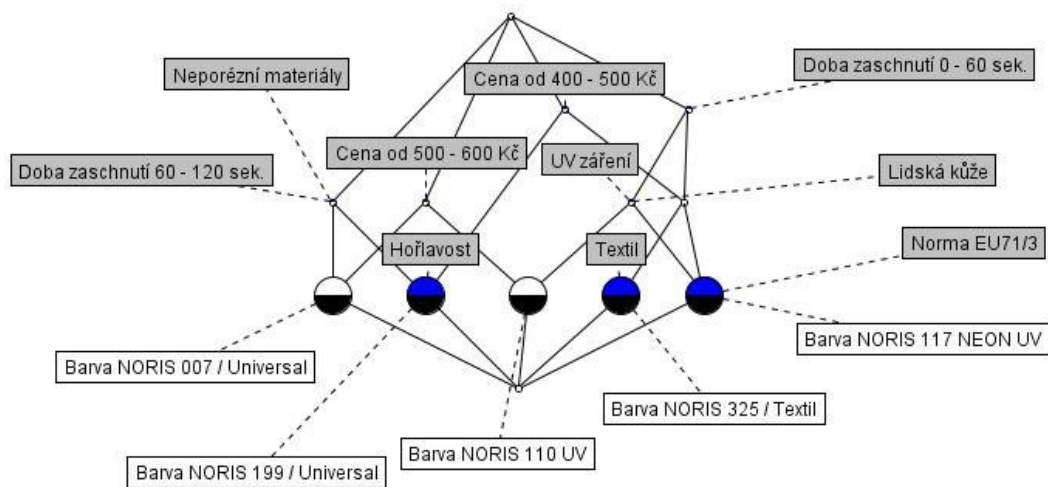
	Materiál	UV záření	Hořlavost	Cena [Kč]	Doba zaschnutí [s]	Norma EU71/3
Barva NORIS 199 / Universal	Neporézní materiál	0	1	477	65	0
Barva NORIS 007 / Universal	Neporézní materiál	0	0	598	120	0
Barva NORIS 325 / Textil	Textil	0	0	498	60	0
Barva NORIS 110 UV	Lidská kůže, papír	1	0	586	10	0
Barva NORIS 117 NEON UV	Lidská kůže, papír	1	0	488	10	1

Níže vytvořená tabulka (Tab. 7) přehledně představuje atributy v bivalentních hodnotách. Tuto tabulku lze nyní přepsat do programu ConExp, jelikož se již jedná o tabulku konceptuálního škálování.

Tab. 7. Konceptuální škálování – Barvy [Vlastní zdroj].

	Neporézní materiály	Textil	Lidská kůže	UV záření	Hořlavost	Cena od 400 - 500 Kč	Cena od 500 - 600 Kč	Doba zaschnutí 0 - 60 sek.	Doba zaschnutí 60–120 sek.	Norma EU71/3
Barva NORIS 199 / Universal	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0
Barva NORIS 007 / Universal	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Barva NORIS 325 / Textil	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
Barva NORIS 110 UV	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
Barva NORIS 117 NEON UV	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1

Po zadání příkazu na výpočet je vygenerován konceptuální svaz (Obr. 12).



Obr. 12. Konceptuální svaz – Barvy [Vlastní zdroj].

- 1 < 2 > Neporézní materiály ==> Doba zaschnutí 60 - 120 sek.;
- 2 < 1 > Textil ==> Cena od 400 - 500 Kč Doba zaschnutí 0 - 60 sek.;
- 3 < 2 > Lidská kůže ==> UV záření Doba zaschnutí 0 - 60 sek.;
- 4 < 2 > UV záření ==> Lidská kůže Doba zaschnutí 0 - 60 sek.;
- 5 < 1 > Hořlavost ==> Neporézní materiály Cena od 400 - 500 Kč Doba zaschnutí 60 - 120 sek.;
- 6 < 1 > Cena od 500 - 600 Kč Doba zaschnutí 0 - 60 sek. ==> Lidská kůže UV záření;
- 7 < 2 > Doba zaschnutí 60 - 120 sek. ==> Neporézní materiály;
- 8 < 1 > Neporézní materiály Cena od 400 - 500 Kč Doba zaschnutí 60 - 120 sek. ==> Hořlavost;
- 9 < 1 > Norma EU71/3 ==> Lidská kůže UV záření Cena od 400 - 500 Kč Doba zaschnutí 0 - 60 sek.;
- 10 < 0 > Cena od 400 - 500 Kč Cena od 500 - 600 Kč ==> Neporézní materiály Textil Lidská kůže UV záření Hořlavost Doba zaschnutí 0 - 60 sek. Doba zaschnutí 60 - 120 sek. Norma EU71/3;
- 11 < 1 > Lidská kůže UV záření Cena od 400 - 500 Kč Doba zaschnutí 0 - 60 sek. ==> Norma EU71/3;
- 12 < 0 > Neporézní materiály Doba zaschnutí 0 - 60 sek. Doba zaschnutí 60 - 120 sek. ==> Textil Lidská kůže UV záření Hořlavost Cena od 400 - 500 Kč Cena od 500 - 600 Kč Norma EU71/3;
- 13 < 0 > Textil Lidská kůže UV záření Cena od 400 - 500 Kč Doba zaschnutí 0 - 60 sek. Norma EU71/3 ==> Neporézní materiály Hořlavost Cena od 500 - 600 Kč Doba zaschnutí 60 - 120 sek.;

Obr. 13. Program ConExp – Atributové implikace – Barvy [Vlastní zdroj].

### 5.2.3 Ochranné prvky bankovek

Jako třetí a poslední FKA je vypracována pro ochranné prvky bankovek České republiky, které prošly za dobu své existence řadou úprav. Analýza bude vypracována pro jejich poslední úpravu.

#### 5.2.3.1 Atributy využité u zpracování ochranných prvků

**Strany bankovky** – některé prvky se vyskytují na obou stranách bankovky, jiné pouze na lící straně. Prvky, které jsou na obou stranách, se mohou lišit v některých faktorech, např. u vodoznaků se portréty stranově obrací.



**Zviditelnění proti světlu** – lom světla a úhel pohledu je u prvků pro bankovky velmi důležitý. Při průhledu proti světlu se zviditelní vodoznak a soutisková značka. Při vodorovném pohledu na bankovku proti zdroji světla, se zviditelní částka bankovky, která se nachází ve skrytém obrazci.

**Flip-flop efekt** – jak již bylo řečeno při popisování atributů u hologramu, Flip-flop efekt mění barvy při úhlech pohledu.

**Výskyt na bankovkách** – celkem se na českých bankovkách objevuje osm prvků. Proměnlivá barva a iridiscentní pruh se však nevyskytuje na všech.

### 5.2.3.2 Typy prvků bankovek

**Vodoznak** – pokud je bankovka nastavena proti světlu, vodoznak je zcela jasně viditelný. Používá se ve střední části nepotištěného okraje bankovky a je zde vyobrazen portrét určité osoby, které byla bankovka věnována.



Obr. 14. Vodoznak [13].

**Okénkový proužek s mikrotextem** – jedná se o proužek z metalizované umělé hmoty a zapouští se do papíru. Na proužku lze vidět jeho nominální hodnotu, která se mění podle typu bankovky. Na 500korunové bankovce a vyšší lze vidět vedle nominální hodnoty také iniciály České národní banky (ČNB).



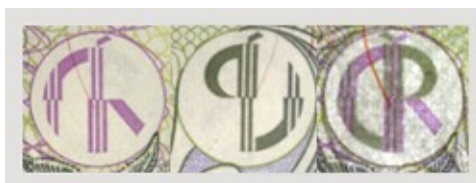
Obr. 15. Ochranný proužek s mikrotextem [13].

**Barevná vlákna** – lze vidět z obou stran. Jejich délka je 6 cm a jsou nejlépe zřetelné na bílých částech bankovky.



Obr. 16. Vlákna [13].

**Soutisková značka** – při pohledu proti světlu je možné vidět značku celou a tvoří písmena ČR. Za jiného pohledu, ať již z rubu či líce, lze vidět pouze polovinu těchto písmen, které se na obou stranách liší.



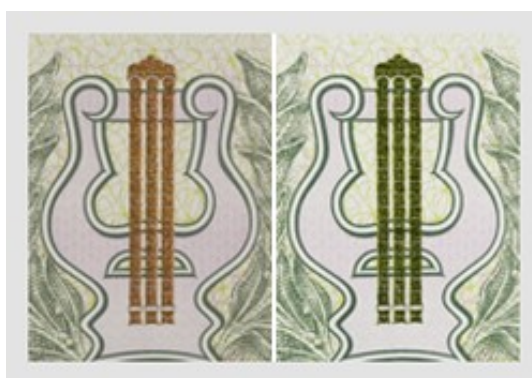
Obr. 17. Soutisková značka [13].

**Skrytý obrazec** – jak již bylo zmíněno při popisování využitých atributů, je možné obrazec vidět při vodorovném pohledu na bankovku proti světlu. U tohoto pohledu se zobrazí nominální hodnota bankovky. Skrytý obrazec se nachází na lící straně bankovky v ornamentu nad ramenem portrétu.



*Obr. 18. Skrytý obrazec [13].*

**Proměnlivá barva** – u bankovek, na kterých se prvek nachází, se mění obrazec. Jedná se o Flip-flop efekt čili střídání dvou barev. K tomuto efektu dochází při změně úhlu pohledu.



*Obr. 19. Proměnlivá barva [13].*

**Iridiscentní pruh** – dvoubarevný prvek, který je duhově lesklý a nachází se pouze na lící straně. Při běžném pohledu se prvek zdá průhledný, při sklopení proti světlu se objeví zlatavě-fialové nádechy s kovovým odleskem. Na okraji pruhu je vyznačena nominální hodnota bankovky.



Obr. 20. Iridiscentní pruh [13].

**Mikrotext** – je tištěn dvěma způsoby. Jedná se o tisk jak z hloubky, tak z plochy. V mikrotextu na lícni straně je velkým písmem vepsána nominální hodnota bankovky, kterou obklopuje stejná hodnota v menším provedení. Na rubové straně se nachází státní znak spolu s nominální hodnotou, která se zde píše slovně [13].



Obr. 21. Mikrotext [13].

### 5.2.3.3 Analýza prvků bankovek

Dle tabulky, která je vytvořena níže (Tab. 8), jsou rovněž sepsány atributy pro vybrané vzorky výrobků. Tabulka ve všech sloupcích ale nepředstavuje bivalentní hodnoty, a proto bude nutné ji dále přepsat.

Tab. 8. Ochranné prvky bankovek [Vlastní zdroj].

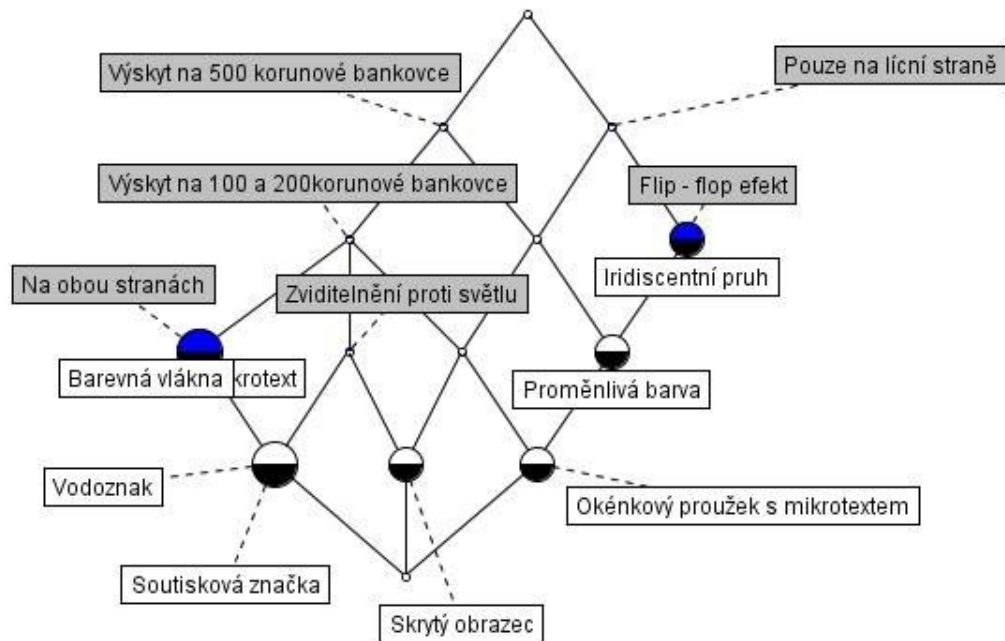
	Strana bankovky	Zviditelnění proti světlu	Flip-flop efekt	Výskyt na bankovce
Vodoznak	Obě	1	0	Na všech
Okénkový proužek s mikrotextem	Lícní	0	1	Na všech
Barevná vlákna	Obě	0	0	Na všech
Soutisková značka	Obě	1	0	Na všech
Skrytý obrazec	Lícní	1	0	Na všech
Proměnlivá barva	Lícní	0	1	500, 1000, 2000, 5000 Kč
Iridiscentní pruh	Lícní	0	1	1000, 2000, 5000 Kč
Mikrotext	Obě	0	0	Na všech

Níže vytvořená tabulka (Tab. 9) přehledně představuje atributy v bivalentních hodnotách. Tabulku lze nyní přepsat do programu ConExp, jelikož se již jedná o tabulku konceptuálního škálování.

Tab. 9. Konceptuální škálování – ochranné prvky bankovek [Vlastní zdroj].

	Pouze na lícní straně	Na obou stranách	Zviditelnění proti světlu	Flip-flop efekt	Výskyt na 100korunové a 200 - korunové bankovce	Výskyt na 500korunové bankovce
Vodoznak	0	1	1	0	1	1
Okénkový proužek s mikrotextem	1	0	0	1	1	1
Barevná vlákna	0	1	0	0	1	1
Soutisková značka	0	1	1	0	1	1
Skrytý obrazec	1	0	1	0	1	1
Proměnlivá barva	1	0	0	1	0	1
Iridiscentní pruh	1	0	0	1	0	0
Mikrotext	0	1	0	0	1	1

Po zadání příkazu na výpočet je vygenerován konceptuální svaz (Obr. 22).



Obr. 22. Konceptuální svaz – ochranné prvky bankovek [Vlastní zdroj].

- 1 < 3 > Flip - flop efekt ==> Pouze na lící straně;  
 2 < 4 > Na obou stranách ==> Výskyt na 100 a 200 korunové bankovce Výskyt na 500 korunové bankovce;  
 3 < 3 > Zviditelnění proti světlu ==> Výskyt na 100 a 200 korunové bankovce Výskyt na 500 korunové bankovce;  
 4 < 6 > Výskyt na 100 a 200 korunové bankovce ==> Výskyt na 500 korunové bankovce;  
 5 < 0 > Pouze na lící straně Zviditelnění proti světlu Flip - flop efekt Výskyt na 100 a 200 korunové bankovce Výskyt na 500 korunové bankovce ==> Na obou stranách;  
 6 < 0 > Pouze na lící straně Na obou stranách Výskyt na 100 a 200 korunové bankovce Výskyt na 500 korunové bankovce ==> Zviditelnění proti světlu Flip - flop efekt;

Obr. 23. Program ConExp – Atributové implikace – ochranné prvky bankovek [Vlastní zdroj].

## 6 3D MODEL ZOBRAZENÍ VÝSLEDKŮ

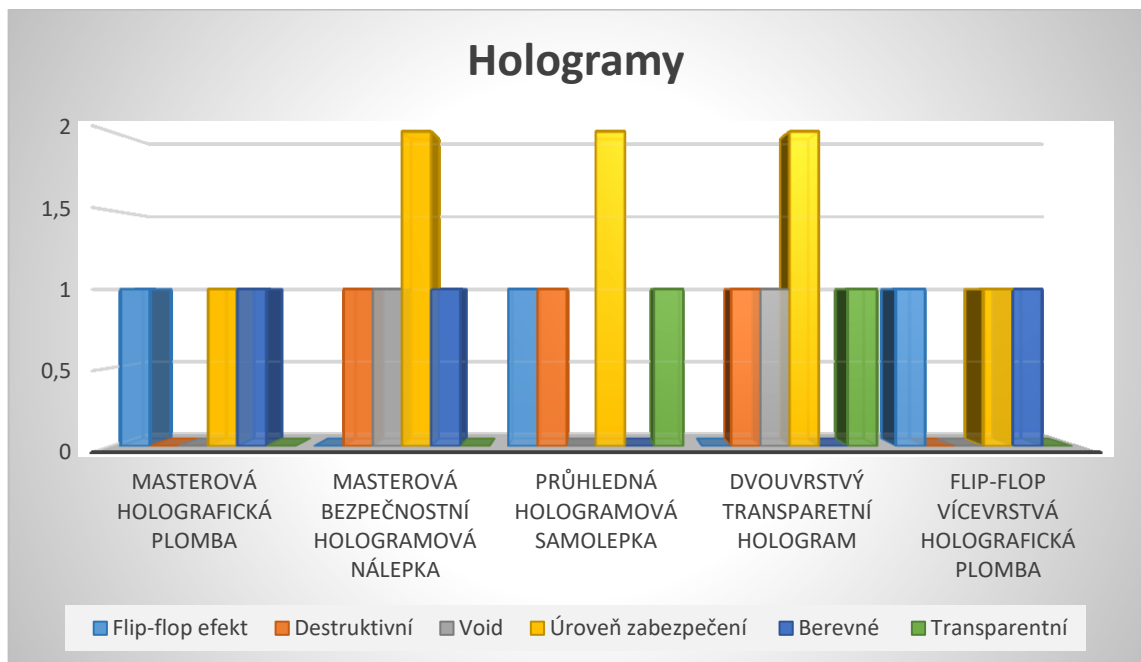
3D je grafický model zobrazení pro vybrané prvky speciální ochrany. Jedná se o hologramy, barvy a ochranné prvky bankovek. U všech komponent bude vyhodnoceno supremum a infimum. Všechny vybrané prvky slouží pro ochranu dokumentů a cenin. Graf ochranných prvků bankovek se skládá pouze z bivalentních hodnot čili z jedniček a nul. U barev a hologramu jsou vyjádřeny určité atributy v dekadických hodnotách. Barvy mají vyjádření v dekadické hodnotě atribut „cena“, u hologramů se jedná o atribut „úroveň zabezpečení“.

U hologramů záleží především na úrovni zabezpečení a zda obsahuje destruktivní metodu a VOID. Z tohoto důvodu se supremem stala Masterová bezpečnostní hologramová nálepka. Infimem se staly komponenty Masterová holografická plomba a Flip-flop vícevrstvá holografická plomba, jelikož z hlediska analýzy mají stejné parametry.

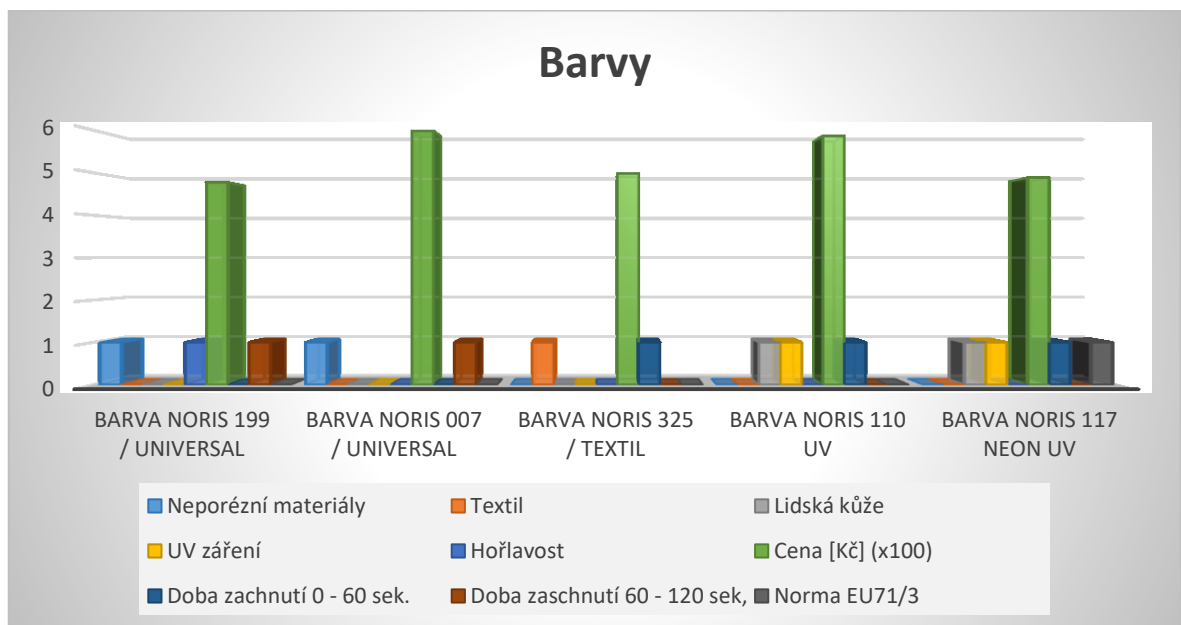
Prioritní atributy pro barvy jsou „Cena“ a „Doba zaschnutí“. Supremem se stala Barva NORIS 117 NEON UV. Infimem se stala Barva NORIS 007 / Universal.

Pro ochranné prvky bankovek byl jako supremum vybrán „ochranný proužek s mikrotextem“, jelikož splňuje nejvíce atributů. Infimem se stal „iridiscentní pruh“ z důvodu, že splňuje pouze dva atributy a nevyskytuje se na všech bankovkách.

Na níže uvedených obrázcích (Obr. 24, Obr. 25, Obr. 26) jsou graficky zobrazeny vybrané hologramy, barvy a ochranné prvky bankovek.

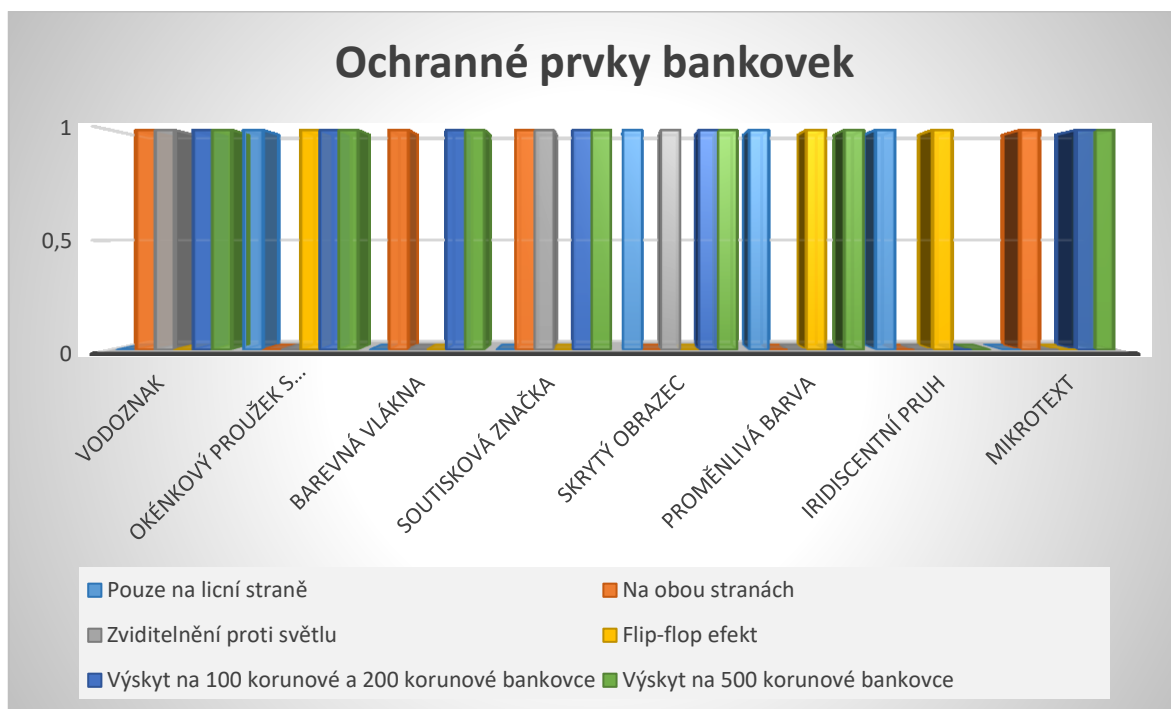


Obr. 24. Graf výsledných hodnot hologramů [Vlastní zdroj].



Obr. 25. Graf výsledných hodnot barev [Vlastní zdroj].





Obr. 26. Graf výsledných hodnot ochranných prvků bankovek [Vlastní zdroj].

## ZÁVĚR

Prioritním úkolem bakalářské práce bylo aplikovat Port-Royalskou logiku pro speciální ochranu především do oblasti dokumentů a cenin. V úvodu práce je přehlednou formou v literární rešerši prezentována problematika vzniku Port-Royalské logiky, ze které vyplývá formální konceptuální analýza. První polovina teoretické části je především věnována formální konceptuální analýze, jež pracuje s tabulkovými daty a jejím cílem je zjistit informace, které nejsou na první pohled zřejmé. Metoda je dále rozšířena o Fuzzy logiku, jež se využívá pro složitější problémy a nepracuje pouze se dvěma hodnotami. Dále je popsáno supremum a infimum.

Druhá polovina teoretické části je zaměřena na speciální ochranu. Úkolem speciální ochrany není prostředek chránit před odcizením či krádeží, ale především identifikovat pachatele. Dále se využívá pro značení předmětů a prokazování originality výrobků. V některých případech se využívá pro zjištění, jak daný pachatel pracuje při kriminální činnosti. Komponenty speciální ochrany se dělí na chemické a fyzické. Mezi chemické patří prášky, pasty, laky, roztoky, lepidla, kapaliny, vosky, fixy, barvy a inkousty. Do fyzické patří plomby, pečete, hologramy, horká ražba fólií, vodoznak, suchá pečeť a kolek. Pro všechny výše zmíněné komponenty je vypracován jednoznačný popis.

V praktické části je vysvětleno pracovní prostředí programu Concept Explorer, ve kterém se vytvářela formální konceptuální analýza pro vybrané komponenty speciální ochrany. Mezi vybrané komponenty patří hologramy, barvy a ochranné prvky bankovek. U hologramu se supremem a zároveň nejlepším typem stala Masterová bezpečnostní hologramová nálepka. Infimem se staly komponenty Masterová holografická plomba a Flip-flop vícevrstvá holografická plomba. Pro vybrané barvy od společnosti Trodat byla volba suprema poněkud snazší než u hologramů. Zde díky své ceně a době zaschnutí se supremem stala Barva NORIS 117 NEON UV. Infimem se stala Barva NORIS 007 / Universal. Ochranné prvky bankovek jsou všechny významné a mají své opodstatnění. Při volbě daných atributů pro analýzu se nejlepším prvkem a supremem stal ochranný proužek s mikrotextem. Infimem se stal iridiscentní pruh.

Verifikace získaných dat formální konceptuální analýzy je v závěru práce rozpracována ve 3D prostředí, zde jsou přehledně zobrazeny atributy, které komponenta obsahuje.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] RÖD, Wolfgang. *Novověká filosofie*. Přeložil Jindřich KARÁSEK. Praha: Oikoy-men, 2001. Dějiny filosofie (OIKOYMENH). ISBN 80-7298-039-4.
- [2] NAVARA, Mirko a Petr OLŠÁK. *Základy Fuzzy množin*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2002, 136 s. ISBN 80-01-02585-3.
- [3] NOVÁK, Vilém. *Fuzzy množiny a jejich aplikace*. Praha: Nakladatelství technické literatury, 1990. ISBN 80-03-00325-3.
- [4] IVANKA, Ján. *Mechanické zábranné systémy*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010. ISBN 978-80-731-891-05.
- [5] *Suchá pečeť s bronzovou raznicí* [online]. In: . [cit. 2018-04-17]. Dostupné z: <https://www.hologram-vyroba.cz/sucha-razba-slepotisk.php>
- [6] *Kruhová holografická plomba* [online]. In: . [cit. 2018-04-17]. Dostupné z: <https://www.hologram-vyroba.cz/group.php?id=102>
- [7] BĚLOHLÁVEK, Radim. *Konceptuální svazy a formální konceptuální analýza* [online]. 2004 [cit. 2018-02-13]. Dostupné z WWW: [http://belohlavek.inf.upol.cz/publications/Bel\\_Ksfka.pdf](http://belohlavek.inf.upol.cz/publications/Bel_Ksfka.pdf).
- [8] *Maxi JawLock – zatahovací plomba* [online]. In: . [cit. 2018-04-17]. Dostupné z: <https://www.essentracomponents.cz/mss/mss-pc.nsf/WebEngine?OpenAgent&cmd=category&category=MVED-9V5K95-43635&catalog=MEX-CZ>
- [9] *Destruktivní samolepky* [online]. 2012 [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <http://www.sale-hologramy.cz/kat.asp?id=8>
- [10] *Hologram – výroba* [online]. c2011-2018 [cit. 2018-04-26]. Dostupné z: <https://www.hologram-vyroba.cz/index.php>
- [11] *Barvy pro značení* [online]. c2014-2018 [cit. 2018-05-07]. Dostupné z: <https://www.trodat-cz.cz/seznam/barvy-pro-znaceni>
- [12] The Concept Explorer. *Sourceforge* [online]. USA, 2006 [cit. 2018-05-14]. Dostupné z: <http://conexp.sourceforge.net/>.
- [13] *Ochranné prvky* [online]. c2013-2018 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: [https://www.cnb.cz/cs/platidla/ochranné\\_prvky/ochranné\\_prvky\\_1000.html](https://www.cnb.cz/cs/platidla/ochranné_prvky/ochranné_prvky_1000.html)
- [14] *Skladové hologramy* [online]. c2018 [cit. 2018-05-11]. Dostupné z: <http://hologram.cz/wp-content/uploads/2013/10/guilloche.jpg>

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

FKA Formální konceptuální analýza

UV Ultrafialové

ConExp Concept Explorer

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Klasická teorie množin [2].</i>	21
<i>Obr. 2. Fuzzy teorie množin [2].</i>	21
<i>Obr. 3. Zatahovací plomba [8].</i>	27
<i>Obr. 4. Suchá pečeť [5].</i>	27
<i>Obr. 5. Hologram [6].</i>	28
<i>Obr. 6. Náhled programu ConExp – kontextová tabulka [Vlastní zdroj].</i>	30
<i>Obr. 7. Náhled ConExp – konceptuální svaz [Vlastní zdroj].</i>	31
<i>Obr. 8. Flip-flop hologram [14].</i>	32
<i>Obr. 9. Konceptuální svaz – hologramy [Vlastní zdroj].</i>	35
<i>Obr. 10. Výpis z programu ConExp – Atributové implikace – hologramy [Vlastní zdroj].</i>	36
<i>Obr. 11. Barva NORIS 110 UV [11].</i>	36
<i>Obr. 12. Konceptuální svaz – Barvy [Vlastní zdroj].</i>	39
<i>Obr. 13. Program ConExp – Atributové implikace – Barvy [Vlastní zdroj].</i>	39
<i>Obr. 14. Vodoznak [13].</i>	40
<i>Obr. 15. Ochranný proužek s mikrotextem [13].</i>	41
<i>Obr. 16. Vlákna [13].</i>	41
<i>Obr. 17. Soutisková značka [13].</i>	41
<i>Obr. 18. Skrytý obrazec [13].</i>	42
<i>Obr. 19. Proměnlivá barva [13].</i>	42
<i>Obr. 20. Iridiscentní pruh [13].</i>	43
<i>Obr. 21. Mikrotext [13].</i>	43
<i>Obr. 22. Konceptuální svaz – ochranné prvky bankovek [Vlastní zdroj].</i>	45
<i>Obr. 23. Program ConExp – Atributové implikace – ochranné prvky bankovek [Vlastní zdroj].</i>	45
<i>Obr. 24. Graf výsledných hodnot hologramů [Vlastní zdroj].</i>	47
<i>Obr. 25. Graf výsledných hodnot barev [Vlastní zdroj].</i>	47
<i>Obr. 26. Graf výsledných hodnot ochranných prvků bankovek [Vlastní zdroj].</i>	48

**SEZNAM TABULEK**

Tab. 1. Objekty $x_1, x_2, x_3$ a bivalentní logické atributy $y_1, y_2, y_3, y_4$ [7].....	11
Tab. 2. Názorná ukázka vícehodnotového kontextu. [7]. .....	17
Tab. 3. Názorná ukázka konceptuálního škálování [7].....	18
Tab. 4. Hologramy – Vybrané vzorky výrobků [Vlastní zdroj]. .....	34
Tab. 5. Konceptuální škálování – hologramy [Vlastní zdroj].....	35
Tab. 6. Barvy – Vybrané vzorky výrobků [Vlastní zdroj].....	38
Tab. 7. Konceptuální škálování – Barvy [Vlastní zdroj]. .....	38
Tab. 8. Ochranné prvky bankovek [Vlastní zdroj]. .....	44
Tab. 9. Konceptuální škálování – ochranné prvky bankovek [Vlastní zdroj]. .....	44