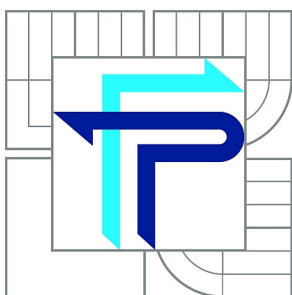


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF MANAGEMENT

# MATEMATICKÉ MODELOVÁNÍ VÝKONNOSTI PODNIKU UŽITÍM NEURONOVÝCH SÍTÍ V MAPLE

MATHEMATICAL MODELING OF COMPANY EFFICIENCY USING NEURAL NETWORKS IN  
MAPLE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. TOMASZ BARTULEC

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

RNDr. ZUZANA CHVÁTALOVÁ, Ph.D.

BRNO 2011

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Bartulec Tomasz, Ing.**

---

Řízení a ekonomika podniku (6208T097)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

**Matematické modelování výkonnosti podniku užitím neuronových sítí v Maple**

v anglickém jazyce:

**Mathematical Modeling of Company Efficiency Using Neural Networks in Maple**

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Teoretická východiska práce

Analýza problému a současné situace

Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

- CHVÁTALOVÁ, Z. Malý Maple manuál.[online].[cit. 2009-05-11]. Dostupné z WWW : < [http://www.maplesoft.cz/sites/default/files/img/manual\\_chvatalova.pdf](http://www.maplesoft.cz/sites/default/files/img/manual_chvatalova.pdf) >.
- MAŘÍK, M., MAŘÍKOVÁ, P. Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku. 2. vydání. Praha : EKOPRESS, 2005. 164 s. ISBN 80-8611-936X.
- SEDLÁČEK, J. Účetní data v rukou manažera – finanční analýza v řízení firmy. 1. vydání. Praha : Computer Press, 2001. 220 s. ISBN 80-7226-562-8.
- ŠÍMA, J., NERUDA, R. Teoretické otázky neuronových sítí. 1. vydání. Praha : MATFYZPRESS, 1996. 390 s. ISBN 80-85863-18-9.
- ŠULÁK, M., VACÍK, E. Měření výkonnosti firem. 1. vydání. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2004. 138 s. ISBN 80-7043-258-6.
- VONDRÁK, I. Umělá inteligence a neuronové sítě. Ostrava : VŠB TU, 2009. 139 s. ISBN 978-80-248-1981-5.

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Zuzana Chvátalová, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2010/2011.

L.S.

---

PhDr. Martina Rašticová, Ph.D.  
Ředitel ústavu

---

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA

V Brně, dne 09.01.2011

## **Abstrakt**

*Cílem* této diplomové práce je analyzovat možnosti využití umělých neuronových sítí jako netradičních matematických prostředků k analýze finanční výkonnosti firmy, zjistit, jaké jsou současné požadavky na hodnocení výkonnosti firem, a najít možnou cestu, jak by bylo možné takový poměrně nový koncept v této oblasti uplatnit. Při zpracování bude využito možností počítačového programu pro matematické výpočty Maple. Výsledkem práce bude i vyhodnocení úspěšnosti tohoto přístupu k finanční analýze a zhodnocení jeho použití v praxi. *Dílčí cíle*, kterých bude třeba pro splnění cíle hlavního dosáhnout, jsou: seznámení se s základním principem, na kterém umělé neuronové sítě fungují, provedení analýzy finanční výkonnosti konkrétní firmy a zhodnocení případné predikční schopnosti navržené sítě.

## **Abstract**

The goal of this thesis is to study the possibilities of Artificial neural network as an innovative mathematical methods for financial analysis of company performance, to find out what are today's requests for performance evaluation of companies are and to identify possible ways how to use this relatively new concept in this area. When processing the possibilities of the computer program Maple for mathematical calculations will be applied. Intermediate objectives are then acquainted with the basic principle on which the artificial neural networks works, to analyze the financial performance of specific company and evaluate potential predictive abilities of the proposed network. The result of the work should be evaluating the success of this approach to financial analysis and evaluation of its use in practice.

## **Klíčová slova**

Umělé neuronové sítě, finanční analýza, hodnocení výkonnosti, EVA, CFROI, Maple, predikce, neuron

## **Keywords**

Artificial neural networks, financial analysis, efficiency rating, EVA, CFROI, Maple, prediction, neuron

## **Bibliografická citace práce**

BARTULEC, T. *Matematické modelování výkonnosti podniku užitím neuronových sítí v Maple*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2010. XY s.  
Vedoucí diplomové práce RNDr. Zuzana Chvátalová, Ph.D.

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně.  
Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná a že jsem v práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně, dne .....

.....

podpis

## **Poděkování**

Dovoluji si touto cestou poděkovat vedoucí své diplomové práce RNDr. Zuzaně Chvátalové, Ph.D. za odborné vedení a podnětné připomínky, kterými přispěla k realizaci této práce.

# Obsah

1	Úvod.....	10
2	Teoretická východiska práce.....	11
2.1	Finanční analýza .....	11
2.1.1	Zdroje dat pro finanční analýzu .....	12
2.1.2	Klasické metody finanční analýzy .....	13
2.1.3	Moderní metody finanční analýzy .....	17
2.2	Neuronové sítě .....	31
2.2.1	Biologické neuronové sítě.....	32
2.2.2	Umělé neuronové sítě .....	33
2.3	Maple .....	44
2.3.1	Popis systému.....	44
2.3.2	Vnitřní struktura Maple.....	45
2.3.3	Práce v Maple .....	46
2.3.4	Shrnutí Maple.....	50
3	Analýza vybrané firmy .....	52
3.1	Popis firmy.....	52
3.1.1	Obecné informace .....	52
3.1.2	Analýza stávajícího stavu firmy v letech 2002 až 2009 .....	53
3.2	Účetní data .....	58
3.2.1	Rozvaha.....	58
3.2.2	Výkaz zisků a ztrát.....	60
3.3	Analýza absolutních ukazatelů .....	61
3.3.1	Horizontální analýza .....	61
3.3.2	Vertikální analýza .....	64
3.4	Analýza poměrových ukazatelů .....	67
3.4.1	Analýza zadluženosti .....	67
3.4.2	Analýza likvidity.....	69
3.4.3	Analýza aktivity .....	71
3.4.4	Analýza rentability.....	72
3.5	Výpočet ukazatele EVA.....	74
3.5.1	Výpočet NOA .....	74
3.5.2	Výpočet NOPAT.....	75
3.5.3	Výpočet WACC.....	75
3.5.4	Výpočet EVA.....	77
3.6	Výpočet ukazatele CFROI .....	79
3.6.1	Výpočet mezihodnot .....	79
3.6.2	Výpočet CFROI .....	81
3.7	Shrnutí.....	82
4	Praktická realizace sítě.....	83
4.1	Návrh sítě .....	83
4.1.1	Architektura sítě.....	83
4.1.2	Vstupní hodnoty .....	85
4.2	Sít' a její učení .....	85
4.2.1	Realizace sítě .....	85
4.2.2	Učení sítě .....	86
4.3	Výsledky sítě realizující výpočet na základě ukazatele EVA.....	88

4.3.1	Výsledná tabulka.....	88
4.3.2	Grafické zobrazení.....	88
4.3.3	Vyhodnocení sítě pro výpočet na základě ukazatele EVA.....	88
4.4	Výsledky sítě realizující výpočet na základě ukazatele CFROI.....	89
4.4.1	Výsledná tabulka.....	89
4.4.2	Grafické zobrazení.....	89
4.4.3	Vyhodnocení sítě pro výpočet na základě ukazatele CFROI.....	90
5	Závěr.....	90
6	Literatura.....	92
	Seznam použitých zkratk .....	94
	Seznam tabulek.....	95
	Seznam grafů.....	95
	Seznam obrázků.....	96

# 1 Úvod

Analýza výkonnosti podniku je jedním z nezbytných nástrojů, bez kterých se žádný podnik dlouhodobě neobejde. Cílem každého podniku je co nejlépe zhodnotit v něj vložené prostředky. A právě k tomu je nutné provést důkladnou analýzu výkonnosti podniku.

Výkonnost podniku není jen pouhým měřením zisku. Pro úspěšné řízení, zejména co se týče oblasti rozhodování strategického významu, je důležité znát celkovou kondici firmy, její tržní hodnotu, schopnost reagovat na změny trhu a schopnost vyrovnat se s nečekanými událostmi. K tomuto účelu bylo vyvinuto množství ekonomických ukazatelů, které budou podrobněji popsány níže.

Přísně číselné hodnoty těchto ukazatelů však nelze uvažovat za jednoznačně vhodný nástroj pro vyhodnocování, neboť v sobě nesou příliš složitou informaci zatíženou mnoha faktory a momentálními vlivy související i s náhodou či neurčitostí. Ty jsou pro pochopení dlouhodobého vývoje výkonnosti podniku nežádoucí. Je proto mnohem důležitější nalézt určitý trend vývoje, který je pro všechny hodnoty nositelem základní dlouhodobé informace a který dokáže co nejvíce odfiltrout nevýznamné odchylky.

Zde přicházejí na řadu různé metody finanční analýzy. Jejich cílem je identifikovat z účetních informací to podstatné a důležité pro vyhodnocení, jak si podnik v dané oblasti vede. Těchto metod existuje mnoho a mají různé stupně složitosti. V poslední době se také stále více prosazují tzv. moderní metody finanční analýzy, které se snaží o komplexnější pohled na problematiku z různých úhlů pohledu zúčastněných entit.

V této práci k získání užitečných výsledků chci popsat a ověřit možnosti metody umělých neuronových sítí. Problematika neuronových sítí patří k poměrně mladým oborům. Od osmdesátých let dvacátého století navíc dochází k jejich velkému zejména aplikačnímu rozmachu<sup>1</sup>. Tento je způsoben jak vznikem nových typů sítí, překonávajících omezení starších typů, tak masivním rozvojem informačních technologií a výpočetní techniky pro jejich realizaci. Název *neuronové sítě* je odvozen ze základního principu, který je analogický s funkcí lidského mozku. Z důvodu jejich revolučního zpracování dat dokáží tyto sítě odhalit i závislosti, které nejsou na první

---

<sup>1</sup> Robot Revue 02/2010: *Tajemství umělé inteligence* [online]. [cit. 2010-08-08]. Dostupné z: <http://www.robotrevue.cz/2010/02/38>

pohled patrné. V důsledku své vnitřní struktury mají i určitý predikční potenciál. Tato vlastnost je pak pro oblast ekonomie velmi vhodnou a významnou<sup>2</sup>.

Tato práce spočívá v provedení analýzy ekonomických ukazatelů podniku využitím vybraných klasických metod, moderních metod, metody neuronových sítí. Dále se bude zabývat jejich srovnáním, zejména výhod a nevýhod pro uvedený účel. K realizaci bude použit matematický program Maple, který umožní pohodlné zpracování výpočtů, realizaci neuronové sítě a přehledné zobrazení výsledků zároveň.

## **2 Teoretická východiska práce**

### **2.1 Finanční analýza**

Z nástrojů pro řízení, evidenci a analýzu hospodářské situace v podniku je finanční analýza považována za nezbytný nástroj finančního managementu. Pro tvorbu finanční analýzy je potřeba vcelku objemného množství dat, ať už se jedná o účetní výkazy a knihy, popřípadě externí zdroje. Finanční analýza umožňuje včas rozpoznat blížící se výrobní, odbytovou nebo finanční krizi, stanovit úroveň finančního zdraví podniku nebo zkvalitnit rozhodovací procesy řízení. Bez finanční analýzy se neobejde žádné moderní finanční řízení. V dnešním světě již nestačí mít pouze nápad a vyrábět, ale je potřeba i racionálně a vhodně zabezpečit finanční hledisko.

Hlavním cílem finanční analýzy je posuzovat aktuální finanční situaci podniku, dále pak posoudit budoucí možnosti finanční situace podniku a připravit východiska pro opatření, která vzešla z předchozích úvah s cílem zlepšit ekonomickou situaci podniku, připravit změny a zlepšení rozhodovacích procesů v podniku. Finanční analýza umožňuje vytěžit z výkazů a dalších účetních zdrojů potřebné informace, detekovat jeho slabiny a na tyto pak reagovat na potřebné řídicí úrovni, aby došlo k jejich minimalizaci. Poskytuje zpětnou vazbu o plnění strategických cílů především nejvyššímu vedení. Finanční analýza představuje tedy hodnocení finanční situace podniku v minulosti, informuje o aktuální finanční situaci a umožňuje i předvídat vývoj finanční situace podniku v blízké budoucnosti<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> KRÍVAN M. Úvod do umělých neuronových sítí. 1. vydání. Praha : VŠE nakladatelství Oeconomica, 2008. 44s. ISBN 978-80-245-1321-8

<sup>3</sup> KONEČNÝ M. Finanční analýza a plánování. 9. vydání. Brno : Polygra, 2004. 102 s. ISBN 80-214-2564-4

### 2.1.1 Zdroje dat pro finanční analýzu

Jelikož záběr finanční analýzy je velmi široký, je k ní potřeba nemalého množství dat z různých zdrojů. Právě tento široký záběr zdrojů je tím, co finanční analýze umožňuje odhalit hospodářské trendy v podniku. Z hlediska jejich povahy je můžeme rozdělit do následujících skupin:

- Účetní data podniku – pocházejí z účetnictví, výročních zpráv, účetních výkazů, účetní rozvahy a jiných vnitropodnikových finančních zpráv.
- Ostatní data z podniku – jsou podniková data nefinančního charakteru, například výrobní statistiky, data o zaměstnancích, vnitřní směrnice atd.
- Externí data – jsou data z ekonomického prostředí podniku a zahrnují informace o prostředí, ve kterém se podnik pohybuje. Například jde o zprávy z odborného tisku, z ministerstev, burzovní zprávy, odhady analytiků, hodnocení nezávislých odborníků nebo hodnotících agentur.

Základním zdrojem informací je účetní *závěrka*. Obsahuje rozvahu, výkaz zisků a ztrát a přehled o peněžních tocích (cash-flow) v podniku. Konkrétní výběr zdrojů informací však vždy záleží na účelu analýzy a na konkrétní metodě.

*Rozvaha* zachycuje finanční zdroje podniku k určitému okamžiku a majetek, který z těchto finančních zdrojů podnik financoval. Jedná se o tzv. okamžikové, stavové ukazatele. Rozvaha obsahuje informace o aktivech a pasivech podniku. Aktiva se třídí podle likvidity (rychlosti možné přeměny v peněžní hotovost) jednotlivých složek majetku, podle funkce, kterou v podniku plní, a podle času, po který je majetek v podniku vázán. Pasiva se třídí podle vlastnictví (podle původu zdrojů). V rozvaze se odráží úspěšnost práce managementu při získávání zdrojů pro financování. Z rozvahy také lze vyčíst, do jakých aktiv byly zdroje alokovány<sup>4</sup>.

*Výkaz zisku a ztráty* obsahuje výnosy, náklady a výsledek hospodaření provozní, finanční a mimořádné činnosti za běžné období. Výsledek hospodaření je dán jako rozdíl mezi výnosy a náklady. Smyslem výkazu zisku a ztráty je informovat o úspěšnosti práce podniku, o výsledku, kterého dosáhl podnikatelskou činností. Zachycuje vztah mezi výnosy dosaženými v určitém období a náklady spojenými s jejich vytvořením. Za výnosy jsou považovány peněžní částky, které podnik získal z veškerých svých činností za dané účetní období bez ohledu na to, zda v tomto období došlo k jejich úhradě. Náklady představují peněžní částky, které podnik v daném

---

<sup>4</sup> KONEČNÝ M. Finanční analýza a plánování. 9. vydání. Brno : Polygra, 2004. 102 s. ISBN 80-214-2564-4

účetním období vynaložil na získání výnosů, i když k jejich skutečnému zaplacení nemuselo ve stejném období dojít. Jedná se o spotřebu vstupních faktorů při činnosti podniku za období. Náklady podniku se dělí na provozní, finanční a mimořádné. Výnosy podniku jsou provozní (tržby za prodej zboží a služeb, změna stavu zásob atd.), finanční (tržby z prodeje cenných papírů a podílů, výnosy z finančního majetku, výnosové úroky atd.) a mimořádné.

Přehled o finančních tocích slouží především pro posouzení likvidity společnosti. Smyslem tohoto výkazu je zachytit, kde peněžní prostředky vznikly a jak a na co byly použity. *Výkaz cash-flow* je založen na příjmech a výdajích (na uskutečněných hotovostních tocích). Obsahuje:

- stav peněžních prostředků a peněžních ekvivalentů na začátku období,
- peněžní toky z provozní činnosti,
- peněžní toky vztahující se k investiční činnosti,
- peněžní toky vztahující se k finanční činnosti,
- stav peněžních prostředků a peněžních ekvivalentů na konci období.

Pod pojmy peněžní prostředky a peněžní ekvivalenty se rozumí peníze v pokladně včetně cenin, peníze na účtu a peníze na cestě. Jedná se o krátkodobý likvidní majetek, který je snadno směnitelný za hotové peníze<sup>5</sup>.

## 2.1.2 Klasické metody finanční analýzy

Hospodářské jevy lze hodnotit dvěma základními přístupy. Jsou to:

- *Fundamentální analýza* – je spíše kvalitativním přístupem, je založena na znalostech vzájemných souvislostí mezi jednotlivými ekonomickými jevy a jejich vazeb na jevy neekonomické, závisí na odborné úrovni odhadce a jeho empirických znalostech, případně na intuici. Je velmi subjektivní a pokud využívá kvantitativní informace, nevyužívá k jejich získávání algoritmizovaných postupů.
- *Technická analýza* – jde o kvantitativní přístup, který ke zpracování dat využívá algoritmizovaných postupů. Tyto postupy jsou konstruovány na základě statistických, matematických a dalších metod. Tyto metody jsou pak navzájem srovnávány, a tím dochází jak ke kvantitativnímu, tak i ke kvalitativnímu vyhodnocení získaných výsledků.

---

<sup>5</sup> KONEČNÝ M. Finanční analýza a plánování. 9. vydání. Brno : Polygra, 2004. 102 s. ISBN 80-214-2564-4

### 2.1.2.1 Analýza absolutních ukazatelů

*Absolutními ukazateli* nazýváme položky účetních výkazů, např. aktiva, pasiva, náklady, výnosy. Rozlišují se ukazatele *stavové*, tj. takové, které zobrazují peněžní stav (například rozvaha), a *tokové*, tj. ty, které zobrazují položky spojené s přesunem peněz (například výkaz zisku a ztráty, výkaz cash-flow). Jsou základním východiskem hodnocení společnosti a jsou využívány při procentních rozborech, při analýze trendů a při konstrukci *poměrových ukazatelů*. Řadí se sem:

- *horizontální analýza* (analýza trendů) – sleduje změnu (absolutní i relativní) hodnoty daných ukazatelů v čase po řádcích, tedy horizontálně v jednotlivých výkazech,
- *vertikální analýza* (procentní rozbor) – zde se počítají procentní podíly jednotlivých komponent ve sloupcích.

Horizontální analýza si klade za cíl změřit pohyby jednotlivých veličin a změřit jejich intenzitu. Kromě procentního vyjádření lze změnu vyjádřit indexem. Indexy se dělí na bazické, tj. zvolí se báze s indexem 1 a všechny další se poměrují vzhledem k ní, anebo řetězové, tj. každý následující index se poměruje vzhledem k indexu z předcházejícího období<sup>6</sup>.

Vertikální analýza zkoumá podíl jednotlivých položek na výsledné veličině. Pro rozvahu je to podíl jednotlivých položek na celkových aktivech nebo pasivech, pro výkaz zisku a ztráty se jako základ bere obvykle velikost celkových výnosů nebo tržeb. Tato technika umožňuje zkoumat podíly jednotlivých činitelů na tvorbě zisku. Umožňuje také získávat informace o strategické politice firmy a jejích změnách. Máme-li k dispozici údaje za více let, lze identifikovat trendy ve změnách vlivu jednotlivých komponent<sup>7</sup>.

### 2.1.2.2 Analýza rozdílových ukazatelů

*Rozdílové ukazatele* se počítají jako rozdíly stavových ukazatelů a jsou využívány pro analýzu finančních fondů. Označují se také jako fondy finančních prostředků. Patří sem především *čistý pracovní kapitál*, *analýza cash-flow*, *analýza tržeb*, *analýza nákladů*.

---

<sup>6</sup>HOLEČKOVÁ J. Techniky a metody finanční analýzy. [online]. 2009 [cit. 2010-07-10]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/dane-ucetnictvi/techniky-a-metody-financi-analyzy/1000465/53421/>

<sup>7</sup> Tamtéž.

### 2.1.2.3 Analýza poměrových ukazatelů

*Poměrové ukazatele* vycházejí z absolutních ukazatelů a charakterizují vztah mezi dvěma položkami účetních výkazů. Umožňují získat rychlý a nenákladný obraz o základních finančních charakteristikách společnosti. Pomocí těchto ukazatelů lze provádět časové srovnání či porovnání s jinými podniky v odvětví a mohou zachytit významné souvislosti a jevy. Zpravidla se uvádí pět základních ukazatelů. Ukazatel:

- *Rentability,*
- *Aktivita,*
- *Zadluženosti,*
- *Likvidity,*
- *Produktivity.*

### 2.1.2.4 Vyšší metody finanční analýzy

*Vyšší metody finanční analýzy* jsou založeny na použití matematických a statistických metod. Využívají se tam, kde nestačí pouze základní analýza. Tyto metody lze dělit na:

- *„Matematicko-statistické metody*
  - *bodové odhady* – slouží k určení orientační „normální“ hodnoty ukazatele pro skupinu např. podniků,
  - *statistické testy odlehlých dat* – slouží k ověření, zda „krajní“ hodnoty ukazatelů patří do zkoumaného souboru,
  - *empirické distribuční funkce* – odhad pravděpodobnosti výskytu jednotlivých hodnot ukazatelů,
  - *korelační koeficienty* – slouží k posouzení stupně vzájemné závislosti ukazatelů, k posouzení „hloubky paměti“ v časové řadě ukazatelů a přípravě regresních a autoregresních modelů ukazatelů,
  - *regresní modelování* – slouží k charakteristice vzájemné závislosti mezi ukazateli,
  - *analýza rozptylu* – pomáhá k výběru ukazatelů majících rozhodující vliv na žádaný výsledek,

- *faktorová analýza* – pomáhá zjednodušit závislost struktury ukazatelů,
- *diskriminační analýza* – slouží ke stanovení významných příznaků finanční tísně podniku a k posouzení stupně nebezpečí finančního zhroutení podniku.
- *Nestatistické metody*
  - *fuzzy (matné) množiny* – nabízejí bohatší výběr stupně příslušnosti prvků k množině, kde se od „ne“ přechází k „ano“,
  - *expertní systémy* – vyžadují počítačové znalosti o určité skupině jevů,
  - *gnostická teorie neurčitých dat* – maximalizuje množství informací čerpané z dat a je založena na jednoduchých datech neurčitostí,
  - *metody založené na alternativní teorii množin,*
  - *metody fraktální geometrie,*
  - *neuronové sítě,*
  - *metody formální matematické logiky,*
  - *metody analýzy chaosu,*
  - *genetické algoritmy*<sup>8</sup>

Tyto metody však vykazují několik drobných nedostatků, které zavádějí do výsledku určitou míru nepřesnosti. Většina těchto metod je závislá na zkušenostech a znalostech člověka, který analýzu provádí. Mohou být také dosti zatíženy důsledky minulosti a nezohledňovat specifické odlišnosti, v ekonomickém prostředí například míry inflace nebo daňové politiky. Obtížně také zachycují i příčiny problému a ve sféře podniku nejsou dost dobře schopny pracovat s nehmotnými aktivy, jako je například know-how. Tyto nedostatky se snaží odstraňovat moderní metody finanční analýzy.

---

<sup>8</sup> MÍKOVÁ L. *Cesta k lepší budoucnosti znamená pochopit minulost Matematické modelování výkonnosti podniku*. Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2009. 109 s. Vedoucí diplomové práce RNDr. Zuzana Chvátalová, Ph.D.

### 2.1.3 Moderní metody finanční analýzy

V posledních deseti letech se vlivem změn ekonomického prostředí vytvořil nový trend, který pochází hlavně ze zemí s nejvyspělejším kapitálovým trhem. Dochází k posunu od vrcholového ukazatele pro měření výkonnosti ve směru maximalizace hodnoty pro akcionáře. Jsou využívána tzv. hodnotová kritéria pro měření výkonnosti podniku. Za jejich základní znaky jsou považovány tyto<sup>9</sup>:

- *Zavedení tzv. oportunitních nákladů* (tj. nákladů ušlé příležitosti) – vystupují v podobě ceny, respektive nákladů kapitálu.
- *Práce s provozním hospodářským výsledkem* (NOPAT = Net Operating Profit After Taxes).

Zavádění moderních přístupů k měření finanční výkonnosti je výsledkem snahy odstranit nedostatky klasických ukazatelů. Tyto nové metody se snaží přiblížit vstupní údaje z účetnictví jejich reálným hodnotám, což vede i k řadě neúčtních úprav.

#### 2.1.3.1 Balanced Scorecard

Příčinou vzniku modelu *Balanced scorecard* (BSC) byla potřeba podniku stát se dlouhodobě konkurenceschopným a také zjištění, že metody založené hlavně na účetních výkazech jsou nedostačující. Bylo třeba je doplnit o finanční a nefinanční ukazatele. *Balanced scorecard* zachovává tradiční finanční měřítka minulé výkonnosti a doplňuje je o měřítka výkonnosti budoucí, čímž respektuje výše zmíněný požadavek.

Tento model vychází z faktu, že je potřeba vyváženě (*balanced*) podchytit všechny nejdůležitější skutečnosti, které determinují hodnotu podniku, a znázornit tzv. skóre podniku (*scorecard*) z hlediska hodnocení jeho schopnosti výkonu. *Balanced scorecard* popisuje dosažení strategických cílů konkrétními rozhodnutími. Podmínkou úspěšnosti metody je jasné a srozumitelné vymezení cílů a hodnotících kritérií, která jsou měřitelná.

Jednotlivé dimenze výkonnosti podniku jsou podle tvůrců modelu (R. S. Kaplan, D. P. Norton) nazývány *perspektivami*, které vyjadřují komplexní pohled na hlavní výstupy podnikatelských aktivit z pozice:<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> KISLINGEROVÁ M. a kol. *Manažerské finance*. 1. vydání. Praha : C. H. Beck, 2004. 714 s. ISBN 80-7179-802-9.

<sup>10</sup> ŠULÁK M., VACÍK E. *Měření výkonnosti firem*. 1. vydání. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2004. 138s. ISBN 80-7043-258-6.

- vlastníků (akcionářů) = finanční hledisko,
- zákazníků = zákaznické hledisko,
- vnitřních podnikatelských procesů = interní hledisko,
- klíčových způsobilostí = hledisko znalostí a růstu zaměstnanců i společnosti.

Z hlediska významnosti jsou všechny čtyři perspektivy rovnocenné.

### 2.1.3.2 Market Value Added

Ukazatel *Market Value Added* (MVA) je definován jako přírůstek tržní hodnoty společnosti a ukazuje rozdíl tržní hodnoty a velikosti celkového investovaného kapitálu. Hodnota tohoto ukazatele může být jak pozitivní, tak i negativní. MVA vypovídá, jak investoři hodnotí chování podniku a jeho budoucí vývoj. Pokud očekávají vysokou výnosnost nebo nízké riziko, nakupují akcie a jejich kurz stoupá. Pokud jim ale držení akcií připadá málo výnosné nebo riskantní, zbavují se jich a jejich kurz klesá. Pokud tržní cena vlastního jmění převyšuje jeho účetní hodnotu, společnost bude pro akcionáře vytvářet hodnotu. Podmínkou vypovídací síly tohoto ukazatele je dobře fungující kapitálový trh. Hodnota MVA udává, jak byl podnik oceněn trhem. Ukazatel můžeme vyjádřit takto:<sup>11</sup>

$$MVA = \sum_{i=1}^n \frac{EVA_i}{(1 + WACC)^i},$$

Vzorec 1: Market Added Value

kde je:

*MVA*.....tržní přidaná hodnota,

*WACC*.....vážené náklady kapitálu,

*EVA*.....ekonomická přidaná hodnota,

*n*.....počet prognózovaných let.

MVA je rovna čisté současné hodnotě všech projektů, které byly realizovány nebo se plánují. Čistá současná hodnota projektu je pak rovna současné hodnotě budoucích EVA (Economic Added Value) , které jsou těmito projekty vytvořeny. Přes ekonomickou přidanou hodnotu lze ovlivňovat ukazatel MVA. Maximalizace ukazatele EVA je rozhodující i pro maximalizaci ukazatele MVA. Nevýhodou je, že MVA lze použít pouze pro společnosti kótované na veřejném akciovém trhu.

<sup>11</sup> ŠULÁK M., VACÍK E. Měření výkonnosti firem. 1. vydání. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2004. 138s. ISBN 80-7043-258-6.

### 2.1.3.3 Rentabilita investic založená na peněžních tocích

Ukazatel *rentabilita investic založená na peněžních tocích* (CFROI – *Cash Flow Return On Investments*) určuje hodnotu podniku podle velikosti očekávaných peněžních toků převedených na jejich současnou hodnotu pomocí diskontní sazby odrážející očekávané výnosy. Ukazatel CFROI pracuje výhradně s hodnotami očištěnými o inflaci, proto umožňuje porovnávat nejen výkonnost podniku v čase, ale i v různých zemích a pracujících na různých účetních standardech. Odstraňování vlivu různých metod účtování je dáno i jeho založením na peněžních tocích.

Podstatou ukazatele je výpočet vnitřního výnosového procenta. Není tedy monetárním, nýbrž poměrovým ukazatelem. CFROI lze také chápat jako odhad výnosnosti aktiv podniku, které lze zahrnout do portfolia jeho aktuálních projektů. Porovnává zdaněné budoucí cash flow upravené o inflaci s inflačně upravenou hodnotou investic do podniku vloženou. Pro správné vyhodnocení ukazatele je potřeba odhadnout ekonomickou životnost odepisovaných aktiv a hodnotu neodepisovaných aktiv.

Hodnota aktiv se vyjadřuje ve své pořizovací ceně (upravené o inflaci). Aktiva produkují v době své ekonomické životnosti hodnoty. Na konci ekonomické životnosti odepisovaných aktiv zůstává hodnota aktiv neodepisovaných, kterou je třeba vzít v úvahu. Vnitřní výnosové procento je tak ukazatelem určujícím míru zhodnocení aktiva během jeho ekonomické životnosti.

Základním vztahem pro výpočet CFROI (v podobě vnitřního výnosového procenta) je<sup>12</sup>:

$$\sum_{t=1}^n \frac{HPCF}{(1+IRR)^t} + \frac{HNA}{(1+IRR)^n} - SHI = 0$$

Vzorec 2: Cash Flow Return On Investment

kde je:

*HPCF* ..... hrubý provozní cash-flow,

*HNA* .....hodnota neodepisovaných aktiv,

*SHI* ..... současné hrubé investice,

*IRR* ..... vnitřní výnosové procento,

*n* ..... životnost aktiva.

<sup>12</sup> PAVELKOVÁ D., KNÁPKOVÁ A. Výkonnost podniku z pohledu finančního manažera. 1. vydání. Praha : Nakladatelství LINDE s. r. o., 2005. 302 s. ISBN 80-86131-63-7.

Za výhodu tohoto ukazatele lze považovat fakt, že jej lze použít pro srovnání společností bez ohledu na odvětví či velikost a že určuje budoucí hodnotu podniku použitím současné hodnoty aktiv a budoucích peněžních toků, a nikoli použitím minulých výnosů a ziskovosti. Za nevýhodu je považováno, že pomocí CFROI nelze určit, jak jednotlivé projekty v podniku ovlivňují výslednou tvorbu hodnoty pro majitele. Jak je vidět ze vzorce, nejedná se o ukazatel, který by byl vypočitatelný jednoduchým dosazením do vzorce. Pro jeho výpočet je tedy vhodné použít některé z iteračních metod nebo některých metod regresní analýzy či teorie neuronových sítí. I když zdrojem dat jsou účetní dokumenty, je třeba vstupy do této rovnice určit podle daných pravidel.

### **Doba ekonomické životnosti**

*Doba ekonomické životnosti* se vypočítá následovně:

$$\text{Doba ekonomické životnosti} = \frac{\text{Odepisovaná aktiva brutto}}{\text{Odpisy za rok}}$$

Mezi odepisovaná aktiva brutto se řadí dlouhodobý hmotný majetek a dlouhodobý nehmotný majetek, snížený o pozemky a nedokončené investice. U odpisů se předpokládá lineární způsob odepisování.

### **Investice**

Hodnotu *investice* tvoří aktiva. Hodnota neodepisovaných aktiv by měla být vyčíslena samostatně, protože se uvolňuje až ke konci účetního období. Pro výpočet hodnoty investice není možné vzít mechanicky údaje z rozvahy, je třeba je upravit o některé položky. Například je potřeba přičíst majetek, který byl pořízen na leasing (v zapůjčení), anebo hodnotu goodwillu (pověst) společnosti. Dále je potřeba pracovat s čistým pracovním kapitálem. To znamená, že je potřeba odečíst hodnotu krátkodobých neúročených závazků a vyčlenit neoperativní aktiva - taková, která mají portfoliový charakter nebo slouží jako rezerva<sup>13</sup>.

Odepisovaná aktiva musejí být upravena o inflaci. Dlouhodobý hmotný i nehmotný majetek se vyjadřuje v historických cenách odpovídajících kupní síle měny v období, kdy byly pořízeny. Je proto nutné jednotlivé hodnoty přepočítat na hodnotu, kterou by měly k datu výpočtu. Přepočet se obvykle převádí pomocí tzv. deflátoru

---

<sup>13</sup> PAVELKOVÁ D., KNÁPKOVÁ A. Výkonnost podniku z pohledu finančního manažera. 1. vydání. Praha : Nakladatelství LINDE s. r. o., 2005. 302 s. ISBN 80-86131-63-7.

hrubého domácího produktu nebo cenových indexů výrobců. Pokud nejsou data o struktuře stáří dlouhodobého majetku k dispozici, lze použít různých postupů pro přepočtení účetní hodnoty na současnou. Většinou se využívá údajů o životnosti aktiva, jejich reálné míře růstu, deflátoru hrubého domácího produktu (HDP) a poměru aktiv netto k aktivům brutto.<sup>14</sup>

U neodepisovaných aktiv lze rozlišit dlouhodobý finanční majetek, pozemky, zásoby a monetární aktiva. Hodnota zásob musí být vždy korigována tak, aby byla vyjádřena v běžných cenách. U dlouhodobého finančního majetku je nutno brát v úvahu pouze položky, které se podílí na provozní činnosti podniku. Položky, které mají charakter rezerv nebo neužitku, vylučujeme.

### **Brutto cash flow**

Pro výpočet peněžních toků produkovaných aktivy se používá nepřímá metoda výpočtu *cash flow* (CF). Vychází se ze zisku, který musí být upraven tak, aby se zohlednily změny rozvahy s dopadem na zisk a aby byl vyloučen mimořádný zisk nebo mimořádná ztráta. Zisk je nutno zdanit a přičíst k němu hodnoty odpisu (nepeněžní náklad) a nákladové úroky. Dále je třeba zohlednit zisky nebo ztráty vznikající změnou hodnoty monetárních aktiv.

Ukazatel CFROI je kalkulován na stejném principu jako vnitřní výnosové procento. Je počítán na roční bázi a porovnáván s náklady na kapitál upravenými o inflaci:

$$CFROI_{spread} = CFROI - WACC_{real}$$

Vzorec 3: Brutto Cash Flow

Pokud je jeho hodnota vyšší než nula, podnik vytváří hodnoty. Pokud je nižší než nula, podnik hodnoty ničí.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> MAŘÍK M., MAŘÍKOVÁ P. Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku. 1.vydání. Praha : EKOPRESS, 2001. 70 stran. ISBN 80-86119-36-X

<sup>15</sup> PAVELKOVÁ D., KNÁPKOVÁ A.: Výkonnost podniku z pohledu finančního manažera. 1. vydání. Praha : Nakladatelství LINDE s. r. o., 2005. 302 s. ISBN 80-86131-63-7.

## Výhody a nevýhody ukazatele CFROI

Mezi hlavní výhody tohoto ukazatele patří:

- Možnost porovnání výkonnosti podniků v čase, s různou skladbou aktiv a v různých zemích.
- Procentní vyjádření je příjemnější než monetární, zejména při srovnávání podniků různých velikostí.
- Je nejpřesnější z hlediska odstranění účetních nedostatků, zohledňuje inflaci.
- Možnost přesnějších odhadů budoucích hotovostních toků.
- Spolehlivost odhadu výše budoucích investic.

Naopak mezi nevýhody patří:

- Náročnost úprav vstupních hodnot.
- Potřeba znalosti interních podnikových údajů o době pořízení majetku.
- Nepřesnost, pokud je třeba míru inflace aproximovat.
- Omezení využití pouze na rozhodování o alokaci zdrojů.
- Problematický při výkyvech CF během životnosti dlouhodobého majetku.

Tento ukazatel je v současnosti používán hlavně v zahraničí. Jeho použití je limitováno právě náročností jeho výpočtu, avšak protože v sobě obsahuje všechny čtyři důležité generátory hodnoty (výnosnost existujících aktiv, růst, náklady na kapitál, volné cash flow), je jeho přínos pro efektivní řízení těchto oblastí značný.

### 2.1.3.4 Ekonomická přidaná hodnota

Rozvoj kapitálových trhů a prosazení koncepce svobodného podnikání vytvořily prostor pro řízení podniků, které je založené na maximalizaci akcionářské hodnoty (tzn. že se vedení podniku musí snažit o co největší přínos pro akcionáře). Bylo třeba ujasnit si, jak propojit zájem vlastníka s požadavky zákazníků a očekáváním zaměstnanců. Bylo tedy nutné najít ukazatel, který by umožňoval využít co nejvíce informací a údajů poskytovaných účetnictvím, který by dále umožňoval hodnocení výnosnosti, a zároveň ocenění podniků, a který by vykazoval co nejužší vazbu na hodnotu akcií. tímto ukazatelem se stala vedle jiných i koncepce *ekonomické přidané hodnoty* (EVA, Economic Value Added). Autory této koncepce jsou Američané G. B. Stewart a J. M.

Stern, kteří ji v roce 1991 podrobně rozpracovali a publikovali. EVA se v poslední době stále více prosazuje jak v ekonomické teorii, tak, a to hlavně, v ekonomické praxi. Využívá se nejen jako měřítko výnosnosti podniku, ale také jako nástroj ocenění podniku nebo pro řízení a motivování pracovníků.<sup>16</sup>

Pokud firma zvyšuje svůj účetní zisk, nemusí to automaticky znamenat, že se bude zvyšovat i její zisk ekonomický, a že tudíž tvoří hodnotu pro své vlastníky. Jestliže podnik vykazuje účetní zisk, pak ekonomický zisk vykazuje za předpokladu, že rentabilita vlastního kapitálu (ROE – Return On Equity) je přinejmenším rovna nákladům na vlastní kapitál. Ty jsou zde chápány jako náklady příležitosti, ne jako náklad finanční. Stejně tak i z hlediska akcionáře je podnik úspěšný tehdy, když platí výše popsany vztah<sup>17</sup>:

$$ROE \geq n(vk)$$

Vzorec 4: Rentabilita vlastního kapitálu - vyhodnocení

kde je:

*ROE*.....rentabilita vlastního kapitálu,

*n(vk)*.....náklady vlastního kapitálu.

Při hodnocení výkonnosti podniku je velmi důležité měření finanční výnosnosti, které se provádí na základě metod finanční analýzy. Klasické ukazatele jako jsou rentabilita vlastního kapitálu, rentabilita celkového kapitálu nebo zisk se ukázaly nedostatečné, zejména kvůli opomíjení časového hlediska a nezohlednění rizika. Jejich nedostatek je spatřován především v nedostatečné souvislosti mezi vývojem kurzů akcií a vývojem tradičních ukazatelů výnosnosti. A právě metoda ekonomické přidané hodnoty tento nedostatek odstraňuje, protože vykazuje silnou korelaci k vývoji hodnot akcií.

Cílem je, aby byl ukazatel EVA kladný nebo alespoň roven nule. Je-li:

- kladný, znamená to, že výnosy podniku pokryly odměnu investorů za podstoupené riziko a ještě zbylo pro vlastníky něco navíc, byla vytvořena nová hodnota. Čím větší je hodnota tohoto ukazatele, tím větší je pravděpodobnost, že podnik vytváří větší hodnotu pro vlastníky podniku.

---

<sup>16</sup> MAŘÍK M., MAŘÍKOVÁ P. Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku. 2.vydání. Praha : EKOPRESS, 2005. 164 s. ISBN 80-86119-61-0.

<sup>17</sup> Tamtéž.

- nulový, znamená to, že se čistý zisk rovná nákladům kapitálu a nezůstává tedy nic navíc (žádná nová hodnota) pro investory.

Podniky, které vytvářejí hodnotu, mají větší šanci, že ji budou tvořit i v budoucnu, protože vytvářená hodnota přitahuje nové investory a ti přinášejí kapitál. Tento kapitál umožňuje další rozvoj podniku (inovace, nové výzkumy, vývoj nových výrobků) a umožňuje tak i vstup podniku na nové trhy. Ničení hodnoty znamená, že podnik dosahuje nižšího než „normálního výnosu“<sup>18</sup>. Výnosy podniku nestačí ani na pokrytí přiměřené odměny za riziko investorů. Pokud se nic nezmění, bude platit, že čím déle bude takový podnik existovat, tím nižší bude jeho hodnota. Nebude zájem do takového podniku investovat a pro podnik bude stále obtížnější získat nové zdroje, podnik bude omezovat svou činnost a s velkou pravděpodobností v budoucnu zanikne. Problém spočívá ve stanovení normální výnosnosti.

### **Použití ukazatele EVA**

- Měřítka výkonnosti firem – EVA představuje zastřešení pro ohodnocení všech činností a rozhodnutí firmy, a to na základě jejich příspěvku k tvorbě hodnoty. Pokud je ukazatel větší než nula, znamená to, že podnik produkuje více, než činí celkové náklady vloženého kapitálu. Jednoduchou cestou ukazuje, kdy je podnik úspěšný.
- Finanční řízení společnosti – EVA slouží i pro posouzení společnosti z hlediska vlastníků. Pokud je ukazatel EVA kladný, roste bohatství vlastníků, protože podnik zhodnocuje kapitál více, než činí jeho náklady.
- Nástroj investičního rozhodování – čistá současná hodnota projektu je rovna současné hodnotě budoucích hodnot tohoto ukazatele.

Ukazatel EVA je dále považován jako nástroj:

- pro stanovení hodnoty společnosti,
- k využití k odměňování,
- pro propojení strategického a operativního řízení firmy.

---

<sup>18</sup> MAŘÍK M., MAŘÍKOVÁ P. Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku. 2.vydání. Praha : EKOPRESS, 2005. 164 s. ISBN 80-86119-61-0..

Ukazatel EVA je chápán jako čistý výnos z provozní činnosti podniku snížený o náklady kapitálu<sup>19</sup>:

$$EVA = NOPAT - WACC \cdot C,$$

Vzorec 5: Economic Added Value

kde je:

*NOPAT* (Net Operating Profit After Taxes).....čistý provozní zisk za dané období,

*WACC* (Weighted Average Cost of Capital)....vážený průměr nákladů na kapitál,

*C* (Capital).....investovaný kapitál ve firmě

Ukazatel *NOPAT* v sobě zahrnuje odpočet upravených daní. Upravené daně se vyznačují především:

- Vyloučením neprovozních nákladů a výnosů.
- Výpočtem daně za předpokladu, že by byl podnik financován jen vlastním kapitálem.
- Vyloučením latentních daní, pokud jsou účtovány na úrovni koncernu.

Níže zavedeme ukazatel *NOA* (net operating assets – čistá operativní aktiva), který vyjadřuje ekonomickou hodnotu investovanou ve firmě než účetní ukazatel *C*, protože je očištěn o položky, které ekonomickou hodnotu nevytvářejí.

Po finální úpravě tedy pak dostaneme:

$$EVA = NOPAT - WACC \cdot NOA$$

Zdrojem dat pro jednotlivé komponenty ukazatele *EVA* jsou běžná účetní data podniku, která však musí být očištěna o některé své složky.

### **Propočet operačních aktiv**

*Čistá operační aktiva* (*NOA*, net operating assets) vychází z rozvahy. K výpočtu *EVA* však můžeme použít jen operační aktiva, proto je třeba obecná aktiva upravit odečtením neoperačních aktiv a přičtením operačních položek, které se v rozvaze nevyskytují.

Obecně platí, že operační aktiva jsou ta, která přímo souvisejí se základní činností podniku a jsou pro ni klíčová. Neoperační aktiva jsou pak ta, která slouží jako rezervy, neúžitky nebo dočasné přebytky, které nelze momentálně nijak upotřebit. Konkrétní

---

<sup>19</sup> SEDLÁČEK J. Účetní data v rukou manažera – finanční analýza v řízení firmy. 1.vydání. Praha : Computer Press, 2001. 220 s. ISBN 80-7226-562-8.

položky závisejí na hodnoceném podniku a posouzení analytika. Záleží tady hlavně na významu, jaký daná položka pro podnik má. Mezi neoperační aktiva, která je třeba vyloučit, řadíme<sup>20</sup>:

- **Krátkodobé cenné papíry a podíly.** Ty se zpravidla používají jako úložiště prostředků pro financování úvěrů nebo případných investic. Slouží tedy jako rezerva a nelze je brát jako operační aktivum. Nicméně je možné, že podnik bude část takto uložených prostředků využívat i jako substitut peněz. Pak je lze do NOA započíst.
- **Peníze.** Peníze obecně do NOA patří, avšak jen ve výši nutné k hrazení provozních výdajů. Pokud podnik udržuje více peněz, než by z hlediska provozu musel, nadbytek je třeba odečíst.
- **Dlouhodobý finanční majetek.** U dlouhodobého finančního majetku je rozhodujícím kritériem účel pořízení aktiva. Pokud je aktivum pořízeno jako úložiště volného kapitálu nebo jako finanční rezerva, musíme jej z NOA vyloučit. Avšak pokud má charakter investic do společnosti, která je s analyzovanou společností propojena skrze provozní činnosti, je možné i dlouhodobé aktivum považovat za operační. Pokud tomu tak je, oceňuje se nejlépe ve své tržní hodnotě. Důležité je stejným způsobem přistupovat k investici i při výpočtu NOPAT. Pravidlem je, že dlouhodobý finanční majetek se do NOA nezapočítává, pokud není jasně prokázána jeho provázanost s činností podniku. Výjimku tvoří podniky, u kterých je investiční činnost jejich provozní činností. U takových zahrnujeme do NOA veškerý dlouhodobý finanční majetek kromě jednoznačných rezerv.
- **Vlastní akcie.** Vlastní akcie se vylučují z výpočtu vždy.
- **Nedokončené investice.** Nedokončené investice jsou majetkem, který se zatím nijak nepodílí na tvorbě hodnot v podniku. Do NOA je nezahrnujeme.
- **Ostatní neoperační aktiva.** K těmto aktivům patří především nevyužívané pozemky či budovy, stroje apod. Tato aktiva také ve sledovaném období neslouží k vytváření hodnot, a proto je třeba z NOA je vyloučit.
- **Operační aktiva nevykázaná v účetnictví.** Na rozdíl od předchozích položek, zde se jedná o aktiva, která se běžně v účetnictví nevykazují, avšak

---

<sup>20</sup> MAŘÍK M., MAŘÍKOVÁ P. Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku. 2.vydání. Praha: EKOPRESS, 2005. 164 s. ISBN 80-86119-61-0.

podílejí se na tvorbě hodnot nezanedbatelným způsobem. Je třeba je k NOA přičíst. Mezi tato aktiva řadíme:

- *Finanční leasing*. Finanční leasing je vhodné do NOA započítat v tržní hodnotě. Finanční leasing se ze své povahy nepovažuje za aktivum podniku, protože jej podnik nevlastní. Protože však může ovlivňovat výši hospodářského výsledku podniku, je vhodné jej započítat.
  - *Operativní leasing a nájem*. Tyto položky se také v účetnictví nevykazují. Avšak podle jednoho z bodů definice aktiva dle Mezinárodních účetních standardů platí, že „Pro zachycení aktiva v účetní závěrce není podstatné, zda máme k aktivu vlastnické právo, ale to, zda máme pod kontrolou užítky z tohoto aktiva“<sup>21</sup>. Z této definice vyplývá, že zařazení leasingů a pronájmu do NOA je možné a v mnoha případech má i své významné opodstatnění. Tyto položky mohou totiž výrazně ovlivnit hospodaření podniku. Výsledný ukazatel by byl bez nich zkreslený.
  - *Ekvivalenty vlastního kapitálu*. Ekvivalenty vlastního kapitálu jsou důsledkem ekonomického ocenění aktiv z pohledu vlastníka analyzovaného podniku. Je to tedy část vlastního kapitálu, která není obsažena v účetnictví. Její hodnota vznikla pro vlastníka působením podniku na trhu. Je to ryze subjektivní hodnocení, avšak má svůj ekonomický význam.
  - *Oceňovací rozdíly*. Protože převládá princip oceňování majetku pořizovacími cenami, vznikají dvě hlavní odchylky:
    - Nebereme v úvahu růst cen.
    - Pomíjíme vliv technického pokroku.První z nich lze částečně odstranit použitím indexu růstu cen. Tuto úpravu lze ale provést jen tehdy, když známe strukturu dlouhodobého majetku. Další alternativou může být použití ocenění pro účely pojištění, které se také někdy uvádí.
- **Goodwill**. Goodwill je ekonomickým pojmem, který lze přeložit jako „pověst“. Goodwill je součástí nehmotného finančního majetku firmy. Jeho

---

<sup>21</sup> MAŘÍK M., MAŘÍKOVÁ P. Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku. 2.vydání. Praha : EKOPRESS, 2005. 164 s. ISBN 80-86119-61-0.

ocenění bývá velmi složité. Ve většině případů je vyčíslován samotným vlastníkem. Z ekonomického hlediska představuje rozdíl mezi účetní a tržní hodnotou firmy. Tato položka má největší význam při případné fúzi nebo akvizici firmy<sup>22</sup>.

### **Určení operačního výsledku hospodaření - NOPAT**

Hlavní zásadou, kterou je třeba mít při určování NOPAT na paměti, je zásada symetrie. Znamená, že pokud jsou nějaké činnosti a jim odpovídající aktiva zahrnuté do NOA, musejí být jejich náklady a výnosy zařazeny do NOPAT.

Vyjdeme z hospodářského výsledku z běžné činnosti, který v sobě zahrnuje jak provozní, tak finanční výsledek hospodaření. Opět je třeba provést mírné úpravy vyloučením některých položek. Musíme vyloučit zejména<sup>23</sup>:

- **Placené úroky**, a to včetně implicitních úroků obsažených v leasingových platbách.
- **Mimořádné položky**, zejména náklady na restrukturalizaci, prodeje dlouhodobého majetku a rozpouštění nevyužitých rezerv. Tyto položky mají charakter jednorázového příjmu, a proto se nijak nepodílejí na schopnosti podniku tvořit hodnoty.
- **Finanční majetek**, je třeba také posoudit, do jaké míry má finanční majetek podniku operační charakter, tj. do jaké míry se podílí na provozní činnosti podniku. Do NOPAT je také nutno připočítat vliv změn vlastního kapitálu, které se projeví při výpočtu NOA. A to především:
  - **Vliv aktivace nákladů investiční povahy.**
  - **Odpisy** – třeba upravit podle toho, jak je nebo není vykazován goodwill.
  - **Oprávký** – zvýšit nebo snížit opravné položky na zásoby nebo pohledávky.
  - **Tiché rezervy** – vyloučit je třeba tvorbu nebo čerpání tichých rezerv.

Důležitou položkou je *úprava daní*. Je třeba zjistit upravenou daň, tj. daň, která by byla placena čistě z výsledků hospodaření. Většinou se získá tak, že NOPAT vynásobíme příslušnou sazbou daně.

---

<sup>22</sup> HUTLOVÁ H. Goodwill podniku. [online]. 2008 [cit. 2010-07-10]. Dostupné z: <http://dumfinanci.cz/ekonomika/goodwill-podniku>

<sup>23</sup> MAŘÍK M., MAŘÍKOVÁ P. Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku. 2.vydání. Praha : EKOPRESS, 2005. 164 s. ISBN 80-86119-61-0.

## Určení nákladů kapitálu

Poslední položkou, která je pro výpočet EVA potřebná, je určení sazby nákladů kapitálu.

Při výpočtu kapitálových nákladů je nutné rozlišovat, se kterým případem počítáme<sup>24</sup>:

- EVA (entity) = tento způsob je považován za základní. Do výpočtu NOPAT se zahrnuje výsledek hospodaření použitelný pro akcionáře i úroky z cizího kapitálu.
- EVA (equity) = NOPAT je snížený o placené úroky, diskontní míra je vyjádřena pouze na úrovni nákladů vlastního kapitálu.
- EVA – APV (Adjusted Present Value) = diskontní míra je stanovena na úrovni nákladů vlastního kapitálu, ale při nulovém zadlužení podniku.

Průměrný vážený náklad kapitálu se pak spočítá podle vzorce:

$$WACC = n_{VK} \frac{VK}{K} + n_{CK} \frac{CK}{K} (1 - d),$$

Vzorec 6: Weighted Average Cost of Capital

kde je:

$n_{VK}$  ..... náklad na vlastní kapitál

$n_{CK}$  ..... náklad na cizí kapitál

$V_K$  ..... vlastní kapitál

$C_K$  ..... cizí kapitál

$K$  ..... celkový kapitál

$d$  ..... daňová sazba z příjmu právnických osob.

Náklady na cizí kapitál jsou úroky<sup>25</sup>. Bývají většinou určeny smluvně. Úrokové náklady jsou kráceny o úspory z daní, které jejich uplatněním vznikají.

Náklady na vlastní kapitál jsou dány požadovanou výnosností investovaného kapitálu. Nejsou ničím pevně dány. Náklady na vlastní kapitál jsou odvozovány od dividend či podílů na zisku. Mají dvě základní podoby:

- náklady kapitálu jako finanční náklad,
- náklady kapitálu jako náklady příležitostí.

<sup>24</sup> MAŘÍK M., MAŘÍKOVÁ P. Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku. 2.vydání. Praha : EKOPRESS, 2005. 164 s. ISBN 80-86119-61-0.

<sup>25</sup> ŠULÁK M., VACÍK E. Měření výkonnosti firem. 1. vydání. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2004. 138s. ISBN 80-7043-258-6.

První pohled, jako na finanční náklad, je pohled z úhlu managementu společnosti. Odtud je vyplácení dividend apod. nákladem, kdy peníze jdou z podniku pryč.

Druhý pohled, jako na náklad příležitosti, je pohledem vlastníka kapitálu. Hledá se odpověď na otázku, jaký výnos by mohl kapitál přinést, kdyby byl investovaný jinde. Odtud je možné náklad rozdělit na:

- část odpovídající požadované odměně za odklad spotřeby,
- část odpovídající výši přijatého rizika. Ta se pak ještě dělí na:
  - riziko obchodní,
  - riziko finanční.

Obchodní riziko zahrnuje předpokládanou nestabilitu obratu, způsobenou různými výkyvy v poptávce atd. a tzv. provozní pákou, která je tím, že část nákladů je fixních, a proto se nemohou měnit plynule s obratem.

Určování rizik je věcí velmi subjektivní, sic existuje snaha o jakousi objektivizaci pomocí metod vycházejících z průzkumu trhu, avšak pohled vlastníka na to nebo ono riziko zde bude vždy převládající<sup>26</sup>.

---

<sup>26</sup> MAŘÍK M., MAŘÍKOVÁ P. Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku. 2.vydání. Praha : EKOPRESS, 2005. 164 s. ISBN 80-86119-61-0.

## 2.2 Neuronové sítě

V ekonomii lze najít dva typy úloh. První z nich využívá standardních, předem definovaných postupů k nazelení požadovaného výsledku. Ačkoliv některé z nich mohou být výpočetně složité, pořád mají jednu společnou charakteristickou vlastnost. Jsou exaktně algoritmizovatelné. Znamená to, že postup výpočtu je definován krok po kroku. Jednoznačně určujícím rozpoznávacím faktorem pro tento typ úloh je opakovatelnost. Opakovatelnost v tomto případě znamená, že pokud provedeme výpočet vícekrát, pak pro identické vstupní parametry dostaneme vždy stejné výstupní hodnoty. Proto se v ekonomickém prostředí tyto úlohy vyskytují zejména v oblastech zpracování prvotních dat, například zejména v účetnictví, fakturaci, zpracování mezd, personální evidenci nebo části analytických metod.

Avšak v ekonomické praxi existují i úlohy, u nichž neexistuje přesný algoritmus pro jejich řešení. Jsou to úlohy, jejichž cílem je odhadovat budoucí vývoj ekonomických podmínek v krátkodobém i dlouhodobém horizontu, předvídat, které faktory budou mít jaký vliv na průběh ekonomických jevů, využívat a hodnotit schopnosti a iniciativu zaměstnanců i managementu a co nejpřesněji analyzovat výkonnost a ekonomickou situaci podniku. Tyto úlohy můžeme označit jako neopakovatelné, při identických vstupních podmínkách můžeme docílit různých výsledků. Tyto rozdíly ve výsledcích jsou ovlivněny tím, kdo úlohu zpracovává, v jakých podmínkách a na jeho osobních váhových preferencích pro jednotlivé vstupní proměnné<sup>27</sup>.

Doposud se tyto úlohy řešily na základě schopnosti, zkušenosti a intuice konkrétních vedoucích pracovníků. Avšak s rapidním růstem možností výpočetní techniky v posledních letech se i pro takové úlohy otevírá řada nových možností, jejichž realizace je vcelku jednoduchá, a přesto dosahují velmi dobrých výsledků.

Tímto nástrojem jsou právě *neuronové sítě*, jež zažívají v současnosti obrovský vzestup v mnoha oblastech společenského života. A protože jejich základní výhodou je schopnost pracovat s předem nealgoritmizovatelnými úlohami, jsou pro potřeby ekonomie jako stvořené. Následující kapitoly budou proto věnovány právě neuronovým sítím, jejich vzniku, architektuře a hlavně principu použití a vhodnosti pro různé úlohy.

---

<sup>27</sup> TEDA J. Inteligentní ekonomické systémy. [online]. 2005 [cit. 2010-06-12]. Dostupné z: <http://programujte.com/?akce=clanek&cl=2005090201-inteligentni-ekonomicke-systemy-ii->

## 2.2.1 Biologické neuronové sítě

Jak lze již odvodit z názvu, neuronové sítě mají svůj původ v biologii. Právě tato vlastnost je svým způsobem předurčuje k principiálně podobnému způsobu zpracování informací, obdobně jako jejich biologické vzory. Samozřejmě nelze je prozatím ani vzdáleně považovat za plnohodnotnou náhražku lidského mozku. Nicméně je v nich skryta šance úspěšně simulovat vybrané funkce lidského myšlení a ty následně implementovat při řešení problémů. V tom lze shledat největší přínos neuronových sítí, co se řešení nealgoritmizovatelných úloh týče. Právě v důsledku této vlastnosti je pro ně možné částečně si přisvojit způsob hledání řešení problematiky u lidského vzoru. A ten pak samostatně aplikovat.

Základním stavebním prvkem biologické neuronové sítě je *buňka (neuron)*. Z *těla buňky (soma)* vybíhá *nervové vlákno (axon)*, zakončené *rozvětvením (synapse)* které se pak pojí s dalšími buňkami. Tvoří tak propletenou síť. Potenciál neuronu lze pak vyjádřit jako součet všech signálů vstupujících do jeho těla prostřednictvím axonů okolních neuronů. Neuron zpracuje svůj potenciál a přenesení jej po svém axonu na signál vystupující, který je pak zpracováván synapticky připojenými neurony. Je-li potenciál neuronu větší než jeho práh, je neuron excitován, v opačném případě je inhibován<sup>28</sup>.

Důležitým pojmem je zde *synaptická váha*. Každá synaptická vazba má určitou propustnost, která určuje množství signálu schopné protéct mezi dvěma propojenými neurony. Vstupní signál každého následujícího neuronu je tedy dán součinem výstupního signálu v axonu předcházejícího neuronu a propustnosti existující synaptické vazby. A právě tento koeficient se nazývá synaptická váha. Její důležitost spočívá v tom, že tato váha je proměnná. Přizpůsobuje se totiž velikosti protékajícího signálu. Tento proces je nazýván *adaptivní dynamikou*. Tuto adaptivní dynamiku můžeme chápat jako proces *učení se sítě*. Tato adaptivní dynamika probíhá v čase pomaleji, než jsou doby trvání jednotlivých signálů, což umožňuje sítím reagovat pouze na významné trvalejší podněty, nikoliv na náhodné špičky<sup>29</sup>.

---

<sup>28</sup> MALÝ M. Vícevrstvé dopředné neuronové sítě : úvod do teorie a aplikací. 1 vydání. Ústí nad Labem : Univerzita J.E. Purkyně, Přírodovědecká fakulta, 2007. 72 s. ISBN 978-80-7044-915-8.

<sup>29</sup> VONDRÁK I. Umělá inteligence a neuronové sítě. Ostrava : VŠB-TU, 2009. 139 s. ISBN 978-80-248-1981-5

Tento princip, na kterém fungují mozky všech vyšších živočichů, je pak základem k vytvoření umělé neuronové sítě, kterou lze úspěšně realizovat i pro jiné společenské oblasti s použitím výpočetní techniky.

### 2.2.2 Umělé neuronové sítě

Umělé neuronové sítě představují abstraktní analogii k biologickým sítím. Pojem abstraktní je uveden proto, že na rozdíl od biologických sítí, kde jednotlivé neurony, synapse atd. existují fyzicky, u umělých neuronových sítí lze použít matematických abstrakcí a k jejich realizaci pak je stačí zpracovat. Kromě své architektury a názvů tyto sítě přebraly od svých biologických vzorů několik dalších vlastností.

Umělé neuronové sítě využívají distribuované paralelní zpracování informace. Znamená to, že v jeden okamžik zpracovává informaci současně celá vrstva neuronů. Předávání a zpracování informace tedy na rozdíl od klasických sekvenčních strojů probíhá prostřednictvím celé sítě, nikoliv pouze pomocí určitých paměťových míst. Tato vlastnost umožňuje sítím dosahovat vysokých rychlostí pro zpracovávání velkých objemů dat. Nevýhodou je, že jí lze využít pouze při použití vhodné hardwarové realizace sítě. Simulace sítě na běžných sekvenčních strojích bývá naopak pomalá<sup>30</sup>.

Další vlastností je, že znalosti jsou ukládány prostřednictvím síly vazeb mezi jednotlivými neurony. Vazby, které vedou ke správnému výsledku, jsou postupně posilovány. A naopak vazby, které vedou ke špatnému výsledku, jsou oslabovány.

Z tohoto plyne jedna z nejdůležitějších vlastností umělých neuronových sítí. *Schopnost se učit*. Učení je základní a podstatná vlastnost neuronových sítí. Schopnost učení je právě tím faktorem, který odlišuje neuronové sítě od ostatních výpočetních prostředků. Klasické zpracování informací vyžaduje podrobnou analýzu toho, jak má být vstupní informace zpracována a přesnou algoritmizaci postupu tohoto zpracování. U neuronové sítě dochází získání znalostí potřebných k transformaci vstupní množiny na výstupní množinu právě procesem učení, které je založeno na expozici již dříve získané množiny. Tuto množinu nazýváme *trénovací množinou*. Její znalost je nutná k uvedení sítě do chodu. Z toho pak plyne omezení, že úlohy, kde nelze získat výsledek i jinou cestou, jsou pro klasickou neuronovou síť nerealizovatelné<sup>31</sup>.

---

<sup>30</sup> HAKL F. Úvod do teorie neuronových sítí. Praha : ČVUT, 1998. 210 s. ISBN 80-01-01716-8.

<sup>31</sup> JAN J. Číslicová filtrace, analýza a restaurace signálů. 2. vydání. Brno : Nakladatelství VUTIUM, 2002. 428 s. ISBN 80-214-1558-4.

Z matematického pohledu, realizuje neuronová síť zobrazení ze vstupního vektorového prostoru do výstupního vektorového prostoru. Dimenze těchto prostorů mohou být různé, stejně jako dimenze vektorových prostorů uvnitř sítě nesoucích mezivýsledky výpočtu. Důležitost jednotlivých částí vstupního prostoru pro konečnou podobu výstupního vektoru může být pak daná buď přirozeně, tj. síť se při procesu učení rozhodne, které vstupy jsou důležitější, nebo může být podpořená při návrhu sítě (např. zhuštěním vazeb v místě, kde očekáváme vstup významnějších hodnot).

*Poznamenejme:* Dále tedy budeme používat pojmy neuron a neuronová síť pouze ve významu technického prostředku realizujícího toto zobrazení nebo jeho část, nikoliv jako biologické entity.

### 2.2.2.1 Charakteristika neuronu

Jeden neuron lze definovat jako procesní prvek, jehož funkce je charakterizovaná rovnicí<sup>32</sup>:

$$y = f\left(\sum_{i=1}^N w_i x_i - \vartheta\right)$$

Vzorec 7: Charakteristika neuronu

kde je:

$y$  .....výstup neuronu,

$x_i$  .....prvek vstupního vektoru  $\mathbf{x}$ ,

$w_i$ ....korespondující prvek aktuálního vektoru vah  $\mathbf{w}$ ,

$\vartheta$  ... práh neuronu,

$f$  ....neměnná funkce nazývaná se *charakteristika neuronu*.

Charakteristika neuronu může mít libovolný průběh, nejčastěji se však volí jedna ze čtyř variant.

Nejpoužívanějšími jsou binární (tvrdá nelinearita):

$$f(\alpha) = \begin{cases} 1 & \text{pro } x > 0 \\ -1 & \text{pro } x \leq 0 \end{cases}.$$

Vzorec 8: Binární charakteristika

---

<sup>32</sup> KŘIVAN, M. Úvod do umělých neuronových sítí. 1. vydání. Praha : VŠE nakladatelství Oeconomica, 2008. 44s. ISBN 978-80-245-1321-8.

Nebo sigmoidální funkce:

$$f(\alpha) = \frac{1}{1 + e^{-\frac{\alpha}{T}}}$$

Vzorec 9: Sigmoidální funkce

Sigmoidální funkce je funkcí reálné proměnné, monotónně rostoucí v celém definičním oboru, je spojitá a má spojitě derivace. Parametr  $T$  ovlivňuje strmost přechodu funkce v okolí nuly.

Poslední dvě nejčastěji používané charakteristiky neuronu jsou lineární a omezeně lineární.

Práh neuronu  $\vartheta$  má význam lineárního posunutí charakteristiky neuronu vzhledem k aktivním vstupům. Pro zjednodušení jej lze přepsat do tvaru  $w_0 = -\vartheta$ , takže pokud na začátek vstupního vektoru přidáme fiktivní vstup  $x_0 = 1$ , můžeme rovnici neuronu přepsat do tvaru:

$$y = f\left(\sum_{i=0}^N w_i x_i\right)$$

Vzorec 10: Rovnice neuronu

Nejjednodušším typem neuronu je neuron s binárním výstupem. Ačkoliv v praxi se samostatně téměř nevyužívá, lze ho aplikovat jako vhodnou a snadno pochopitelnou demonstraci funkčnosti obecného neuronu.

Pro neuron s binárním výstupem existují pouze dvě možné výstupní hodnoty  $\langle 0, 1 \rangle$ . Jedná se tedy o klasifikaci vstupního vektorového prostoru do dvou tříd. Celý vstupní prostor je tak rozdělen na dva poloprostory, z nichž jeden obsahuje všechny možné vstupní vektory které povedou k výsledné hodnotě 0, druhý všechny ostatní vedoucí k výsledné hodnotě 1. Dělicí nadrovina je dána rovnicí:

$$\sum_{i=0}^N w_i x_i = 0$$

Vzorec 11: Dělicí nadrovina pro neuron s binárním výstupem

Z této rovnice plyne, že poloha této dělicí roviny je dána jednoznačně vektorem vah  $w$ . Změnami tohoto vektoru při procesu učení pak máme možnost tuto rovinu vhodně posunovat tak, aby klasifikace dosahovala požadovaných výsledků. Z rovnice

také vyplývá omezení, dle kterého je takto možné klasifikovat pouze lineárně separovatelné úlohy. Pro ostatní úlohy je potřeba použít neuronů více<sup>33</sup>.

### 2.2.2.2 Učení neuronu

Učení neuronu znamená systematickou úpravu vektoru vah  $w$  pomocí vzorků učební množiny do doby, než je výsledná klasifikace uspokojivá. *Učební množinou* rozumíme množinu korespondujících množin vstupních vektorů a výstupních hodnot  $(x, y_d)$ , kde  $y_d$  je požadovaná odezva na vektor  $x$ . Podle rozdílu této požadované odezvy  $y_d$  a skutečné odezvy  $y$  se pak vhodným způsobem upravují váhy neuronu tak, aby se tento rozdíl snižoval<sup>34</sup>.

Nejznámější metodou pro neuron s binárním výstupem je *Hebbovo pravidlo*, které je výbornou ilustrací filozofie učení. Je-li  $y = 0$ , pak váhy se nemění. Je-li  $y = 1$ , a je to výsledek správný, posílíme váhy buzených vstupů. Pokud je  $y = 1$ , ale je to výsledek špatný, oslabíme váhy buzených vstupů. Posilování nebo oslabení vah se provede dle vzorce:

$${}_{n+1}w_i = {}_n w_i \pm \Delta, \quad \forall i : x_i = 1$$

Vzorec 12: Hebbovo pravidlo

Obecnějším pravidlem pro tento přístup, které je velmi rozšířené v důsledku toho, že jej lze aplikovat i na obecný neuron s reálným výstupem, je delta pravidlo ( $\Delta$ -pravidlo). Pro každou složku vektoru vah je dáno rovnicí:

$${}_{n+1}w_i = {}_n w_i \pm \mu(y_d - y)x_i$$

Vzorec 13: Delta pravidlo

kde je:

$y_d$  ..... požadovaná hodnota výstupu,

$y$  ..... skutečná hodnota výstupu pro vstupní vektor  $x$  a váhy  ${}_n w$ .

Konstanta  $\mu$  pak určuje rychlost konvergence, neboli vliv rozdílu požadované a skutečné výstupní hodnoty na změnu váhy v jedné učební iteraci<sup>35</sup>.

---

<sup>33</sup> JAN J. Číslicová filtrace, analýza a restaurace signálů. 2. vydání. Brno : Nakladatelství VUTIUM, 2002. 428 s. ISBN 80-214-1558-4.

<sup>34</sup> VONDRÁK I. Umělá inteligence a neuronové sítě. Ostrava : VŠB-TU, 2009. 139 s. ISBN 978-80-248-1981-5.

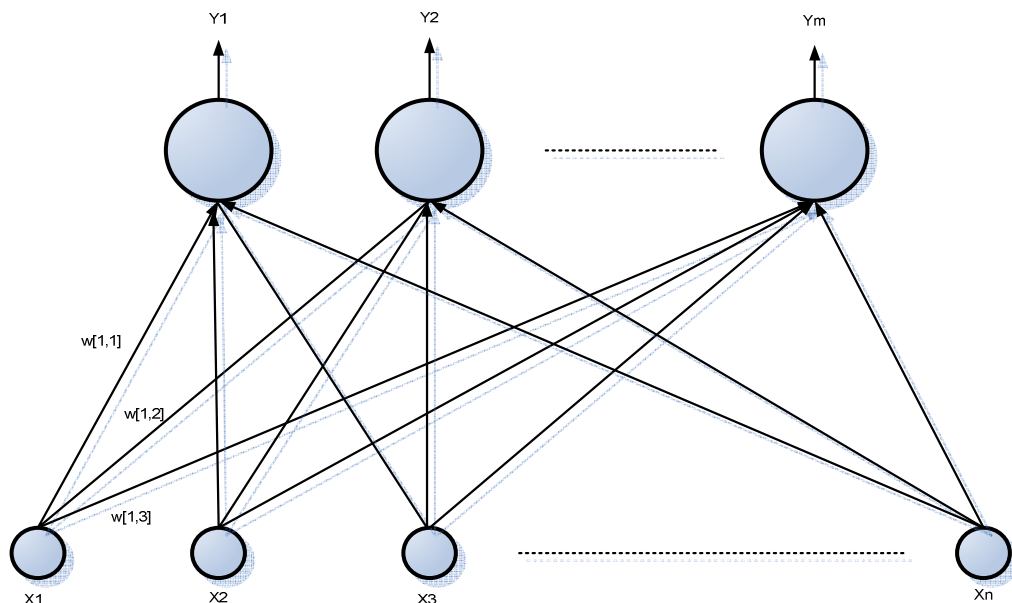
<sup>35</sup> JAN J. Číslicová filtrace, analýza a restaurace signálů. 2. vydání. Brno : Nakladatelství VUTIUM, 2002. 428 s. ISBN 80-214-1558-4.

### 2.2.2.3 Dopředné neuronové sítě

Dopředné neuronové sítě představují jednu z nejrozšířenějších architektur, se kterou se ve světě neuronových sítí můžeme setkat. Jsou historicky prvním návrhem takové sítě. A i přesto, že existuje spousta úloh, které jsou pro ně obtížně řešitelné nebo zcela neřešitelné, stále zachovávají svůj význam.

#### Architektura

Nejjednodušší reprezentací dopředné sítě je jednovrstvý perceptron. Jedná se o  $M$  paralelně pracujících neuronů, z nichž každý nezávisle realizuje transformaci vstupního vektoru  $x$  dle  $y_j = f(\sum_j w_j^T x)$ , kde  $w$  je jeho vektor vah. Většinou bývají charakteristiky všech neuronů v jedné síti shodné. Taková síť realizuje jednoduché zobrazení z  $N$ -rozměrného prostoru, kde  $N$  je počet složek vektoru  $x$ , do  $M$ -rozměrného prostoru, který je dán počtem neuronů, v případě že jde o neurony se spojitými charakteristikami. Pokud jde o neurony s binární charakteristikou, realizuje síť zobrazení mezi stejně dimenzionálními binárními prostory. U sítě s neurony se spojitou charakteristikou se pak využívá kaskáda perceptronu a navazující sítě, která označí výstup  $y_k$ , jenž nabyt maximální hodnoty. Toto může být například při soutěživém učení interpretováno jako stav, kdy vektor  $w_k$  je ideální aproximací přiloženého vektoru  $x$ .<sup>36</sup>

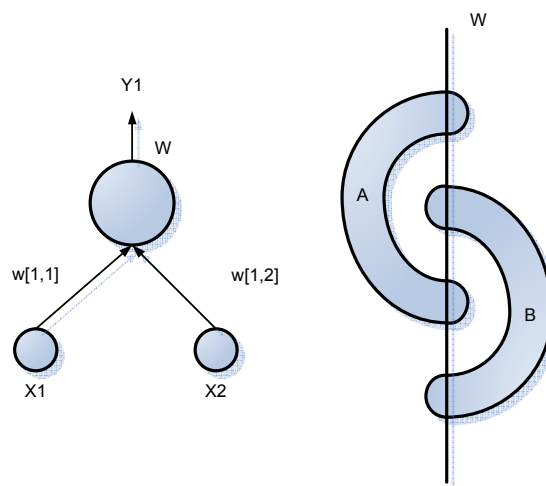


Obr. 1 : Jednovrstvý perceptron  
(Zdroj: JAN, 2002)

<sup>36</sup> MALÝ M. Vícevrstvé dopředné neuronové sítě : úvod do teorie a aplikací. 1 vydání. Ústí nad Labem : Univerzita J.E. Purkyně, Přírodovědecká fakulta, 2007. 72 s. ISBN 978-80-7044-915-8.

## Možnosti dopředné sítě - příklad

Demonstraci omezení jednovrstvého perceptronu a naopak rozšíření jeho možnosti můžeme ukázat na krátkém příkladě sítě s vstupním prostorem  $N = 2$  a jedním binárním výstupem.<sup>37</sup> Úlohou sítě bude zaklasifikovat vstupní bod, daný souřadnicemi  $x_1$  a  $x_2$  do jedné ze dvou množin, které jsou v prostoru definovány. Dělicí nadrovina neuronu se degeneruje na přímku protínající tento prostor. Pokud jsou hranice obou množin zakřivené, není možné pomocí takové sítě zaklasifikovat správně všechny body daného prostoru. Jak je vidět na obr. 2, část bodu bude zaklasifikována chybně, protože dělicí přímka nebude schopná se s těmito zakřiveními vypořádat.

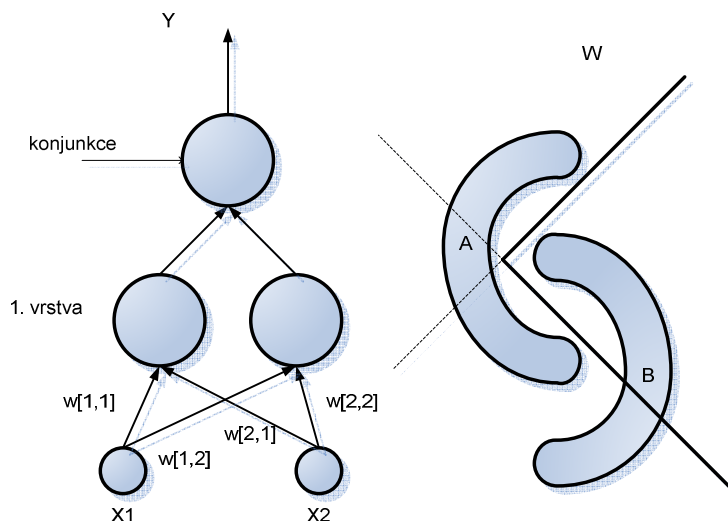


Obr. 2: Klasifikace příslušnosti bodu v rovině jednovrstvou sítí  
(Zdroj: JAN,2002)

Zmnožení neuronů ve vrstvě tady nijak nepomůže, neb každý z nich bude opět vytvářet dělicí přímku, a protože jsou tyto neurony na sobě nezávislé, neumožní tuto přímku kombinovat.

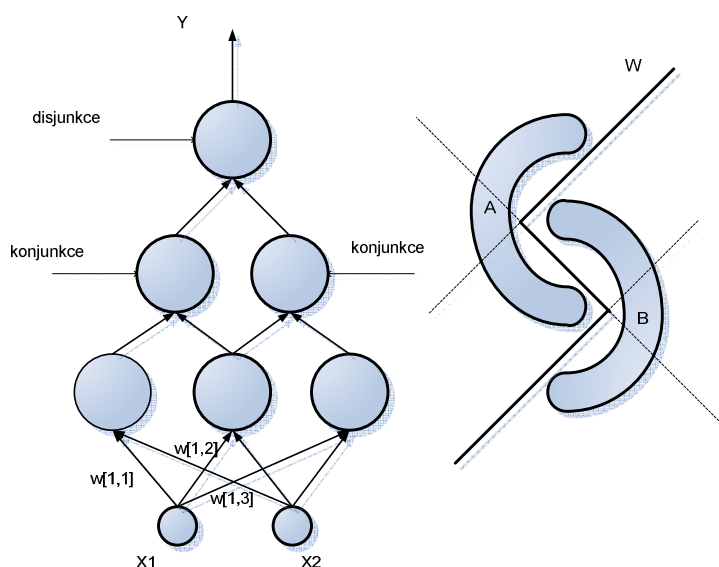
Kombinace přímek, která umožní potlačit či úplně omezit chybnou klasifikaci vstupních bodů vzniká zařazením druhé vrstvy, která realizuje operaci konjunkce. Součiny vytvářejí oblasti, které jsou průnikem polorovin odpovídajících klasifikačním možnostem neuronů předchozí vrstvy. Toto řešení umožní přímky dělicí roviny zkombinovat tak, aby se klasifikace bodů na vstupu zpřesnila, viz obr. 3.

<sup>37</sup> JAN, J. Číslíková filtrace, analýza a restaurace signálů. 2. vydání. Brno : Nakladatelství VUTIUM, 2002. 428 s. ISBN 80-214-1558-4



Obr. 3: Klasifikace příslušnosti bodu v rovině dvouvrstvou sítí  
(Zdroj: JAN,2002)

Dá se říct, že kombinací více přímek lze aproximovat libovolnou konvexní oblast. Pro aproximaci i konkávních oblastí, použijeme třetí vrstvu, tentokrát realizující sjednocení. Sjednocením několika konvexních oblastí lze dělicí už ne přímku, leč křivku zahnout i opačným směrem, viz obr 4. Tím jsme v tomto příkladu dosáhli úspěchu. Všechny body roviny je možné správně zaklasifikovat. Pro zvýšení počtu zakřivení dělicí křivky je pak dostačující pouze zvýšit počet neuronů v jednotlivých vrstvách. Vhodným rozšiřováním vrstev a propojením neuronů mezi nimi pak lze dosáhnout klasifikace při libovolném tvaru klasifikačních množin.

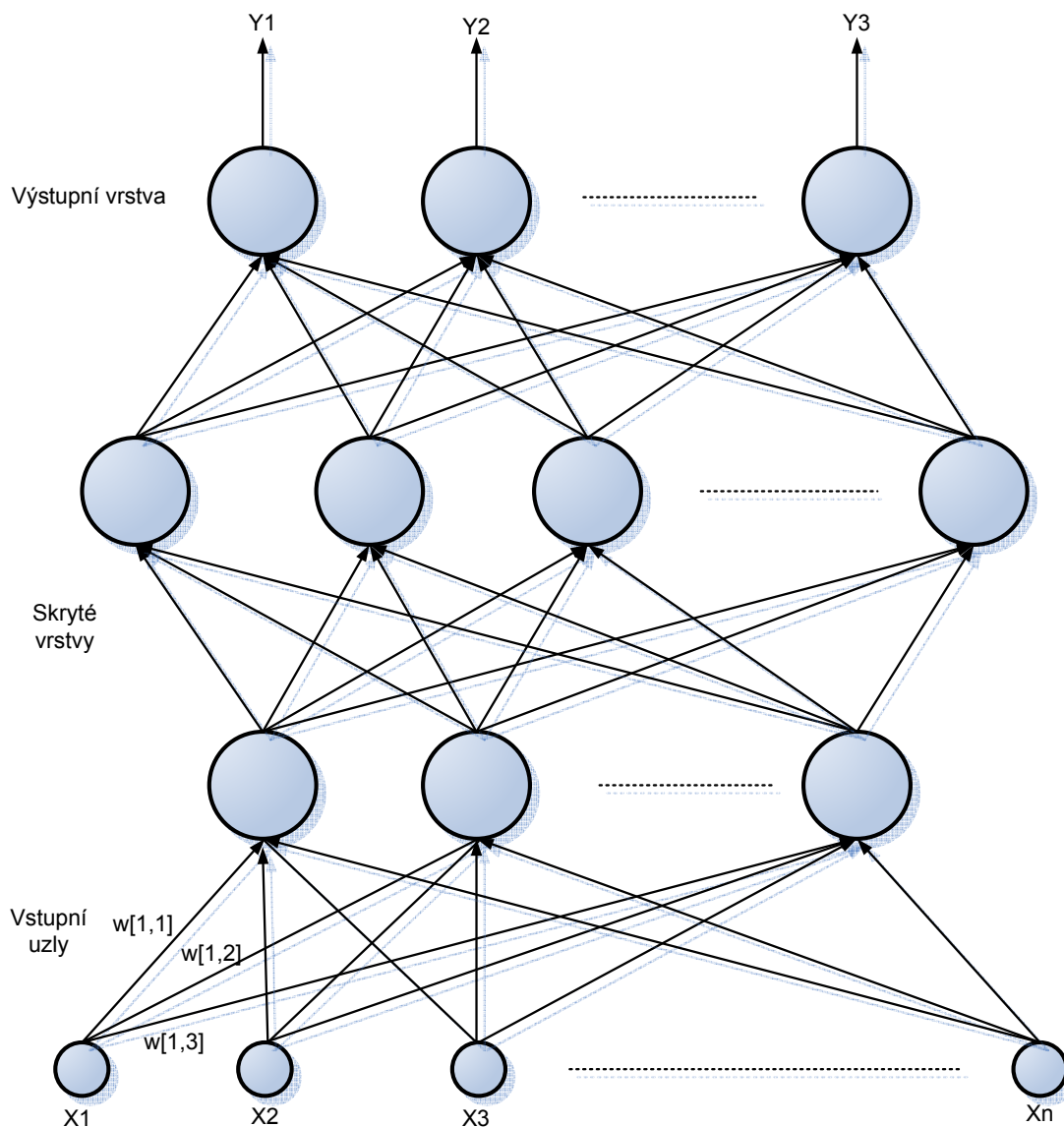


Obr. 4: Klasifikace příslušnosti bodu v rovině třívrstvou sítí  
(Zdroj: JAN,2002)

Předchozí příklad ukázal, jaké jsou možnosti tohoto typu sítí a jaký je rozdíl mezi počtem neuronů v jedné vrstvě a mezi počtem vrstev<sup>38</sup>.

### Vícevrstvý perceptron

V uvedeném příkladu byl použit zvláštní případ vícevrstvého perceptronu. Obecnou podobu pak ukazuje obr 5.



Obr. 5: Obecná neuronová síť  
(Zdroj: JAN,2002)

<sup>38</sup> JAN J. Číslíková filtrace, analýza a restaurace signálů. 2. vydání. Brno : Nakladatelství VUTIMUM, 2002. 428 s. ISBN 80-214-1558-4.

Zde rozlišujeme nejvyšší vrstvu  $M$ , několik skrytých vrstev a nejnižší vrstvu  $N$  (vrstva vstupních uzlů). Obecně lze říct, že síť je propojena úplně, tj. výstup každého neuronu je propojen na vstupy všech neuronů následující vrstvy. Případné neexistující propojení jsou vyjádřena nulovými váhami. Signály sítí postupují pouze jedním směrem, odtud se vzal jejich název - dopředné. Označení *síť se zpětným šířením*, které se pro tuto architekturu také používá, je odvozeno od metody učení. Nesmí být zaměňováno například se sítěmi se zpětnou vazbou, kde skutečně dochází k signálovému toku i zpětným směrem. Síť je určena typy používaných charakteristik neuronu, a hlavně souborem vah. Tyto parametry pak jednoznačně určují zobrazení vstupů na výstup.

Soubor vah se mění v průběhu učení. Některé typy sítí mění soubor vah i v průběhu zpracování dat. Dopředné sítě používají většinou sigmoidální charakteristiky, a to pro všechny neurony v síti. Pro některé speciální případy učení, popřípadě při použití pevně stanovených vah, se používají i charakteristiky jiné (například v našem příkladě pro realizaci logických operací)<sup>39</sup>.

#### 2.2.2.4 Učení sítě

Dopředné sítě mají široké využití dané nejen obecností a zdánlivou jednoduchostí své architektury, ale také proto, že pro ně existuje formalizovaný optimální postup učení. Obdobně jako jeden neuron, i celou síť učíme na základě učební množiny. Učební množinu tvoří významný počet dvojic vstupních vektorů  $\mathbf{x}_p$  a korespondujících očekávaných výstupních vektorů  $\mathbf{d}_p$ . Jednotlivý krok učení spočívá v přivedení vektoru  $\mathbf{x}_p$  na vstupy sítě a ve zjištění, jak se skutečný výstup  $\mathbf{y}$  liší od očekávaného  $\mathbf{d}_p$ . Na základě zjištěných odchylek se pak mohou upravovat váhy buď po jednotlivých krocích nebo za celou učební epochu. *Epochou učení* nazýváme provedení učebního kroku postupně pro každou dvojici z učební množiny. Obvykle je potřeba mnoha učebních epoch, aby síť realizovala požadované zobrazení z dostatečnou přesností<sup>40</sup>.

Postup učení vychází z předpokladu, že optimálním způsobem učení jednoho neuronu je  $\Delta$  – pravidlo. Bylo by tedy účelné ho využívat v celé síti. Potíž je v tom, že pro výstupy neuronů vnitřních vrstev (tj. první vrstvy a skrytých vrstev), které se nazývají *lokální aktivace*, neznáme očekávané hodnoty. Použijeme tedy předpoklad,

---

<sup>39</sup> JAN J. Číslicová filtrace, analýza a restaurace signálů. 2. vydání. Brno : Nakladatelství VUTUM, 2002. 428 s. ISBN 80-214-1558-4.

<sup>40</sup> HAKL F. Úvod do teorie neuronových sítí. Praha: ČVUT, 1998. 210 s. ISBN 80-01-01716-8.

že chyba kteréhokoliv neuronu ve vrstvě se rozdělí mezi všechny neurony předchozí vrstvy v poměru vah příslušných propojení. Pak postupně dokážeme transformovat chyby z jedné vrstvy na druhou, až k první vrstvě. Chyba se tedy sítí šíří proti směru zpracování dat, proto název této metody „učení se zpětným šířením chyb“<sup>41</sup>.

V každém kroku učení tedy úprava vah probíhá podle následujícího algoritmu:

- Nástup vstupního vektoru z trénovací dvojice a zjištění skutečné odezvy sítě.
- Výpočet chybového vektoru porovnáním skutečností a očekávání.
- Výpočet rozpočtených chyb jednotlivých neuronů zpětným šířením chyb.
- Oprava vektoru vah každého neuronu podle delta pravidla v využitím známé aktivace tohoto neuronu při zpracování vstupního trénovacího vektoru.

Učením na učební množině se váhy neuronů postupně mění tak, že síť realizuje požadované zobrazení ze stále vyšší přesností. Toto platí obecně. Je možné, že vzhledem k skrytým procesům odehrávajícím se uvnitř sítě, lokálně může dojít ke zhoršení přesnosti. Pro označení přesnosti, s jakou se reálné zobrazení blíží požadovanému, se ujal pojem *výkonnost sítě*. Z počátku učení výkonnost rychle stoupá a po jistém počtu učebních kroků se její růst zpomalí. Pokud se zcela zastaví, bylo dosaženo tzv. *plato výkonnosti*<sup>42</sup>. Pokud učení pokračuje s touto množinou dále, začne po jisté době výkonnost opět stoupat, až se dostane ke svému optimu.

Učební množina je ze své podstaty konečná. Ukazuje síti jednotlivé vzorky opakovaně. Obvykle bývá potřeba mnoho epoch učení, než síť bude pracovat dostatečně spolehlivě. Je vhodné, aby se pořadí vzorků v jedné epoše střídalo.

### **Testování sítě**

Protože síť musí být schopna správně transformovat nejen vzorky z učební množiny, ale i jakýkoliv obecný vektor ze vstupního prostoru, provádí se testování sítě na zcela jiné množině vzorků, kterou označujeme *testovací množinou*. Testovací množina je obdobně jako učební množina tvořena korespondujícími dvojicemi vstupů a očekávaných odpovědí, avšak tyto se nepoužívají v učebním procesu. Z pohledu sítě je

---

<sup>41</sup> JAN J. Číslíková filtrace, analýza a restaurace signálů. 2. vydání. Brno : Nakladatelství VUTIUM, 2002. 428 s. ISBN 80-214-1558-4.

<sup>42</sup> JAN J. Číslíková filtrace, analýza a restaurace signálů. 2. vydání. Brno : Nakladatelství VUTIUM, 2002. 428 s. ISBN 80-214-1558-4.

tedy testovací množina jakýmkoliv náhodným vstupním vektorem. Srovnáním reálného výstupu sítě a předpokládaného tak získáme skutečnou míru adaptace sítě<sup>43</sup>.

### **Přetrénování sítě**

Na rozdíl od průběhu úspěšnosti sítě na učební množině, pokud v učení pokračujeme i po dosažení plata výkonnosti, výsledky sítě s testovací množinou začnou naopak klesat. Tento jev se nazývá *přetrénování sítě*. Přetrénování sítě se vysvětluje tak, že zatímco z počátku se síť učí obecné rysy transformace, které je schopna aplikovat jak na učební tak testovací množinu, po určité době se síť začne učit specifické charakteristiky konkrétních vzorků učební množiny. Začne jakoby ztrácet schopnost řešit obecné vzorky z testovací množiny (nebo jakékoliv jiné kombinace vstupů). Přetrénovaná síť se tak stává spíše pamětí, než formou umělé inteligence.

Obranou proti přetrénování je buď včasné ukončení učení (po dosažení plata výkonnosti), nebo drobné pozměňování hodnot učební množiny (tak, aby nevynikly nevýznamné specifické rysy), anebo vytvoření úzkého místa v síti. Úzké místo je tvořeno vrstvou s menším počtem neuronů, než je v ostatních vrstvách. Tím je jeho schopnost přenášet informace omezena na nejdůležitější rysy, a síť tak nepodstatné charakteristiky učební množiny v podstatě zahodí.<sup>44</sup>

---

<sup>43</sup> HAKL F. Úvod do teorie neuronových sítí. Praha : ČVUT, 1998. 210 s. ISBN 80-01-01716-8.

<sup>44</sup> JAN J. Číslíková filtrace, analýza a restaurace signálů. 2. vydání. Brno : Nakladatelství VUTUM, 2002. 428 s. ISBN 80-214-1558-4.

## 2.3 Maple

Maple je počítačové prostředí pro matematické výpočty. Byl vyvinut na univerzitě ve Waterloo v Kanadě<sup>45</sup>. Svým charakterem Maple náleží do skupiny systému CAS (Computer Algebra Systems), což je souhrnný název pro systémy počítačové algebry, používající pro modelování matematické operace se symbolickými výrazy.

### 2.3.1 Popis systému

Maple umožňuje provádět jak symbolické a numerické výpočty, tak vytvářet grafy funkcí a výsledky exportovat do mnoha různých formátů. Má také možnost přímého výstupu do několika programovacích jazyků (Fortran, C, Java, Matlab, Visual Basic) a do různých dokumentů (LaTeX, HTML, RTF, MathML).<sup>46</sup> V Maple se používá příkazový jazyk kombinovaný s účinným programovacím jazykem s mnoha předdefinovanými matematickými funkcemi. Maple pokrývá následující oblasti.

#### Symbolické operace

Srdcem Maple jsou jeho funkce pro práci se symbolickými výrazy, které poskytují největší volnost při jejich používání. Dovolují deklarovat proměnné bez přiřazení numerické hodnoty a umožňují uchovávat čísla v přesném tvaru bez zaokrouhlení. Toto je důležitá vlastnost zvláště při práci s iracionálními čísly, nebo se zlomky, jejichž celočíselný výsledek je periodický. Pokud je pak požadován výsledek ve tvaru čísla s pohyblivou řadovou čárkou, vyjadřuje se až na samotném konci výpočtu, čímž se minimalizuje zaokrouhlovací chyba<sup>47</sup>.

#### Numerické operace

Pro řešení problému numerickými metodami disponuje Maple možností vyčíslit symbolické konstanty a zlomky v podstatě s teoreticky neomezenou přesností. Ta je dána možností použít libovolný počet číslic mantisy u čísel v pohyblivé řadové čáře. Reálně je tato přesnost samozřejmě omezena možnostmi stroje, na kterém Maple běží.<sup>48</sup>

---

<sup>45</sup> BUCHAR J. Úvod do programového souboru Maple V. 1. vydání. Brno : Vysoká škola zemědělská, 1994. 83 s. ISBN 80-7157-117-2.

<sup>46</sup> CHVÁTALOVÁ Z. Malý Maple manuál. [online]. [cit. 2009-05-11]. Dostupné z: <[http://www.maplesoft.cz/sites/default/files/img/manual\\_chvatalova.pdf](http://www.maplesoft.cz/sites/default/files/img/manual_chvatalova.pdf)>.

<sup>47</sup> BUCHAR J. Úvod do programového souboru Maple V. 1. vydání. Brno : Vysoká škola zemědělská, 1994. 83 s. ISBN 80-7157-117-2.

<sup>48</sup> Tamtéž

## Grafika

Maple disponuje řadou možností, jak výsledky zobrazit graficky. Umožňuje vykreslovat jak dvojrozměrné tak i trojrozměrné grafy a disponuje širokým výběrem jejich typů, vlastností a vzhledu. Lze jich tedy využít nejen pro zobrazování průběhu funkcí, ale i pro statistické zobrazování nebo modelování geometrických těles. Pro funkce s více proměnnými je v Maple možnost animace průběhu funkce, kdy lze nastavit interval pro plynulou změnu jedné proměnné, a sledovat tak její vliv na průběh funkce. Obdobná animace je možná i pro trojrozměrné zobrazení. Grafy lze pak exportovat do samostatných obrázků, včetně formátu gif pro animace, a lze je tak přímo vkládat do libovolných dokumentů.<sup>49</sup>

### 2.3.2 Vnitřní struktura Maple

Maple se skládá ze tří hlavních částí, a to z výpočetního jádra, souboru knihoven a uživatelského rozhraní.

#### Jádro

Jádro Maple je jeho matematický motor, který provádí samotné výpočty. Je napsáno v jazyce C a je vysoce optimalizováno, což znamená že je schopno provádět základní výpočty rychle a s malou spotřebou paměti. Obsahuje samotný interpret jazyka systému Maple, algoritmy pro numerické výpočty a funkce pro vstupní a výstupní operace a zobrazení výsledků<sup>50</sup>.

#### Knihovny

Většina příkazů pro Maple je definována v knihovnách. Rozlišujeme tři základní typy knihoven<sup>51</sup>:

- Hlavní – obsahuje nejužívanější příkazy, které nejsou obsaženy přímo v jádře. Zavádí se při startu programu. Tato knihovna je tedy okamžitě přístupná.
- Uživatelské – jsou tvořeny méně frekventovanými příkazy a je nutné je před použitím nahrát do paměti.

---

<sup>49</sup> NOVÁK M. Maple. [online]. [cit. 2010-04-03]. Dostupné z: <<http://maple.michalnovak.eu>>.

<sup>50</sup> ŽÁK V. Struktura systému Maple. [online]. [cit. 2010-04-02]. Dostupné z: <<http://www.maple.vladimirzak.com/systemmaple/maplestruktura.html>>.

<sup>51</sup> ŽÁK V. Struktura systému Maple. [online]. [cit. 2010-04-02]. Dostupné z: <<http://www.maple.vladimirzak.com/systemmaple/maplestruktura.html>>.

- Balíčky (packages) – rozšiřující knihovny. Každý balíček obsahuje skupinu příkazu pro konkrétní část matematiky, je možné je do systému libovolně přidávat nebo si vytvořit vlastní. Balíčky nahráváme do paměti až před jejich použitím, protože v případě stejných názvu obsažených funkcí, může dojít k přepsání. (K tomu se použije funkce z naposled nahraného balíčku.)

## Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní programu Maple má dva hlavní mody. Prvním z nich je *Document mode*, druhým je *Worksheet mode*. Práce v těchto modech je dosti odlišná, každý z nich má své výhody a nevýhody, a tím i svou oblast použití<sup>52</sup>:

- *Document mode* je efektivnější a interaktivnější. Mezi jeho vlastnosti patří hlavně intuitivní řešení problému, absence promptu, kontextový editor pro další zpracování a nový design interface RTD (Rich Technical Document). *Document mode* umožňuje zpracovávat příkaz na jedné řádce a pak postupně přidávat další výstupy. Všechny tyto vlastnosti jej dělají přehlednějším, ale zároveň je méně vhodným pro složitější úlohy.
- *Worksheet mode* je tradičním prostředím pro práci s Maple a je převzat ze starších verzí Maple. Je vhodnější pro programování, ladění a přípravu. Jeho vstup je jasně určen promptem ( znak „>“). Vstup je možný jak v dvojrozměrném prostředí, tak i jednorozměrném. Je zde jasně oddělený vstup od výstupu, a v základu tyto bývají odlišeny i barevně. Tento mód je vhodnější pro samotnou práci, ale forma jeho přímých výstupů není vždy praktická pro přímou prezentaci získaných výsledků.

## 2.3.3 Práce v Maple

### 2.3.3.1 Základní příkazy a ovládací prvky

Maple disponuje velkým počtem funkcí, předdefinovaných proměnných a ovládacích prvků. Pro účely této práce jsou použity jen vybrané z nich. Následující zkrácený popis by měl vytvořit alespoň představu, k čemu funkce nebo prvek slouží. Úplné informace o popisovaných prvcích jsou uvedené v nápovědě programu Maple, která je součástí instalace.

---

<sup>52</sup> NĚMEČEK, A. Úvodní poučení o Maple 13. [online]. [cit. 2010-04-03]. Dostupné z: <http://math.feld.cvut.cz/nemeczek/maple/zacatky/maple13/uvod131.html>

## Ovládací symboly

Mezi ovládací symboly Maple řadíme zejména:

- Prompt („>“) – Prompt je uvozujícím znakem každého příkazu. Objeví se vždy potom, co skončí zpracování předchozího příkazu. Signalizuje tak připravenost Maple přijmout další znak.
- Křížek („#“) – Je uvozujícím znakem komentáře. Cokoliv napsáno za tímto znakem se bere jako komentář.
- Středník („;“) – Ukončující znak příkazu. Po zpracování příkazu se objeví jeho výsledek.
- Dvojtečka („:“) – Ukončující znak příkazu. Po zpracování příkazu se výsledek nezobrazí, avšak vyhodnocená hodnota zůstane uložena v paměti.

## Operátory

Přesto že většina operátorů, které Maple používá jsou standardní matematické operátory. Přesto existují dvojice operátorů, které se v různých vývojových prostředích liší, a proto je vhodné je uvést. Patří mezi ně:

- Přiřazení „:=“ – Na tento operátor je třeba nahlížet s obzvláštní opatrností. Jeho syntaxe není dnes příliš typická. Často se chybně zaměňuje s operátorem porovnání.
- Porovnání „=“ – Porovnává rovnost dvou hodnot.

## Vector

Možností, jak vytvořit matici nebo vektor, je v Maple více. V této práci je použito klíčového slova *Vector*( ). *Vector*( ) vrací buď řádkový nebo sloupcový vektor daných čísel, případně proměnných nebo nul. S takto vytvořeným vektorem lze pak dále pohodlně pracovat řadou funkcí. Vektor lze nastavit i jako jen pro čtení.

## Eval

*Eval* je funkcí pro numerický výpočet výrazu. Tento příkaz má mnoho podob, v závislosti na tom, v jakém formátu má být výraz počítán. Mezi nejpoužívanější patří:

- *Evalm* – maticový počet.

- Evalf – výpočet s plovoucí desetinnou čárkou.
- Evalb – vyhodnocuje pravda/nepravda.

## Plot

Funkce *plot* vykresluje dvojrozměrný graf. Více grafů v jednom je pak možné zkombinovat pomocí funkce *multiple* z balíčku *plots*. Z možných parametrů, kterými tato funkce disponuje, uvedeme ty nejdůležitější a v této práci použité:

- *x, y* – vykreslované hodnoty. Mohou být vloženy ve formě funkce, vektoru nebo číselné posloupnosti,
- *style* – určuje styl grafu,
- *color* – určuje barvu grafu, což je velmi užitečné při vykreslování více křivek do jednoho grafu,
- *filled* – pokud je tento parametr nastavený: true, je prostor pod křivkou vyplněn v barvě křivky,
- *view* – určuje rozsah os *x* a *y*,
- *labels* – umožňuje popsat osy například použitými jednotkami,
- *labdirection* – definuje orientaci popisků os,
- *legend* – pojmenovává jednotlivé křivky.

### 2.3.3.2 Programování v Maple

Pro vytváření vlastních procedur má Maple svůj vlastní syntaktický jazyk. Nahlédneme do jeho primárních základů, aby byly zřejmé posléze použité syntaxe.

## Funkce

Pro vytvoření funkce (procedury) v Maple použijeme následující syntaxi:

```
nazev_funkce := proc(param1, param2 ...)::typ_funkce
    tělo funkce;
end proc
```

Název funkce představuje její symbolické jméno, tedy to, které budeme volat z hlavního programu nebo samostatného příkazu. Typ funkce určuje, jaká bude návratová hodnota z funkce. Jednotlivé parametry představují vstupní hodnoty. Důležité

je pak celou funkci ukončit pomocí *end proc*. Obecně platí, že jakýkoliv logický blok musí končit klíčovým slovem *end*.

## Podmínka

Pro větvení programu se používá příkaz *if*. Jeho syntaxe je:

```
if podmínka1 then  
    příkazy1  
elif podmínka2 then  
    příkazy2  
else  
    příkazy3  
end if
```

Skupina příkazu označena jako *příkazy1* se vykoná, pokud je *podmínka1* splněna. Pokud není, testuje se *podmínka2*. Pokud i tato podmínka je splněna, vykoná se blok příkazů *příkazy2*. Pokud není splněná ani jedna z podmínek, vykoná se blok *příkazy3*. Syntaxe je variabilní, prostřední blok s klíčovým slovem *elif* lze použít vícekrát, vždy platí, že každá následující podmínka se testuje až při nesplnění té předchozí. Poslední blok *else* je volitelný. Zápis ukončujícího příkazu *end if* lze beze změny významu zkrátit na *fi*<sup>53</sup>.

## Cykly

### Cyklus s neznámým počtem iterací

Pro cyklus s předem neznámým počtem iterací se používá tato syntaxe:

```
while podmínka do  
    příkazy  
end do
```

Cyklus se vykovává tak dlouho, dokud je podmínka splněna. Jakmile podmínka přestane platit, program cyklus opouští a pokračuje dál. Cyklus lze kdykoliv přerušit pomocí klíčového slova *break*. Maple neuzivá syntaxi pro cyklus s podmínkou na konci. Pokud jej potřebujeme, je nutné buď vhodně upravit vstupní podmínku a její

---

<sup>53</sup> ŽÁK V. Programování v Maple. [online]. [cit. 2010-07-13]. Dostupné z: <http://www.stud.fme.vutbr.cz/~yzakv100/maple/programovani/programovani.html>

inicializační hodnotu, anebo vytvořit nekonečnou smyčku a v průběhu ji opustit příkazem *break*<sup>54</sup>.

### Cyklus se známým počtem iterací

Pokud známe dopředu počet iterací, které se mají provést, můžeme použít následující syntaxi:

```
for iterator from a by b to c while podmínka do  
    příkazy  
end do
```

Cyklus se bude vykonávat tak dlouho, dokud hodnota iteratoru, začínající hodnotou *a*, nedosáhne hodnoty *c* krokem *b*. Dále musí být splněna podmínka za příkazem *while*. Tato podmínka je nepovinná. Je možné ji vynechat a cyklus opakovat jen po předem zadaném počtu kroků<sup>55</sup>.

### Návrat

Pro návrat z funkce se používá příkaz *return* následované návratovým parametrem. Vykovávání výpočtu se tak vrátí do místa, odkud byla funkce volána.

## 2.3.4 Shrnutí Maple

Maple samozřejmě obsahuje mnohem víc programovacích nástrojů a klíčových slov, avšak tyto vybrané, které byly uvedeny, jsou pro jakékoliv programování víceméně nezbytné. Syntaxe a popis činnosti dalších funkcí lze nalézt v sylabech a nápovědě k programu Maple.

Podporu českých uživatelů systému Maple zajišťuje Český klub uživatelů Maple (<http://www.maplesoft.cz>) založený v roce 1993. Vývojáři systému reagují velmi dynamicky na potřeby uživatelů jak v akademické, výzkumné, ale i komerční sféře pravidelnými inovacemi nových verzí. V současnosti jde o aktuální verzi Maple 14 a MapleSim 4. Kanadská společnost Maplesoft, Inc., která celý systém produkuje a vyvíjí, podporuje i řadu souvisejících aktivit pro své uživatele (<http://www.maplesoft.czom>).

---

<sup>54</sup> ŽÁK V. Programování v Maple. [online]. [cit. 2010-07-13]. Dostupné z: <http://www.stud.fme.vutbr.cz/~yzakv100/maple/programovani/programovani.html>

<sup>55</sup> tamtéž.

**Maplesoft** Mathematics • Modeling • Simulation

Search  GO

Products | Solutions | Purchase | Support | Resources | Community | Company | Store | Contact Us | Login

**New Release!**

**MapleSim 4** Learn more...

**Maple 14** Learn more...

**Download Now: Math Matters in Vehicle Dynamics**  
Download this White Paper demonstrating how mathematical modeling and optimization increase efficiency and productivity in vehicle design.

**Engineering**

- Mechatronics
- Machine Design
- Realtime Simulation & HIL
- Control Systems Design
- Signal Processing
- Electronics

**Education**

- Mathematics Education
- Engineering Education
- High Schools & Two-Year Colleges
- Testing & Assessment
- Students

**Applied Research**

- Financial Modeling
- Operations Research
- Physics
- High Performance Computing

Obr. 6: Homepage Maplesoft Inc. - Maple 14  
Zdroj: < <http://www.maplesoft.com/>>

## 3 Analýza vybrané firmy

### 3.1 Popis firmy

#### 3.1.1 Obecné informace

ABB s.r.o. je přední světová společnost poskytující technologie pro energetiku a automatizaci, které umožňují energetickým a průmyslovým podnikům zvyšovat výkonnost při současném snížení dopadu jejich činnosti na životní prostředí. ABB má sto dvacet tisíc zaměstnanců ve více než stu zemích.

V České republice působí ABB již od roku 1970 a v současné době má okolo dvou a půl tisíce zaměstnanců. V českém prostředí ABB má možnost využití mezinárodního know-how a nejnovějších výsledků výzkumu a vývoje globální společnosti. Svým zákazníkům nabízí přidanou hodnotu v podobě silného zázemí vlastních inženýrských a servisních center a dlouhodobých zkušeností tradičních českých výrobců.



Obr. 7: Sídla ABB v ČR  
(Zdroj: ABB, Obecné informace)

Sídlo společnosti a zastoupení všech divizí:

ABB s.r.o.

Sokolovská 84-86

186 00 Praha 8 - Karlín

Tel.: 234 322 111

## **Oblasti podnikání ABB:**

- Výrobky pro energetiku;
- Systémy pro energetiku;
- Výrobky pro automatizaci;
- Průmyslová automatizace;
- Robotika.

V této práci se zaměřím na oblast výrobků pro automatizaci. Tato oblast činností ABB přináší zákazníkům energeticky efektivní a spolehlivé výrobky, které zlepšují produktivitu zákazníka. Budou zohledněny výrobky pro automatizaci včetně pohonů, motorů a generátorů, výrobků nízkého napětí, a to hlavně elektroinstalační materiál, potom instrumentace a analytických výrobků a také výkonové elektroniky. Koncovým zákazníkům a externím partnerům je denně odeslán více než jeden milión výrobků používaných pro širokou škálu provozních činností v průmyslu i energetických podnicích a také v komerčních a obytných budovách. Právě touto oblastí se zabývá divize přístrojů a rozváděčů nízkého napětí organizační jednotka ELSYNN se sídlem v Brně, která bude východiskem pro získání informací v této práci.

### **3.1.2 Analýza stávajícího stavu firmy v letech 2002 až 2009**

#### **3.1.2.1 Analýza obecného okolí**

##### **Politicko – právní vlivy**

V současnosti se politická situace v ČR, po období slabé a nejisté úřednické vlády, stabilizovala. Nová vláda přináší větší jistotu ohledně budoucího vývoje, vládní stanoviska ohledně chystaných reforem jsou jasná, takže lze s nimi počítat při vytváření dlouhodobých plánů.

##### **Daňová politika**

Vývoj daňové politiky v ČR je v současnosti předvídatelný. Nová vláda slibuje snížení rozpočtového deficitu, a to znamená, že pokud se daně budou měnit, budou se zvyšovat. Toto není příliš příznivý stav, ale na druhou stranu bude mít dopad na celý obor. V současné době (2010) je sazba DPH 20 %.

## **Ekonomické vlivy**

Ekonomická situace v ČR je ve znamení mírného ekonomického růstu. Po krizi v letech 2008 – 2009 dochází k mírnému růstu poptávky, a současně se zvyšuje ochota investorů investovat do tohoto průmyslu. Situaci nepříznivě ovlivňuje drahá ropa a rozpočtové problémy části zemi Evropské unie. Jelikož je spousta činnosti v společnosti vykonávaná v různých zemích, je faktor stability kurzu koruny a euru pro českou pobočku velmi důležitý. I přes tyto omezující faktory dosahuje společnost zisků, a její hodnota neustále roste.

## **Míra nezaměstnanosti**

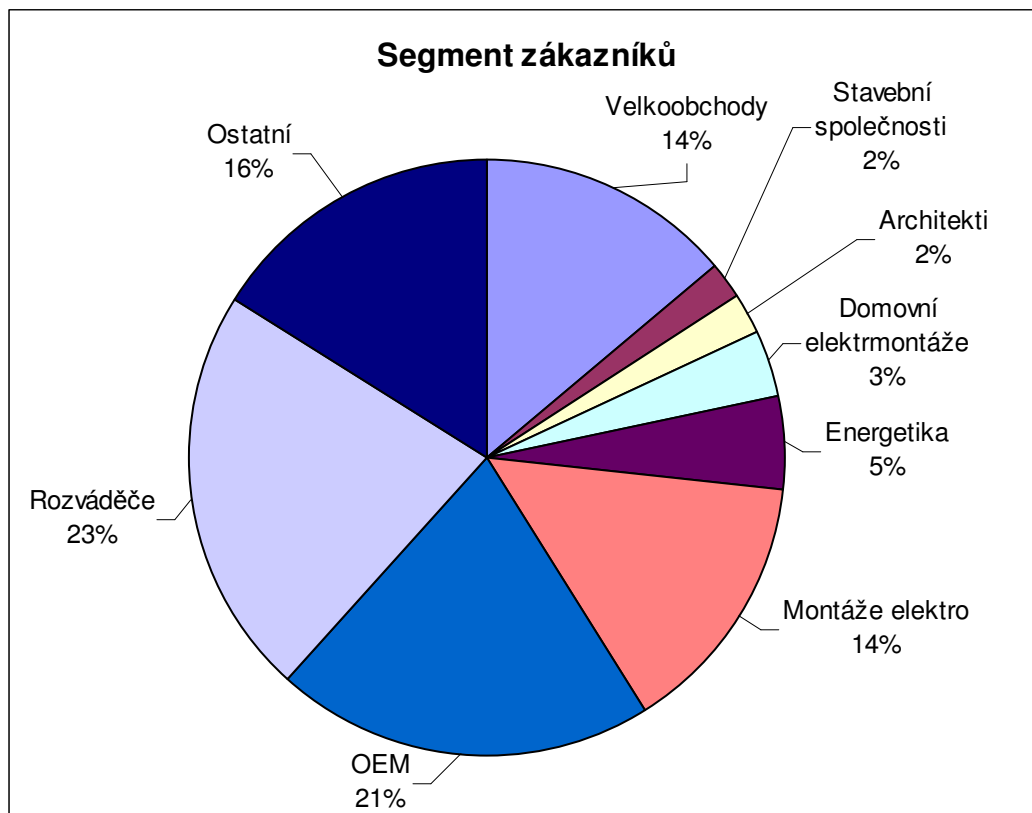
Vysoká nezaměstnanost v ČR je pro společnost výhodná. Za prvé, umožňuje držet mzdy na relativně nízké úrovni, aniž by ji hrozil masový odchod zkušených zaměstnanců. Za druhé, je v současné době na trhu práce spousta volných odborníků, které společnost potřebuje. Z důvodu krize bylo propuštěno cca 20% zaměstnanců, avšak v některých oblastech, obzvláště v obchodních teamech, je zaměstnanců stále nedostatek..

## **Analýza oborového odvětví**

Na postavení společnosti v oboru, kterým je elektrotechnický průmysl, ovlivňuje několik faktorů:

- **Potencionální nově vstupující firmy** - Současná ekonomická krize způsobuje, že míra nových investic oboru je nízká. Nové subjekty nevznikají, a nejsou informace o tom že by se někdo z zahraničních podniků snažit vstoupit na český trh.
- **Odběratelé** - Odběratelé společnosti jsou jak velké podniky, tak maloobdběratelé z řad řemeslníků a veřejnosti. Prodej průmyslových výrobku zajišťuje rozsáhlá síť obchodníků a produktových manažerů, specializovaných na konkrétní výrobky. Výrobky pro běžné použití jsou k dostání v maloobchodní síti. Pro velkoobdběratele společnost připravuje věrnostní programy a slevové nabídky. Současné zákazníky společnosti ABB můžeme rozdělit do následujících oblastí:

- Velkoobchody;
- Stavební společnosti;
- Architekti;
- Domovní elektromontáže;
- Energetika;
- Montáže elektro;
- Rozváděče;
- OEM (Original Equipment Manufacturers);
- Ostatní.



Obr. 8: Segment zákazníků ABB  
(Zdroj: ABB, průzkum odbytu, 2009)

- **Substituty** - Množství substitutů je více podprůměrné. Nezbytnou roli také hraje kvalita a cena. Společnosti si spíše vybírají podle funkcionality výrobků, jeho komplexnosti a přizpůsobivosti. Jakmile si zákazník tento výrobek vybere a je s ním spokojený, je malá možnost, že by byl výrobek změněn. Konkurence jde technologicky rychleji dopředu, hrozí zastaralost výrobků.

- **Dodavatelé** - Největšími dodavateli pro českou divizi ABB jsou její zahraniční divize a také řada dceřiných společností. Výrobní závody jsou umístěny převážně v zahraničí, v ČR je hlavně obchodní zastoupení. Mezi ostatní dodavatelé patří hlavně leasingové společnosti, které poskytují prostory, automobily a podpůrné služby.
- **Konkurenti v odvětví** - Konkurence je v českém prostředí velmi silná, je zde spousta jiných společností které poskytují podobný sortiment. Mezi hlavní konkurenční výhody ABB patří cenová flexibilita, rychlost dodávek a samozřejmě také vysoká kvalita nabízených výrobků. V současné době se ABB snaží proniknout na trh s novými výrobky, které zde nabízejí konkurenti delší dobu, a přetáhnout tak nové zákazníky od konkurence.

### **Lidské zdroje**

V organizační jednotce ELSYNN pracuje přibližně 500 zaměstnanců. Zaměstnanci tvoří několik týmů, které prochází různými odděleními, což zefektivňuje jejich každodenní spolupráci. Fluktuace zaměstnanců je poměrně nízká. Mzdový systém je tvořen základní fixní mzdou, a pohyblivou složkou. Ta tvoří podstatnou část příjmů zaměstnanců, a odvíjí se od jejich pracovních výkonů. Motivace pracovníků je tedy vysoká. Společnost poskytuje také řadu nepeněžních benefitů. Know how společnosti je na vysoké úrovni. Tuto úroveň společnost udržuje vysokými nároky na nové zaměstnance, a pravidelnými školeními těch stávajících. Školící střediska jsou rozmístěny v různých zemích, účast na nich tak podporuje i mezinárodní spolupráci, využitelnou následně v běžném životě. Kromě odborných školení společnost zabezpečuje také školení jazykové a v oblasti osobnostního rozvoje.

### 3.1.2.2 SWOT analýza

#### Silné stránky:

- Vysoká kvalifikovanost zaměstnanců
- Dobré pracovní vztahy
- Výrazný prvek "týmové práce"
- Široké produktové portfolio
- Mezinárodní spolupráce
- Růst obchodů
- Dobrá pozice na trhu

#### Příležitosti

- Vysoká úroveň nezaměstnanosti v ČR – možnost náboru odborníků
- Nízká současná úroveň inflace
- Výhodný kurz koruny k euru
- Vyšší využití moderních technologií

#### Slabé stránky:

- Nízké platy ve srovnání s oborovým průměrem,
- Zastaralý styl manažerského vedení,
- Nízká motivovanost zaměstnanců,
- Mezidivizní komunikace,
- Oddělené stupně manažerského řízení,
- Obecná krize v odvětví.

#### Hrozby:

- Absence kvalifikovaného personálu,
- Složitost interních procesů,
- Vnitřní konkurence je až nezdravá, oslabuje společnost jako celek,
- Nízké investice do R&D.

## 3.2 Účetní data

### 3.2.1 Rozvaha

Aktiva	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Hotovost a ekvivalenty do tří měsíců	8 731	6 049	12 689	0	1 513	0	-268 697	305 571
Pohledávky z obchodních vztahů	39 446	56 013	54 444	98 444	104 181	184 590	148 075	154 332
Pohledávky z ne-obchodního styku	4 014	4 347	0	0	0	0	0	0
Krátkodobé poskytnuté úvěry	0	0	1 123	1 604	986	2 385	6 832	1 836
Náklady příštích období / příjmy příštích období	2 177	1 715	146	246	1 691	87	4 341	403
Známka na trhu aktiv (pouze pokladna Centers)	0	0	13	0	725	3 647	0	0
Derivátové aktivum	0	0	0	0	0	0	3 411	0
Zálohy na dodavatele / dodavatelů	705	909	742	1 690	1 680	1 539	1 582	4 231
Materiál	43 950	40 916	36 137	57 639	94 493	168 062	139 773	205 726
Nedokončené výrobky	3 799	3 718	2 113	8 303	21 643	38 290	32 112	18 116
Hotové výrobky	5 281	7 500	6 714	8 443	13 376	37 140	35 354	69 242
Nezaplacené daň z příjmů	0	0	0	0	0	0	11 755	-762
Odročené daně - oběžná aktiva	1 556	3 586	3 270	3 170	2 551	4 389	3 602	4 203
<b>Oběžná aktiva celkem</b>	<b>109 659</b>	<b>124 754</b>	<b>117 391</b>	<b>179 541</b>	<b>242 840</b>	<b>440 128</b>	<b>118 140</b>	<b>151 755</b>
Software	1 210	1 583	1 357	1 128	1 156	1 358	1 536	1 983
Software - oprávky/odpisy	-1 040	-1 250	-831	-774	-876	-1 249	-1 087	-1 495
Jiný dlouhodobý nehmotný majetek	2 951	3 269	2 951	3 632	3 133	3 723	2 996	3 496
Jiný dlouhodobý nehmotný majetek - oprávky/odpisy	-2 951	-3 269	-2 951	-3 632	-3 133	-3 723	-2 996	-3 496
Nedokončené stavby	0	523	476	643	3 735	38 534	10 195	5 642
Stroje a zařízení	35 016	44 535	46 548	62 026	55 343	75 702	140 781	182 612
Stroje a zařízení - oprávky/odpisy	-20 106	-27 915	-30 266	-41 265	-34 926	-47 372	-48 063	-74 650
Pozemky a budovy	1 797	2 074	3 257	5 036	4 649	6 790	7 312	10 160
Pozemky a budovy - oprávky/odpisy	-378	-554	-631	-1 050	-1 212	-1 821	-1 868	-2 809
Odročené daně - ostatní aktiva	60	18	38	0	8	0	0	0
<b>Ostatní aktiva celkem</b>	<b>16 559</b>	<b>19 014</b>	<b>19 948</b>	<b>25 744</b>	<b>27 877</b>	<b>71 942</b>	<b>108 806</b>	<b>121 443</b>
<b>Celková aktiva</b>	<b>126 218</b>	<b>143 768</b>	<b>137 339</b>	<b>205 285</b>	<b>270 717</b>	<b>512 070</b>	<b>226 946</b>	<b>273 198</b>

Tab. 1: Aktiva  
(Zdroj: ABB, rozvaha 2002 - 2009)

<b>Pasiva</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>
Závazky z obchodních vztahů	44 224	37 025	33 968	71 027	98 070	128 128	103 996	171 072
Příchozí faktury	2 699	2 046	1 464	3 725	12 848	19 926	6 082	19 755
Rezervy na ztracené objednávky	0	0	0	0	0	11	-24	-26
Rezervy na záruky / sankce	434	5 481	1 675	2 626	2 053	2 464	3 241	3 864
Rezervy pro pracovní účely	107	60	49	342	304	3 121	9 278	4 706
Ostatní rezervy	0	0	2 815	3 137	1 709	813	667	46
Nezaplacené daně z příjmů	-1 529	6 469	6 052	0	2 205	10 381	0	0
Neobchodní závazky	4 885	5 618	6 103	9 532	9 690	13 730	16 084	14 443
Výdaje příštích období / výnosy příštích období	1 761	6 018	8 162	8 083	12 761	21 353	19 394	19 289
Odvozené závazky	0	-59	0	0	0	-150	7 000	0
Část dlouhodobých půjček se splatností do jednoho roku	0	0	0	75	464	551	418	0
Krátkodobé půjčky	48 750	50 400	48 292	57 139	93 558	256 770	45 518	0
Odložené daně - krátkodobé závazky	8	1 032	0	1 920	0	0	0	0
Ostatní krátkodobé závazky	0	0	0	10 102	1 397	0	2 692	0
<b>Oběžné závazky celkem</b>	<b>101 339</b>	<b>114 090</b>	<b>108 580</b>	<b>167 708</b>	<b>235 059</b>	<b>457 098</b>	<b>214 346</b>	<b>233 149</b>
Zálohy od klientů	1 348	409	0	0	0	0	0	0
Dlouhodobé půjčky	0	0	0	132	691	407	5	95
Odložené daně	452	318	289	1 890	1 733	1 955	3 418	3 988
<b>Ostatní závazky celkem</b>	<b>1 800</b>	<b>727</b>	<b>289</b>	<b>2 022</b>	<b>2 424</b>	<b>2 362</b>	<b>3 423</b>	<b>4 083</b>
<b>Závazky celkem</b>	<b>103 139</b>	<b>114 817</b>	<b>108 869</b>	<b>169 730</b>	<b>237 483</b>	<b>459 460</b>	<b>217 769</b>	<b>237 232</b>
Společné a prioritní akcie	0	0	0	17 929	0	0	0	0
Nerozdělený zisk	14 962	16 132	15 983	-5 644	2 281	2 008	174	1 719
Čistý příjem	8 117	12 774	12 487	23 270	30 953	50 602	9 003	34 247
Nahromaděné ostatní příjmy/ztráty	0	45	0	0	0	0	0	0
<b>Celkem hodnota majetku</b>	<b>23 079</b>	<b>28 951</b>	<b>28 470</b>	<b>35 555</b>	<b>33 234</b>	<b>52 610</b>	<b>9 177</b>	<b>35 966</b>
<b>Pasiva celkem</b>	<b>126 218</b>	<b>143 768</b>	<b>137 339</b>	<b>205 285</b>	<b>270 717</b>	<b>512 070</b>	<b>226 946</b>	<b>273 198</b>

Tab. 2: Pasiva  
(Zdroj: ABB, rozvaha 2002 - 2009)

### 3.2.2 Výkaz zisků a ztrát

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Prodej	246 798	408 011	436 992	571 012	704 331	918 903	949 679	1 013 223
Interní - externí výnosy (IE)	30 971	25 538	14 465	21 284	27 486	25 869	37 394	37 065
Interní - interní výnosy (II)	6 475	6 947	1 088	0	0	0	0	0
<b>Výnosy</b>	<b>284 244</b>	<b>440 496</b>	<b>452 545</b>	<b>592 296</b>	<b>731 817</b>	<b>944 772</b>	<b>987 072</b>	<b>1 050 288</b>
Výrobní náklady na prodané zboží	-244 030	-374 342	-359 060	-480 642	-628 849	-819 873	-876 056	-880 731
Odchytky fixních nákladů	-1 817	-891	-19 568	-17 377	758	-716	-21 103	-42 298
Ztráty na ztracených objednávkách	0	0	0	0	0	-10	33	-2
Ostatní náklady na prodej	459	-5 928	-2 723	-835	1 007	543	-6 529	-3 154
<b>Náklady na prodej</b>	<b>-245 388</b>	<b>-381 161</b>	<b>-381 351</b>	<b>-498 854</b>	<b>-627 083</b>	<b>-820 055</b>	<b>-903 655</b>	<b>-926 185</b>
<b>Hrubý zisk</b>	<b>38 856</b>	<b>59 335</b>	<b>71 194</b>	<b>93 442</b>	<b>104 734</b>	<b>124 717</b>	<b>83 417</b>	<b>124 103</b>
Vnitřní poplatky v ABB Group	-3 083	-3 608	-2 542	-3 574	-3 446	-2 150	-1 488	-2 362
Čisté náklady R&D	-338	0	0	-1 978	-3 003	-1 632	-1 987	-3 299
Obchodní náklady	-17 041	-20 898	-30 441	-34 753	-37 655	-37 491	-34 975	-39 140
Obecné a správní výdaje	-8 619	-9 711	-12 167	-14 655	-14 756	-19 654	-24 341	-29 136
<b>Prodejní, všeobecné a administrativní výdaje</b>	<b>-29 081</b>	<b>-34 217</b>	<b>-45 149</b>	<b>-54 960</b>	<b>-58 860</b>	<b>-60 927</b>	<b>-62 790</b>	<b>-73 937</b>
Zisk / ztráta z prodeje zařízení a vybavení	4	0	-5	0	0	0	0	0
Zisk / ztráta z prodeje pozemků a staveb	0	14	26	314	100	156	-77	511
Zisk / ztráta z vnitřních transakcí	0	0	0	-22	0	0	0	0
<b>Neobvyklé položky</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>292</b>	<b>100</b>	<b>156</b>	<b>-77</b>	<b>511</b>
<b>Ostatní výnosy / náklady, netto</b>	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>21</b>	<b>292</b>	<b>100</b>	<b>156</b>	<b>-77</b>	<b>511</b>
<b>Zisk před úroky a zdaněním</b>	<b>9 779</b>	<b>25 132</b>	<b>26 066</b>	<b>38 774</b>	<b>45 974</b>	<b>63 946</b>	<b>20 550</b>	<b>50 678</b>
Úrokové výnosy	42	41	259	148	980	3 782	8 653	6 379
Úrokové náklady	-2 716	-3 284	-2 888	-3 801	-4 545	-9 935	-17 927	-13 939
Finanční zisk / ztráta (vč. kurzových rozdílů)	-443	263	-1 179	-760	-194	611	68	234
<b>Příjem z dlouhodobých činností před zdaněním</b>	<b>6 662</b>	<b>22 152</b>	<b>22 257</b>	<b>34 361</b>	<b>42 215</b>	<b>58 403</b>	<b>11 344</b>	<b>43 351</b>
Běžné daně z příjmu	-2 192	-10 192	-8 968	-6 737	-10 069	-17 045	-566	-9 104
Odložené daně	806	813	1 120	-4 354	1 498	1 221	-1 775	0
<b>Příjem z dlouhodobé činnosti</b>	<b>5 276</b>	<b>12 773</b>	<b>14 409</b>	<b>23 270</b>	<b>33 644</b>	<b>42 579</b>	<b>9 003</b>	<b>34 247</b>
<b>Čistý příjem</b>	<b>5 276</b>	<b>12 773</b>	<b>14 409</b>	<b>23 270</b>	<b>33 644</b>	<b>42 579</b>	<b>9 003</b>	<b>34 247</b>
Sazba daně z příjmu	31%	31%	28%	26%	26%	24%	22%	21%

Tab. 3: Výkaz zisků a ztrát  
(Zdroj: ABB, výkaz zisků a ztrát 2002 - 2009)

### **3.3 Analýza absolutních ukazatelů**

Analýza absolutních ukazatelů slouží ke zkoumání trendů (horizontální analýza) a komponent (vertikální analýza). Horizontální a vertikální analýza jsou výchozím bodem při analýze účetních výdajů, umožňují vidět původní údaje v určitých souvislostech. Tyto metody slouží k prvotní orientaci v hospodaření podniku.

#### **3.3.1 Horizontální analýza**

Horizontální analýzu vypočteme podle vzorce:

$$y = \frac{x_{r+1}}{x_r}$$

Vzorec 14: Horizontální analýza

kde je:

$y$  .....výsledná hodnota horizontální analýzy,

$x$ .....analyzovaná hodnota z rozvahy,

$r$ .....analyzovaný rok

Následující tabulka zobrazuje vývoj vybraných položek z rozvahy během let 2002 – 2009 (vyjádřeno v procentech):

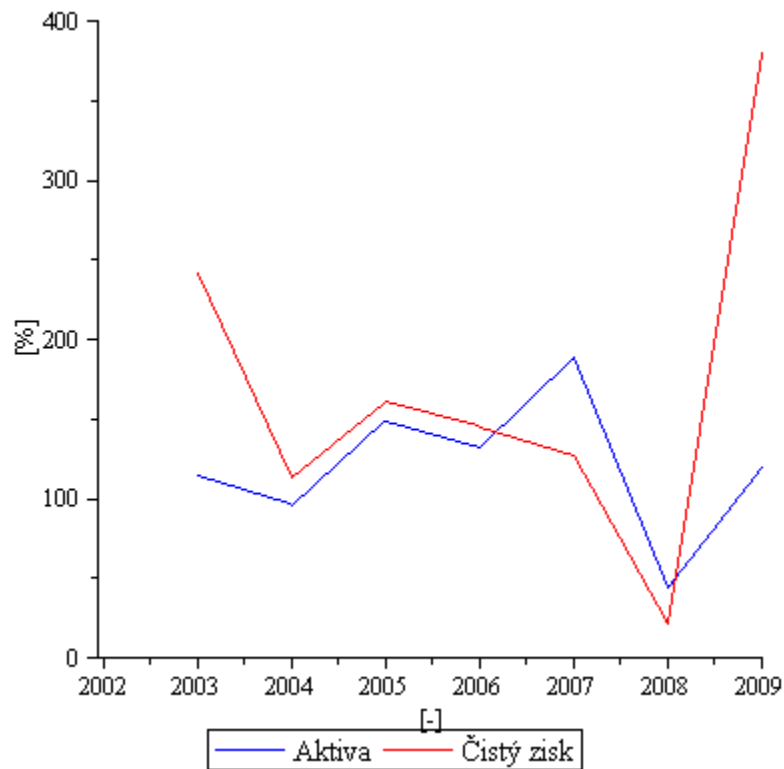
Název položky	2002 až 2003	2003 až 2004	2004 až 2005	2005 až 2006	2006 až 2007	2007 až 2008	2008 až 2009
<b>Aktiva</b>							
Oběžná aktiva celkem	114 %	94%	153%	135%	181%	27%	128%
Ostatní aktiva celkem	115%	105%	129%	108%	258%	151%	112%
<b>Celková aktiva</b>	<b>114%</b>	<b>96%</b>	<b>149%</b>	<b>132%</b>	<b>189%</b>	<b>44%</b>	<b>120%</b>
<b>Pasiva</b>							
Oběžné závazky celkem	113%	95%	154%	140%	194%	47%	109%
Ostatní závazky celkem	40%	40%	700%	120%	97%	145%	119%
Závazky celkem	111%	95%	156%	140%	193%	47%	109%
Celkem hodnota majetku	125%	98%	125%	93%	158%	17%	392%
<b>Pasiva celkem</b>	<b>114%</b>	<b>96%</b>	<b>149%</b>	<b>132%</b>	<b>189%</b>	<b>44%</b>	<b>120%</b>
<b>Výnosy a náklady</b>							
<b>Výnosy</b>	<b>155%</b>	<b>103%</b>	<b>131%</b>	<b>124%</b>	<b>129%</b>	<b>104%</b>	<b>106%</b>
<b>Náklady na prodej</b>	<b>155%</b>	<b>100%</b>	<b>131%</b>	<b>126%</b>	<b>131%</b>	<b>110%</b>	<b>102%</b>
Hrubý zisk	153%	120%	131%	112%	119%	67%	149%
Prodejní, všeobecné a administrativní výdaje	118%	132%	122%	107%	104%	103%	118%
Zisk před úroky a zdaněním	257%	104%	149%	119%	139%	32%	247%
Příjem z dlouhodobých činností před zdaněním	333%	100%	154%	123%	138%	19%	382%
<b>Čistý příjem</b>	<b>242%</b>	<b>113%</b>	<b>161%</b>	<b>145%</b>	<b>127%</b>	<b>21%</b>	<b>380%</b>

Tab. 4: Horizontální analýza  
(Zdroj: vlastní práce, vzorec 14)

Pro lepší přehled o trendech klíčových položek je výhodnější změny hodnot zobrazit graficky. Do grafu vyneseme pouze změny aktiv (změny pasiv jsou stejné) a změny čistého příjmu. Graf vykreslíme v Maple použitím příkazu:

```
> multiple(plot, [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([114, 96, 149, 132, 189, 44, 120]), style = polygon, color = blue, view = [2002 .. 2009, 0 .. 400], labels = ["[-]", "[%]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Aktiva"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([242, 113, 161, 145, 127, 21, 380]), style = polygon, color = red, view = [2002 .. 2009, 0 .. 400], labels = ["[-]", "[%]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Čistý zisk")]
```

Po vykreslení získáme tento graf:



Graf 1: Horizontální analýza  
(Zdroj: vlastní práce v Maple)

Z grafu je patrné, že až do roku 2008 aktiva společnosti rostla, pak nastal propad, po kterém se hodnota opět zvýšila. Je třeba mít na paměti, že graf zobrazuje procentuální změnu mezi jednotlivými roky, tj. skutečný pokles absolutních hodnot nastává až v okamžiku, kdy křivka klesne pod úroveň hodnoty 100 %. Z toho plyne, že ačkoliv zisk společnosti od roku 2003 do roku 2007 stále vzrůstal, tempo jeho růstu se zpomalovalo. Opět zde zaznamenáváme pokles kolem roku 2008, kdy pak následuje prudký návrat. Předpokládá se, že poklesy kolem roku 2008 byly způsobeny světovou finanční krizí.

### 3.3.2 Vertikální analýza

Vertikální analýzu vypočteme podle vzorce:

$$y = \frac{x_i}{\sum x}$$

Vzorec 15: Vertikální analýza

kde je:

$y$  .....výsledná hodnota vertikální analýzy,

$x_i$ .....analyzovaná hodnota z rozvahy,

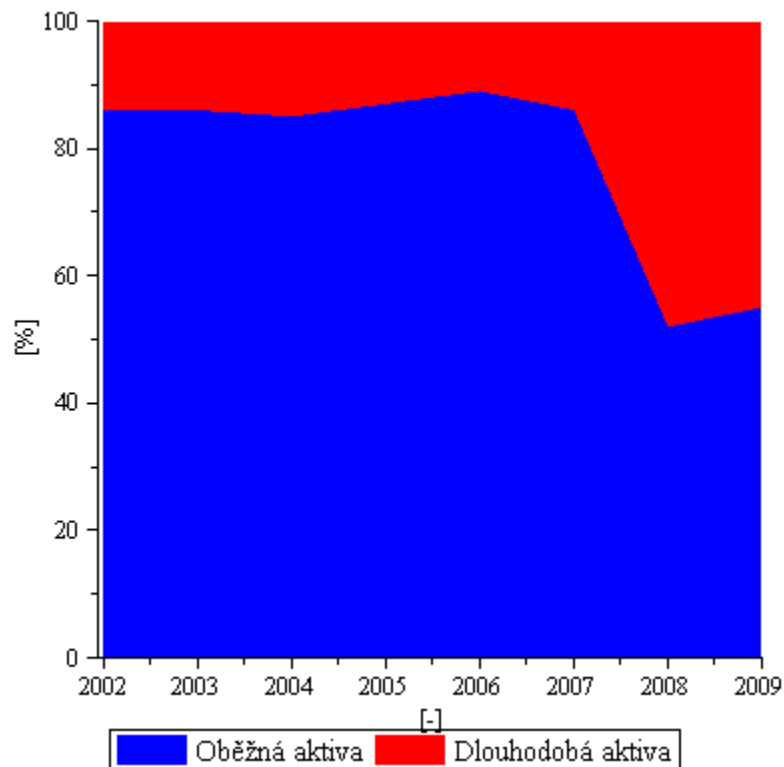
$\sum x$  ...součet všech analyzovaných hodnot

Tabulka procentuálních hodnot pro vertikální analýzu:

Název položky	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
<b>Aktiva</b>								
Oběžná aktiva	86,88%	86,77%	85,48%	87,46%	89,70%	85,95%	52,06%	55,55%
Dlouhodobá aktiva	13,12%	13,23%	14,52%	12,54%	10,30%	14,05%	47,94%	44,45%
<b>Pasiva</b>								
Krátkodobé závazky	80,29%	79,36%	79,06%	81,70%	86,83%	89,26%	94,45%	85,34%
Dlouhodobé závazky	1,43%	0,51%	0,21%	0,98%	0,90%	0,46%	1,51%	1,49%
Vlastní kapitál	18,29%	20,14%	20,73%	17,32%	12,28%	10,27%	4,04%	13,16%

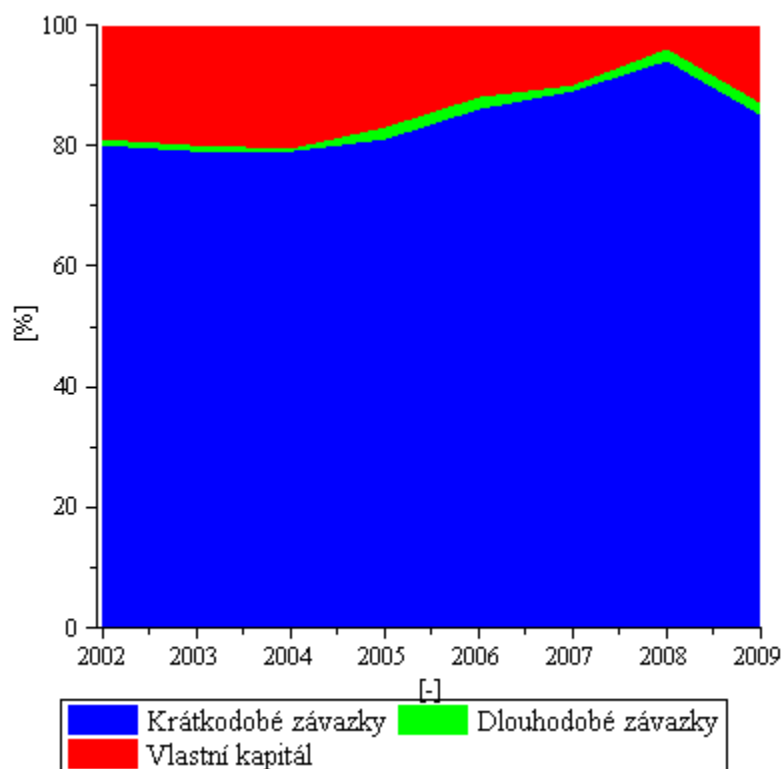
Tab. 5: Vertikální analýza  
(Zdroj: vlastní práce, vzorec 15)

Opět pro lepší přehled si hodnoty z tabulky vyneseme do grafů. Maple umožňuje přímo graficky zobrazovat výstupy svých výpočtů. Konkrétní příkazy již nebudu uvádět, příkazy pro všechny grafy v této práci jsou k dispozici v příloze A.



Graf 2: Vertikální analýza aktiv  
(Zdroj: vlastní práce v Maple)

Z grafu je patrné, že většina aktiv firmy jsou oběžná aktiva. Je to dáno politikou firmy, která by se dala shrnout slovy: „*co nejméně vlastnit, co nejvíce pronajímat*“. Je však vidět, že od roku 2008 se poměr mění. Je to dáno dvěma faktory. Poklesem výroby zapříčiněným krizí a nutností nových investic do strojů a zařízení pro zvýšení konkurenceschopnosti pro podnikání v podmínkách krize.



Graf 3: Vertikální analýza aktiv  
(Zdroj: vlastní práce v Maple)

Ve skladbě pasiv převažují krátkodobé závazky. Je to výsledek vazeb firmy na mateřskou korporaci, kdy ta udržuje vlastní kapitál firmy na nízké úrovni. A provozní a jiné potřeby firmy financuje pomocí krátkodobých půjček, splatných výnosy firmy. Opět je vidět vliv krize, kdy je patrný pokles vlastního kapitálu (ten je tvořen převážně nerozděleným ziskem, proto při poklesu příjmu poklesl i zisk).

### 3.4 Analýza poměrových ukazatelů

#### 3.4.1 Analýza zadluženosti

Vzorce pro výpočet ukazatelů zadluženosti:

$$\text{celková zadluženost} = \frac{\text{cizí kapitál}}{\text{celková aktiva}}$$

Vzorec 16: Celková zadluženost

$$\text{dlouhodobá zadluženost} = \frac{\text{dlouhodobý cizí kapitál}}{\text{celková aktiva}}$$

Vzorec 17: Dlouhodobá zadluženost

$$\text{krátkodobá zadluženost} = \frac{\text{krátkodobý cizí kapitál}}{\text{celková aktiva}}$$

Vzorec 18: Krátkodobá zadluženost

$$\text{míra samofinancování} = \frac{\text{vlastní kapitál}}{\text{celková aktiva}}$$

Vzorec 19: Míra samofinancování

$$\text{dluh na vlastním jmění} = \frac{\text{cizí kapitál}}{\text{vlastní kapitál}}$$

Vzorec 20: Dluh na vlastním jmění

$$\text{úrokové krytí} = \frac{\text{zisk přiznan daně}}{\text{úroky}}$$

Vzorec 21: Úrokové krytí

$$\text{ukazatel podkapitalizování} = \frac{\text{dlouhodobý kapitál}}{\text{dlouhodobá aktiva}}$$

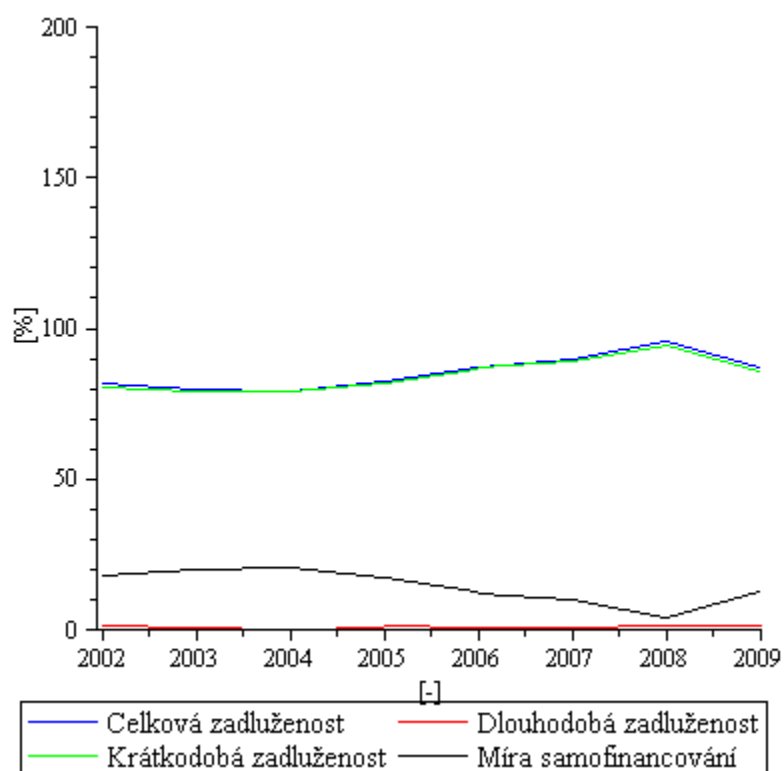
Vzorec 22: Ukazatel podkapitalizování

Název ukazatele	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Celková zadluženost	81,7%	79,9%	79,3%	82,7%	87,7%	89,7%	96,0%	86,8%
Dlouhodobá zadluženost	1,4%	0,5%	0,2%	1,0%	0,9%	0,5%	1,5%	1,5%
Krátkodobá zadluženost	80,3%	79,4%	79,1%	81,7%	86,8%	89,3%	94,4%	85,3%
Míra samofinancování	18,3%	20,1%	20,7%	17,3%	12,3%	10,3%	4,0%	13,2%
Dluh na vlastním jmění	446,9%	396,6%	382,4%	477,4%	714,6%	873,3%	2373,0%	659,6%
Úrokové krytí	313,7%	843,4%	684,4%	878,7%	1 223,3%	1 153,7%	223,2%	691,7%
Ukazatel podkapitalizování	150,2%	156,1%	144,2%	146,0%	127,9%	76,4%	11,6%	33,0%

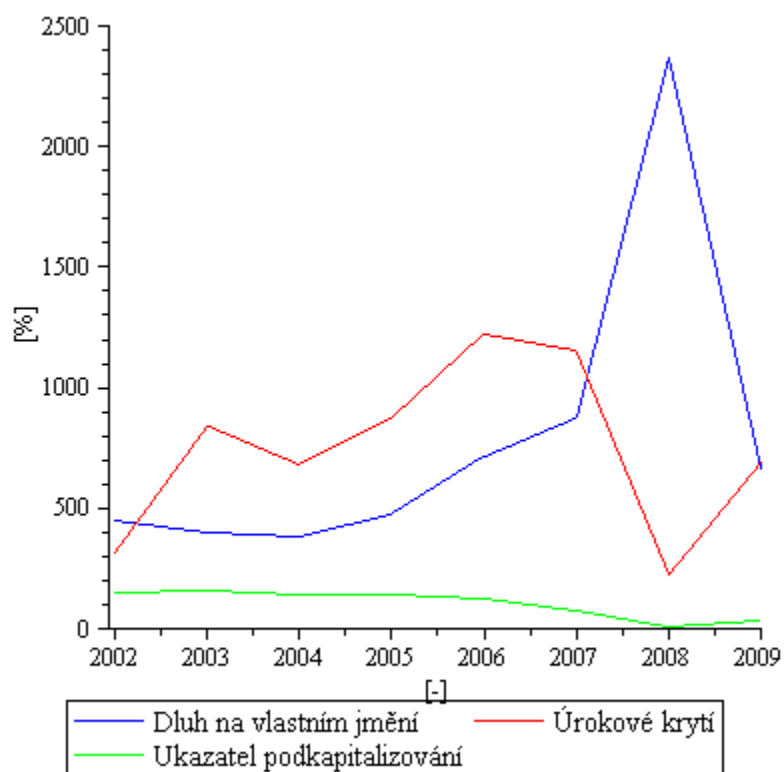
Tab. 6: Analýza zadluženosti

(Zdroj: vlastní práce, vzorec 16,17,18,19,20,21,22)

Pro lepší přehlednost zobrazíme vývoj ukazatelů graficky v Maple:



Graf 4: Analýza zadluženosti 1  
(Zdroj: vlastní práce v Maple)



Graf 5: Analýza zadluženosti 2  
(Zdroj: vlastní práce v Maple)

Ukazatelé zadluženosti ukazují majetkové vazby mezi firmou a její mateřskou korporací. Firma je „na oko“ vysoce zadlužená, a téměř veškeré zadlužení je v krátkodobých půjčkách od mateřské korporace. Nicméně je možné že krize donutila tuto strategii změnit, neboť od roku 2008 do roku 2009 je patrný mírný trend ke snížení zadlužení a zvýšení samofinancování.

### 3.4.2 Analýza likvidity

Vzorce pro výpočet ukazatelů likvidity:

$$\text{bezna likvidita} = \frac{\text{obezna aktiva}}{\text{krátkodobé závazky}}$$

Vzorec 23: Běžná likvidita

$$\text{Pohotová likvidita} = \frac{\text{obezna aktiva} - \text{zásoby}}{\text{krátkodobé závazky}}$$

Vzorec 24: Pohotová likvidita

$$\text{hotovostní likvidita} = \frac{\text{peníze} + \text{ekvivalenty}}{\text{okamžitě splatné závazky}}$$

Vzorec 25: Hotovostní likvidita

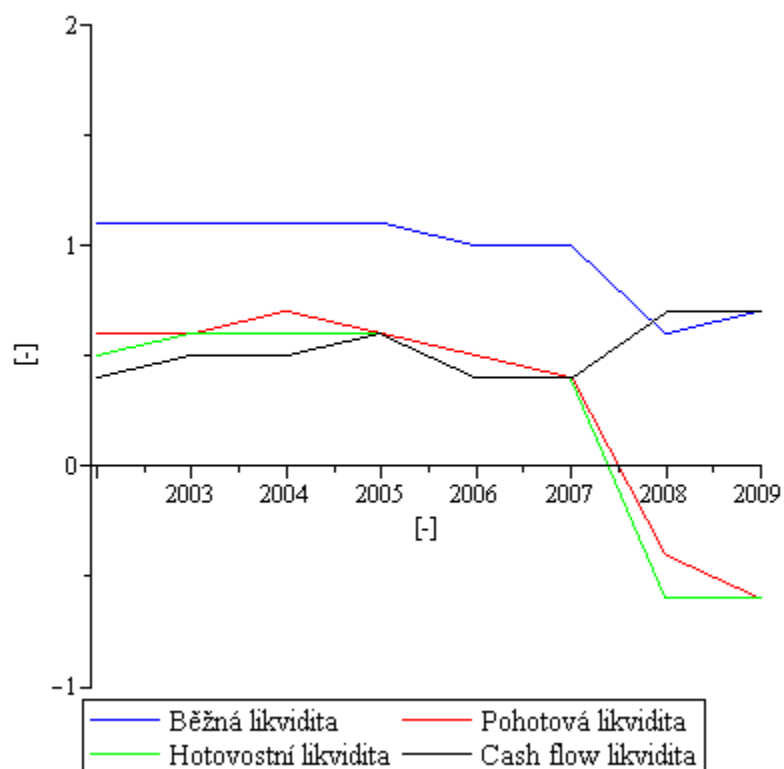
$$\text{CF likvidita} = \frac{\text{CF}}{\text{krátkodobé závazky}}$$

Vzorec 26: CF likvidita

Název ukazatele	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Běžná likvidita	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	0,6	0,7
Pohotová likvidita	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,4	-0,4	-0,6
Hotovostní likvidita	0,5	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	-0,6	-0,6
Cash flow likvidita	0,4	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,7	0,7

Tab. 7: Analýza likvidity  
(Zdroj: vlastní práce, vzorec 23,24,25,26)

Graficky:



Graf 6: Analýza likvidity  
(Zdroj: vlastní práce v Maple)

Z grafu likvidity je vidět, že firma dlouhodobě udržuje svou likviditu na úrovni, která zajišťuje případné splacení závazků věřitelům. Nicméně probíhající finanční krize tuto likviditu vcelku oslabila. Záporné hodnoty jsou způsobeny problémy firmy hradit své provozní závazky během krize.

### 3.4.3 Analýza aktivity

Vzorce pro výpočet ukazatelů likvidity:

$$\text{obrat celkových aktiv} = \frac{\text{tržby}}{\text{aktiva}}$$

Vzorec 27: Obrat celkových aktiv

$$\text{obrat HIM} = \frac{\text{tržby}}{\text{HIM}}$$

Vzorec 28: Obrat HIM

$$\text{obrat zásob} = \frac{\text{tržby}}{\text{zásoby}}$$

Vzorec 29: Obrat zásob

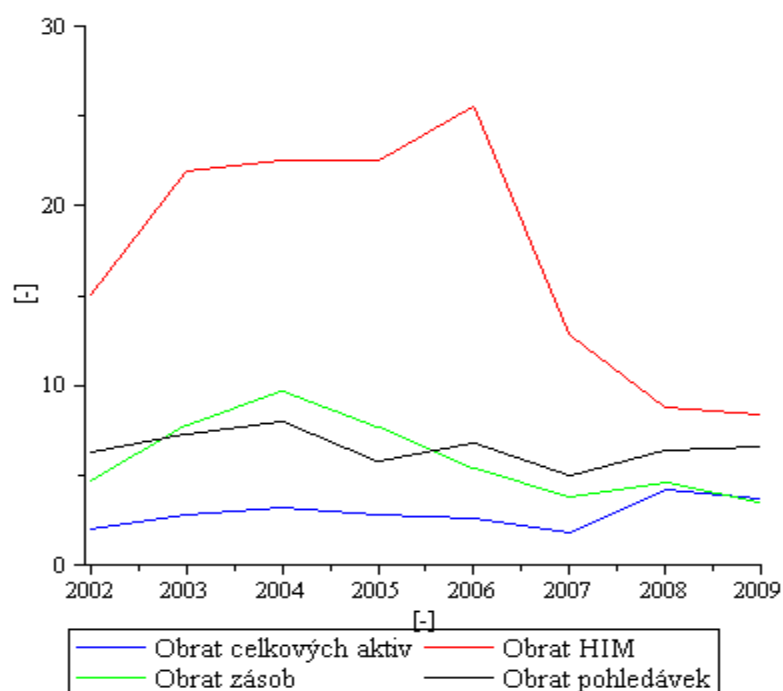
$$\text{obrat pohledávek} = \frac{\text{tržby}}{\text{pohledávky}}$$

Vzorec 30: Obrat pohledávek

Název ukazatele	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Obrat celkových aktiv	2,0	2,8	3,2	2,8	2,6	1,8	4,2	3,7
Obrat HIM	15,1	21,9	22,5	22,5	25,5	12,8	8,8	8,4
Obrat zásob	4,7	7,8	9,7	7,7	5,4	3,8	4,6	3,5
Obrat pohledávek	6,3	7,3	8,0	5,8	6,8	5,0	6,4	6,6

Tab. 8: Analýza aktivity  
(Zdroj: vlastní práce, vzorec 27,28,29,30)

Graficky:



Graf 7: Analýza aktivity  
(Zdroj: vlastní práce v Maple)

Z uvedeného grafu vyplývá, že aktivita firmy jsou víceméně konstantní. Drobné odchylky nejsou významnou odlišností. Doba obratu pohledávek je příznivá i přes zhoršenou likviditu, což je pozitivní a svědčí o silném zázemí v mateřské korporaci. Pokles doby obratu HIM (Hmotný investiční majetek) je vyvolán zvýšením investic v těchto letech (2002 – 2009).

### 3.4.4 Analýza rentability

Vzorce pro výpočet ukazatelů rentability:

$$ROA = \frac{EBIT}{aktiva}$$

Vzorec 31: ROA

$$ROE = \frac{\text{čistý zisk}}{\text{vlastní kapitál}}$$

Vzorec 32: ROE

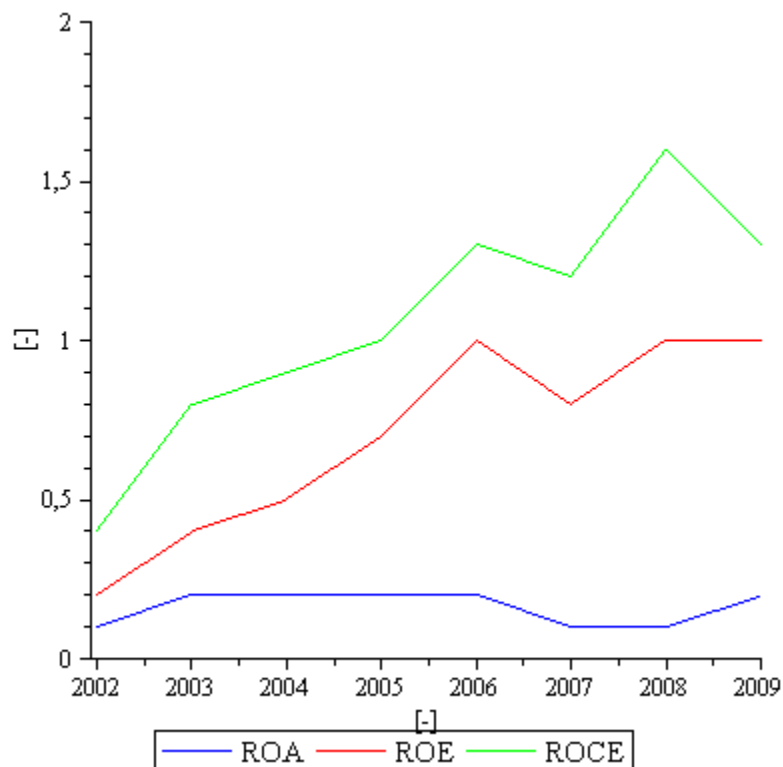
$$ROCE = \frac{EBIT}{kapitál}$$

Vzorec 33: ROCE

Název ukazatele	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
ROA	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2
ROE	0,2	0,4	0,5	0,7	1,0	0,8	1,0	1,0
ROCE	0,4	0,8	0,9	1,0	1,3	1,2	1,6	1,3

Tab. 9: Analýza rentability  
(Zdroj: vlastní práce, vzorec 31,32,33)

Graficky:



Graf 8: Analýza rentability  
(Zdroj: vlastní práce v Maple)

Vysokých hodnot ROE a ROCE (Return On Capital Employed) zde firma dosahuje hlavně v důsledku nízkého vlastního kapitálu. Směrodatný je tady nejvíc ukazatel ROA (Return On Assets), jehož téměř konstantní průběh je známkou stability firmy. Mírný pokles je pravděpodobně zapříčiněn krizí, avšak je vidět že se již rentabilita vrací zpět na svou původní úroveň.

### 3.5 Výpočet ukazatele EVA

Pro výpočet tohoto ukazatele není možné vzít data přímo z rozvahy, je potřeba nejdříve vypočítat tři „mezihodnoty“ NOA, NOPAT a WACC. Konkrétní položky s popisem důvodů již byly uvedeny v teoretické části.

#### 3.5.1 Výpočet NOA

Název položky	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Celková aktiva	126 218	143 768	137 339	205 285	270 717	512 070	226 946	273 198
Krátkodobé poskytnuté úvěry	0	0	-1 123	-1 604	-986	-2 385	-6 832	-1 836
Zálohy na dodavatele / dodavatelů	-705	-909	-742	-1 690	-1 680	-1 539	-1 582	-4 231
Nezaplacené daně z příjmů	0	0	0	0	0	0	-11 755	762
Odročené daně - oběžná aktiva	-1 556	-3 586	-3 270	-3 170	-2 551	-4 389	-3 602	-4 203
Nedokončené stavby	0	-523	-476	-643	-3 735	-38 534	-10 195	-5 642
Odročené daně - ostatní aktiva	-60	-18	-38	0	-8	0	0	0
<b>NOA</b>	<b>125 899</b>	<b>140 735</b>	<b>133 694</b>	<b>200 183</b>	<b>263 763</b>	<b>467 230</b>	<b>194 988</b>	<b>260 057</b>

Tab. 10: Výpočet NOA  
(Zdroj: vlastní práce, z rozvahy)

### 3.5.2 Výpočet NOPAT

Název položky	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Příjem z dlouhodobé činností	5 276	12 773	14 409	23 270	33 644	42 579	9 003	34 247
Interní - interní výnosy (II)	-6 475	-6 947	-1 088	0	0	0	0	0
Čisté náklady R&D	338	0	0	1 978	3 003	1 632	1 987	3 299
Obecné a správní výdaje	8 619	9 711	12 167	14 655	14 756	19 654	24 341	29 136
Zisk / ztráta z prodeje zařízení a vybavení	-4	0	5	0	0	0	0	0
Zisk / ztráta z prodeje pozemků a staveb	0	-14	-26	-314	-100	-156	77	-511
Zisk / ztráta z vnitřních transakcí	0	0	0	22	0	0	0	0
Úrokové výnosy	-42	-41	-259	-148	-980	-3 782	-8 653	-6 379
Úrokové náklady	2 716	3 284	2 888	3 801	4 545	9 935	17 927	13 939
Finanční zisk / ztráta (vč. kurzových rozdílů)	443	-263	1 179	760	194	-611	-68	-234
<b>NOPAT</b>	<b>12 873</b>	<b>20 506</b>	<b>31 279</b>	<b>46 029</b>	<b>57 068</b>	<b>71 259</b>	<b>46 622</b>	<b>75 506</b>
Upravená daň	-3 991	-6 357	-8 758	-11 967	-14 838	-17 102	-10 257	-15 856
<b>NOPAT</b>	<b>8 882</b>	<b>14 149</b>	<b>22 521</b>	<b>34 061</b>	<b>42 230</b>	<b>54 157</b>	<b>36 365</b>	<b>59 650</b>

Tab. 11: Výpočet NOPAT  
(Zdroj: vlastní práce, z rozvahy)

### 3.5.3 Výpočet WACC

Výpočet WACC je poněkud složitější. Nejprve zjistíme náklady cizího kapitálu. Ty lze vcelku pohodlně spočítat s celkové výše závazků a celkových zaplacených úroků. Není tedy potřeba zkoumat každou jednotlivou položku  $C_k$  (cizí kapitál) a její úrokové náklady.

$$n_{ck} = \frac{C_k}{\text{úroky}}$$

Vzorec 34: Náklady cizího kapitálu

Název položky	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
C <sub>K</sub>	103 139	114 817	108 869	169 730	237 483	459 460	217 769	237 232
Úroky	2 716	3 284	2 888	3 801	4 545	9 935	17 927	13 939
n <sub>CK</sub>	<b>2,63%</b>	<b>2,86%</b>	<b>2,65%</b>	<b>2,24%</b>	<b>1,91%</b>	<b>2,16%</b>	<b>8,23%</b>	<b>5,88%</b>

Tab. 12: Výpočet nákladů cizího kapitálu  
(Zdroj: vlastní práce, vzorec 34)

Výpočet nákladů vlastního kapitálu (V<sub>K</sub>) se odvíjí od mnoha faktorů. Bylo by složité a nepřesné bez dalších údajů odhadovat očekávané výnosnosti a míry obchodního a finančního rizika. Proto pomůžeme nástrojem INFA. INFA je benchmarkingový diagnostický systém finančních indikátorů provozovaný Ministerstvem průmyslu a obchodu (MPO). Tento systém slouží podnikům k ověření jejich finančního zdraví a porovnání jejich výsledků nejlepšími firmami v odvětví, nebo průměrem za odvětví.

Datovou základnou pro benchmarking jsou statistická data ČSÚ, ze kterých vycházejí "Analýzy vývoje ekonomiky ČR a odvětví v působnosti MPO", které jsou dále kombinovány s daty z resortního šetření MPO pro navazující "Finanční analýzy podnikové sféry v průmyslu a stavebnictví". Jedná se o čtvrtletní údaje šetřené Českého statistického úřadu (ČSÚ), (výkaz P 3—04 a od roku 2007 navíc P 6—04) a resortní šetření MPO (výkaz RES MPO P 3—04). Z časového hlediska obsahuje data od roku 2002 celoroční, za poslední rok čtvrtletně.<sup>56</sup>

n <sub>VK</sub> odvětví	12,18%	10,78%	10,44%	8,64%	9,02%	9,98%	11,24%	11,24%
n <sub>VK</sub> podniku	21,46%	21,81%	21,94%	20,59%	21,19%	22,10%	20,16%	20,16%

Tab. 13: Náklady vlastního kapitálu  
(Zdroj: INFA)

<sup>56</sup> Ministerstvo průmyslu a obchodu: Benchmarkingový diagnostický systém finančních indikátorů INFA. [online]. [cit. 2010-07-11]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/cz/ministr-a-ministerstvo/ebita/>

Ostatní údaje (*VK*, *CK*, *K*) lze získat přímo z rozvahy, daňové zatížení v jednotlivých letech je pak uvedeno na konci Výkazu zisků a ztrát. Můžeme tedy vypočítat WACC:

Název položky	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
$n_{VK}$	21,46%	21,81%	21,94%	20,59%	21,19%	22,10%	20,16%	20,16%
VK	23 079	28 951	28 470	35 555	33 234	52 610	9 177	35 966
$n_{CK}$	2,63%	2,86%	2,65%	2,24%	1,91%	2,16%	8,23%	5,88%
CK	103 139	114 817	108 869	169 730	237 483	459 460	217 769	237 232
K	126 218	143 768	137 339	205 285	270 717	512 070	226 946	273 198
d	31%	31%	28%	26%	26%	24%	22%	21%
<b>WACC</b>	<b>5,41%</b>	<b>5,97%</b>	<b>6,06%</b>	<b>4,94%</b>	<b>3,84%</b>	<b>3,75%</b>	<b>6,98%</b>	<b>6,68%</b>

Tab. 14: Výpočet WACC  
(Zdroj: vlastní práce, vzorec 6)

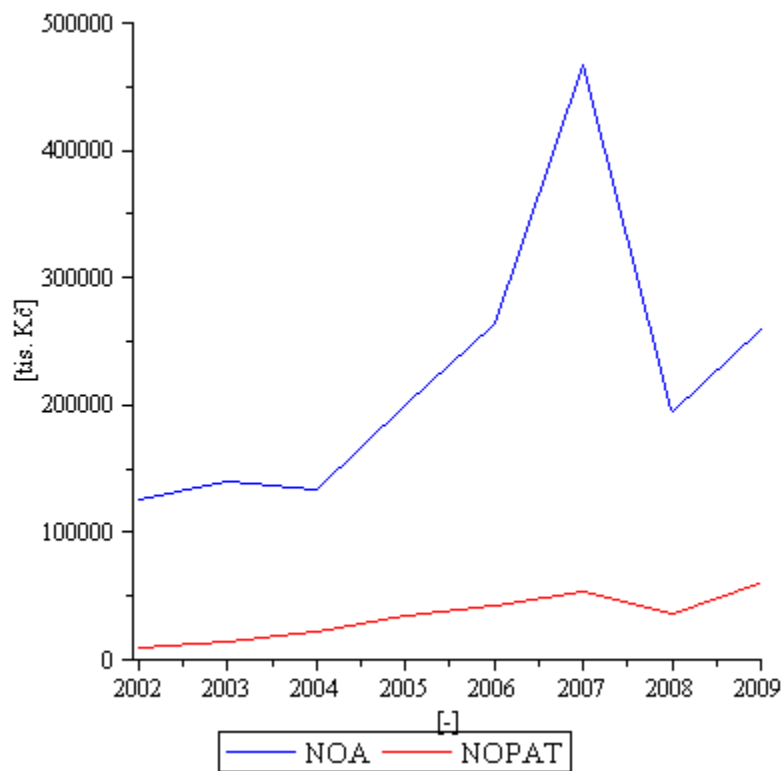
### 3.5.4 Výpočet EVA

Nyní už známe všechny hodnoty potřebné pro samotný výpočet:

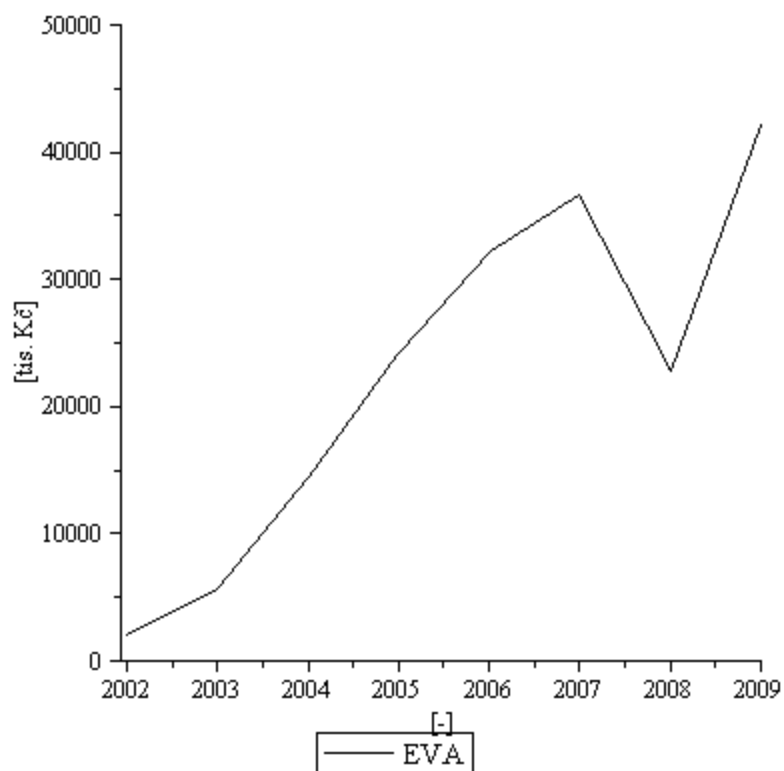
Název položky	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
NOA	125 899	140 735	133 694	200 183	263 763	467 230	194 988	260 057
NOPAT	8 882	14 149	22 521	34 061	42 230	54 157	36 365	59 650
WACC	5,41%	5,97%	6,06%	4,94%	3,84%	3,75%	6,98%	6,68%
<b>EVA</b>	<b>2 072,8</b>	<b>5 749,97</b>	<b>14 415,8</b>	<b>24 179,6</b>	<b>32 092,0</b>	<b>36 658,3</b>	<b>22 761,6</b>	<b>42 265,6</b>

Tab. 15: Výpočet EVA  
(Zdroj: vlastní práce, vzorec 5)

Hodnota EVA pro všechny roky vyšla kladná, což znamená, že podnik hodnoty vytváří. Z předchozího trend zobrazíme graficky:



Graf 9: NOA a NOPAT od roku 2002 do roku 2009  
(Zdroj: vlastní práce v Maple)



Graf 10: EVA v letech 2002 - 2009  
(Zdroj: vlastní práce v Maple)

Z uvedeného grafu 9 vyplývá, že ekonomická hodnota podniku stále roste. I když v roce 2008 zaznamenala prudký pokles, pořád si i v tomto krizovém roce udržela schopnost hodnoty vytvářet. V současné době je již opět trend růstu EVA, což je pro firmu velmi pozitivní informace.

### 3.6 Výpočet ukazatele CFROI

Přesný výpočet tohoto ukazatele je velmi složitý. Je potřeba mít veškeré údaje nejen o pořízení majetku, ale i o době jeho pořízení, životnosti atd. Pro naše potřeby postačí poněkud zjednodušená verze tohoto ukazatele. Přijmeme tedy, že životnost aktiv je deset let. I přesto však je výpočet dostatečně složitý, proto jej provedeme v Maple.

#### 3.6.1 Výpočet mezihodnot

Před započítáním výpočtu musíme získat potřebné mezihodnoty z rozvahy. Jsou to:

- HPCF = Hrubý provozní cash - flow (NOPAT + opotřebenění a amortizace + ostatní nepeněžní položky /náklady a výnosy nevyvolávající tok peněz/);
- HNA = Hodnota neodepisovaných aktiv (oběžná aktiva – krátkodobé závazky /ČPK/ + pozemky + ostatní neodepisovaná aktiva);
- SHI = Současné hrubé investice (celková aktiva – krátkodobé závazky + akumulované nepeněžní náklady + vliv inflace).

Jejich hodnoty pro jednotlivé roky jsou zobrazeny v tabulce. Výsledné údaje jsou již očištěné o inflaci. Míra inflace pro jednotlivé roky byla získaná ze stránek Českého statistického úřadu<sup>57</sup>

Název ukazatele	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
HPCF	18 440	24 704	26 151	37 636	45 676	56 307	37 853	62 012
HNA	10 177	13 279	12 582	17 512	16 173	28 354	-78 699	-65 592
SHI	24 883	29 692	28 780	37 869	35 758	55 128	12 523	40 560
Míra inflace	1,80%	0,10%	2,80%	1,90%	2,50%	2,80%	6,30%	1,00%
Inflační koeficient	1	0,98	0,98	0,95	0,93	0,91	0,88	0,82
<b>HPCF</b>	<b>18 440</b>	<b>24 259</b>	<b>25 654</b>	<b>35 867</b>	<b>42 661</b>	<b>51 183</b>	<b>33 348</b>	<b>50 726</b>
<b>HNA</b>	<b>10 177</b>	<b>13 040</b>	<b>12 343</b>	<b>16 689</b>	<b>15 106</b>	<b>25 774</b>	<b>-69 334</b>	<b>-53 654</b>
<b>SHI</b>	<b>24 883</b>	<b>29 158</b>	<b>28 233</b>	<b>36 089</b>	<b>33 398</b>	<b>50 111</b>	<b>11 033</b>	<b>33 178</b>

Tab. 16: Výpočet pomocných údajů pro CFROI  
(Zdroj: vlastní práce)

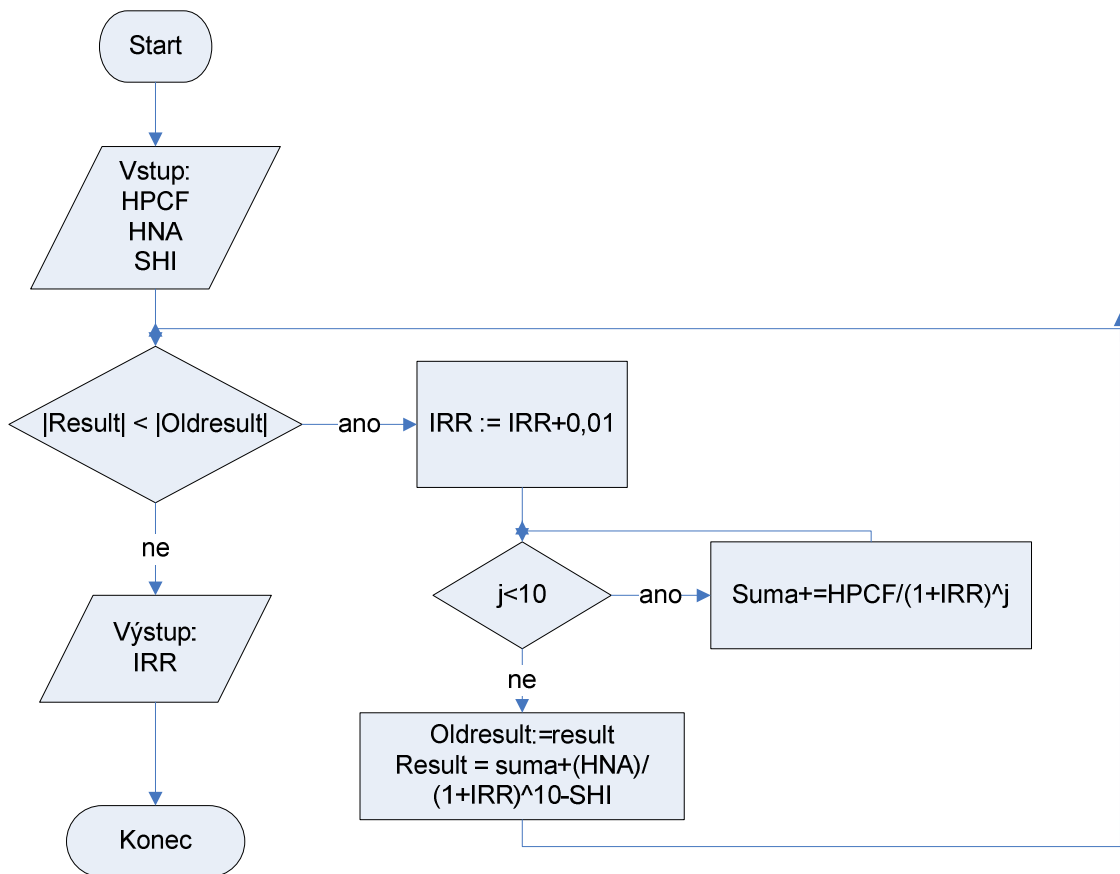
<sup>57</sup> Český statistický úřad: Míra inflace. [online]. [cit. 2010-07-11]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/mira\\_inflace](http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/mira_inflace)

Základní vzorec pro určení vnitřního výnosového procenta (IRR, Internal Rate of Return) je zkonstruován takto:

$$\sum_{t=1}^n \frac{HPCF}{(1+IRR)^t} + \frac{HNA}{(1+IRR)^n} - SHI = 0$$

Vzorec 35: Vnitřní výnosové procento

Protože však je patrné, že spočítat IRR přímo prakticky nelze, využijeme iterační metody, kdy budeme postupně do vzorce dosazovat různé předpokládané hodnoty IRR, a sledovat, která z nich má nejbližší k 0. Pro náš výpočet bude stačit přesnost výpočtu na setiny procenta. Příslušný program pro určení tohoto ukazatele, který jsem vytvořil v prostředí Maple, je uveden v příloze B.



Obr. 9: Vývojový diagram algoritmu pro výpočet IRR  
(Zdroj: Vlastní práce)

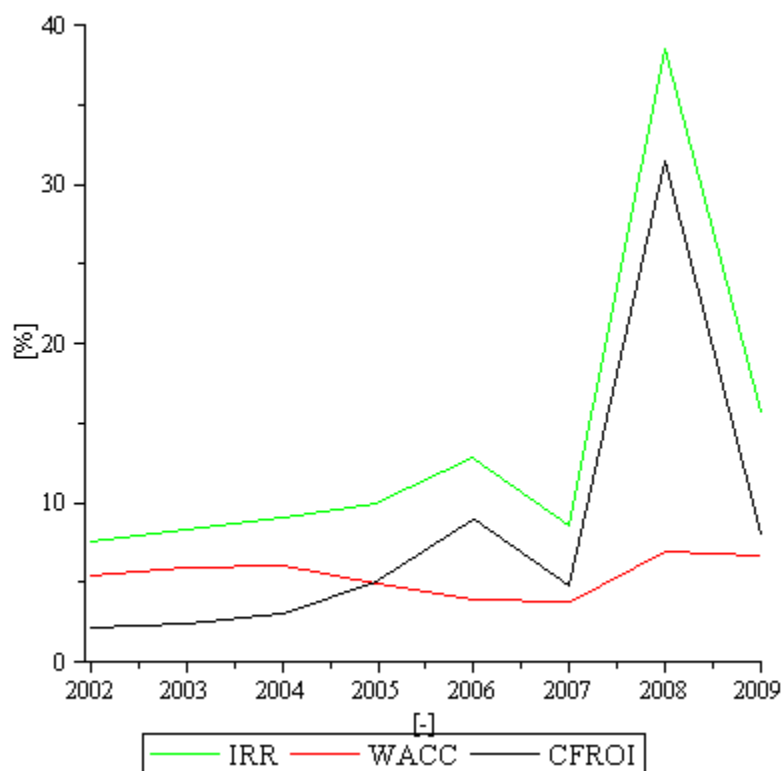
### 3.6.2 Výpočet CFROI

K získání CFROI je potřeba ještě odečíst WACC od IRR. Výsledná tabulka:

Název ukazatele	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
IRR	7,55%	8,32%	9,09%	10,00%	12,82%	8,53%	38,50%	15,60%
WACC	5,41%	5,97%	6,06%	4,94%	3,84%	3,75%	6,98%	6,68%
CFROI	2,14%	2,35%	3,03%	5,06%	8,98%	4,78%	31,52%	8,92%

Tab. 17: Výpočet CFROI  
(Zdroj: vlastní práce, vzorec 2,3)

Pro lepší přehlednost znázorníme CFROI graficky:



Graf 11: CFROI v letech 2002 – 2009  
(Zdroj: vlastní práce v Maple)

Z analýzy CFROI vyplývá stejná výpověď jako podává vývoj ukazatele EVA, firma kontinuálně vytváří hodnotu. Špička kolem roku 2008 je daná krizovým vývojem, kdy mateřská korporace musela financovat některé závazky firmy, proto byly peněžní toky v tomto roce vysoké. Také z pohledu firmy samotné se tato finanční injekce jeví jako zvýšení výnosnosti, avšak pokud víme, že tento nárůst CF není dán zvětšením obrátu v obchodní činnosti, můžeme říci, že toto viditelné zvýšení výnosnosti je jen zdánlivé.

### 3.7 Shrnutí

Z uvedené analýzy vyplývá, že se firmě daří velmi dobře. Většina ukazatelů má dlouhodobě stoupající tendence. Mírnější pokles zaznamenaly všechny kolem roku 2008, ale jak vyplývá zejména z ukazatele CFROI, silné zázemí ve vlastnické struktuře firmu podrželo a opět většina ukazatelů nabrala rostoucí trend. Posledním důsledkem krizového roku, se kterým se zbývá vypořádat, je nedostatek likvidních prostředků.

Co se týče náročnosti výpočtu, jak absolutní tak relativní ukazatelé jsou pro výpočet velmi jednoduché. Jejich vypovídací hodnota je však zatížena různými chybami, které více či méně odchyľují skutečné hodnoty ukazatelů.

Moderní metody finanční analýzy jsou na tom s odpovídáním očekáváním mnohem lépe. Samotnému výpočtu předcházela spousta práce s očištěním syrových dat o hodnoty, jež by měly negativní dopad na význam hodnoty ukazatele. Ať už uvažujeme ukazatel EVA nebo CFROI, u obou byla již příprava k samotnému výpočtu velmi náročnou, šlo o proces vyžadující určitou úroveň odbornosti, znalostí a matematické zkušenosti. Zejména pro CFROI, i následný výpočet samotného ukazatele byl velmi výpočetně náročný.

Při použití programu Maple se úloha změnila na úlohu s možností algoritmizace problému. Implementaci a následný výpočet již provedl Maple sám. Avšak v podmínkách ekonomické praxe je toto řešení velmi limitováno, jak dostupností obdobného software, tak schopnostmi lidí jej využít. Bohužel v takovém případě se ekonomové pak musejí spíše spoléhat na své vlastní odhady, znalosti a zkušenosti ekonomického prostředí, aby nějakým způsobem odhadli vhodnou výši IRR. Rovněž příprava hodnot pro výpočty, jak pro CFROI, tak pro EVA, je velmi závislá na schopnostech a zkušenostech provádějícího. I když se v poslední době stále častěji hovoří o tom, že z ekonomie, z disciplíny společensko-vědní, se v korespondenci s rozvojem prostředků informačních a komunikačních technologií stává věda vynucující si nasazování metrik a metod kvantitativních disciplín. V praxi v podmínkách České republiky se tomu firmy občas brání. Vhodné software jsou finančně většinou firmám dostupné, problém je často více v neochotě získávat nové vědomosti.

V teoretické části jsme se ptali, zda by mohl existovat výpočetní nástroj, schopný tyto úlohy řešit modelově podle daného vzoru. Odpovědí bylo, že takovým nástrojem by mohly být *neuronové sítě*. A proto v další kapitole bude uveden pokus takovou síť navrhnout, naprogramovat, naučit a otestovat.

## 4 Praktická realizace sítě

Teoretické úvahy o vhodnosti použití neuronových sítí v ekonomické praxi nastíněné v předchozích kapitolách, se pokusím podložit vytvořením jednoduchého modelu sítě, který bude vyhodnocovat výkonnost podniku. Vstupními daty budou významné položky z rozvahy, výstupem pak hodnota, jejíž průběh by měl kopírovat průběh hodnot ekonomického ukazatele, kterým byla síť učena. V této práci využijeme ukazatele dva, a to EVA a CFROI.

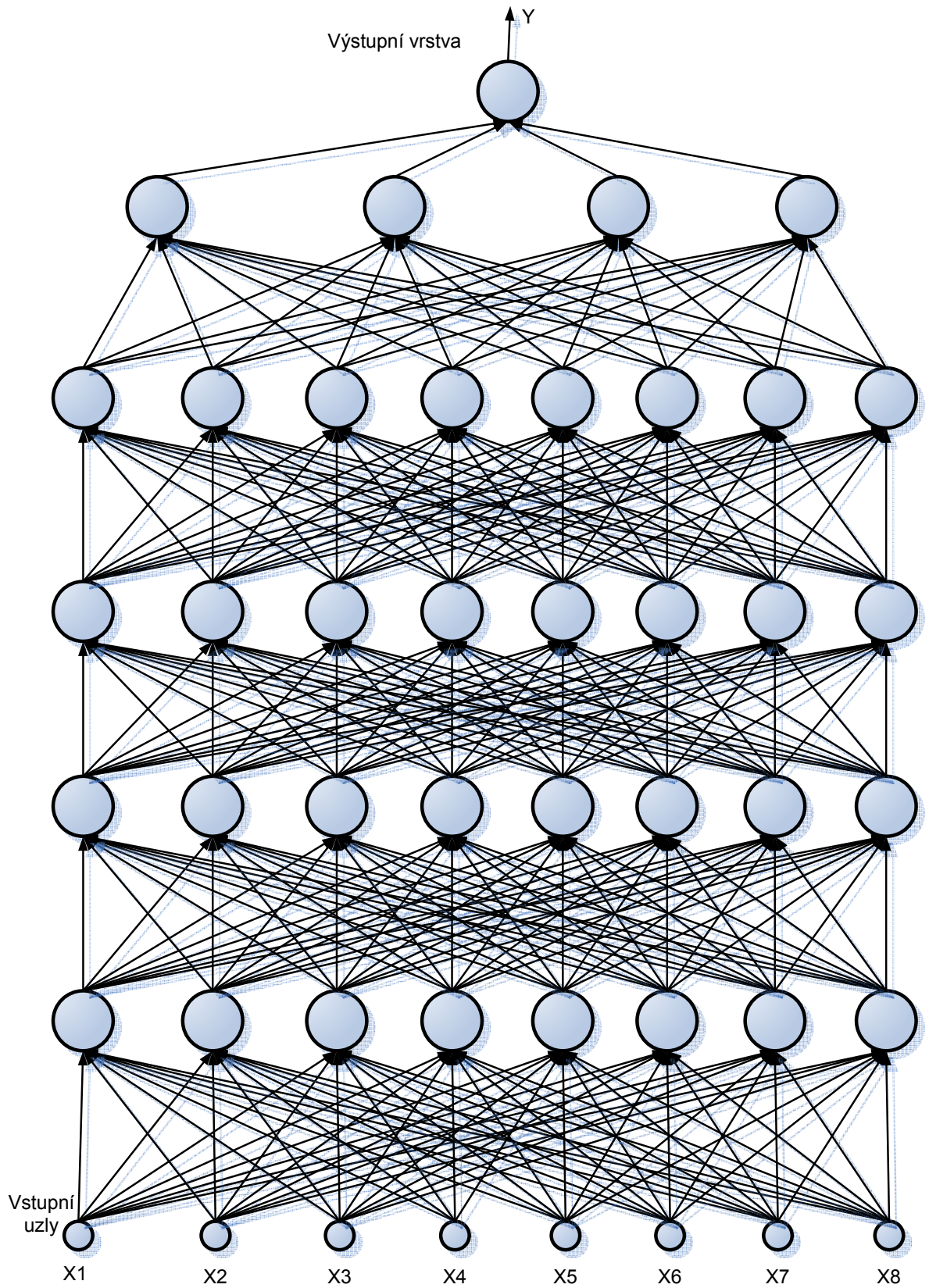
Právě tyto ukazatele jsem vybral z několika důvodů. Hlavním z nich je náročnost výpočtu. Údaje potřebné k jejich výpočtu je potřeba složitě analyzovat a upravovat vyloučením některých položek a naopak přidáním jiných. Proto je možnost, že tuto fázi výpočtu zastane síť sama, je velmi lákavá, i přes předpokládané omezení, že takto naučená síť bude úspěšně klasifikovat pouze danou společnost nebo společnost z obdobného oboru a s obdobnou charakteristikou. Mezi další důvody výběru ukazatelů EVA a CFROI lze pak zařadit jejich komplexnost, rozšířenost a vypovídací hodnotu.

### 4.1 Návrh sítě

#### 4.1.1 Architektura sítě

Jako základní architekturu sítě jsem zvolil **vícevrstvý perceptron pracující v oboru reálných čísel se lineární charakteristikou neuronů. Propojení sítě je úplné.** Tento nekomplikovaný typ sítě bude dostačující pro získání očekávaných výstupů při realizační náročnosti odpovídající rozsahu této práce a přitom v praxi dostatečně využitelný.

Navrhuji, aby síť měla celkem **šest vrstev**, což by jí mělo zajistit dostatečný rozlišovací potenciál. Poslední, výstupní vrstva, bude tvořena jedním neuronem, v předposlední budou neurony čtyři a v ostatních jich bude po osmi, jak je znázorněno na obrázku 10.



Obr. 10: Návrh vlastní neuronové sítě  
(Zdroj: Vlastní práce)

## 4.1.2 Vstupní hodnoty

Vstupními hodnotami jsou významné položky z rozvahy podniku. Tento základ je pro výpočet obou ukazatelů táz. Následující tabulka, kterou jsem z důležitých dat z rozvahy sestavil s ohledem k výše zmíněným pravidlům pro následnou konstrukci neuronové sítě, ukazuje jednak, které hodnoty jsou pro výpočet použity, jednak jejich faktický význam pro výpočet, tj. zda budou použity jako množina učební, testovací nebo ověřovací. Ověřovací množina zde slouží k srovnání výsledků sítě a výsledků klasického výpočtu ukazatelů. Tyto hodnoty se neúčastní procesu učení.

Proměnná	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
Název	Oběžná aktiva celkem	Ostatní aktiva celkem	Oběžné závazky celkem	Ostatní závazky celkem	Celkem hodnota majetku	Výnosy	Náklady na prodej	Čistý příjem
Učební	109 659	16 559	101 339	1 800	23 079	284 244	245 388	5 276
	124 754	19 014	114 090	727	28 951	440 496	381 161	12 773
	117 391	19 948	108 580	289	28 470	452 545	381 351	14 409
	179 541	25 744	167 708	2 022	35 555	592 296	498 854	23 270
	242 840	27 877	235 059	2 424	33 234	731 817	627 083	33 644
Testovací	440 128	71 942	457 098	2 362	52 610	944 772	820 055	42 579
Ověřovací	118 140	108 806	214 346	3 423	9 177	987 072	903 654	9 003
	151 755	121 443	233 149	4 083	35 966	1 05 0288	926185	34 247

Tab. 18: Vstupní data pro síť  
(Zdroj: ABB, rozvaha 2002 - 2009)

Údaje z rozvahy za jednotlivé roky jsem rozdělil do tří skupin:

- První z nich je množina učební, používaná k úpravě vah neuronů.
- Jako testovací množina vystačí pouze jeden řádek hodnot.
- Ověřovací množina je pak spolu s testovací množinou (neúčastní se samotného učení) klíčem k určení, zda výpočet ukazatele pomocí neuronové sítě byl úspěšný nebo ne.

## 4.2 Síť a její učení

### 4.2.1 Realizace sítě

Síť je vytvořena v programu Maple. Skládá se ze tří navazujících modulů:

- První z nich realizuje funkci jednoho neuronu.

- Druhý modul řadí neurony prvního modulu do jedné vrstvy. Realizuje tak funkci jednovrstvého perceptronu.
- Poslední modul skládá tyto vrstvy postupně za sebe, čímž vznikne kompletní síť. Díky této modularitě je snadné síť nakonfigurovat dle požadované architektury.

Síť používá pro uchování potřebných dat a mezivýpočtů vektory a matice. Tyto jsou v Maple podporovány řadou funkcí, a proto je práce s nimi velmi pohodlná. Maticový a vektorový charakter dat umožňuje také bezproblémové použití cyklů, v důsledku nichž především proces učení nevyžaduje žádné další zásahy během výpočtu. Kompletní program je v příloze C.

## 4.2.2 Učení sítě

Jedna etapa učení je tvořena průchodem sítě přes všechny vzorky učební množiny s distribucí chyby po každém vzorku. Přitom rychlost konvergence  $\mu$  je v tomto případě  $10^{-6}$ . Její velikost je daná charakteristikou vstupů (nabývajících hodnot v řádech desítek a stovek tisíc). Pro nižší rychlost konvergence je učení velmi zdlouhavé, při vyšší rychlosti síť divergovala. Konkrétní hodnota této konstanty byla v tomhle případě určena metodou pokus – omyl. Pro síť těchto rozměrů je tato metoda přijatelná, pro náročnější síť by bylo třeba provést detailnější zkoumání pro přesnější určení této konstanty. .

- Při učení sítě pro ukazatel EVA bylo provedeno celkem 20 223 učebních epoch. Učení bylo ukončeno při dosažení plata výkonnosti, pro tento případ definovaného jako rozdíl výsledku na testovací množině ze dvou po sobě jdoucích učebních epoch nepřesahujících  $10^{-3}$ . Tato operace zabrala na počítači s procesorem AMD Athlon™ 64 3 200+ s taktovací frekvencí 2.01 GHz celých 1381 s.
- Při učení pro ukazatel CFROI vyvstal problém s rozdílným řádem vstupních hodnot a výstupů. Vstupní hodnoty jsou řádově v desítkách až stovkách tisíců, kdežto výstupem jsou hodnoty v řádu jednotek procent. Bez jakéhokoliv přizpůsobení síť při učení divergovala. Řešení tohoto problému byla dvě:
  - Přizpůsobit funkci neuronu a učební algoritmus tomuto rozdílu.
  - Přizpůsobit výstupní hodnoty očekávané úrovni.

Obě tato řešení vedou v důsledku k pozitivnímu výsledku. V praxi by se pravděpodobně použilo první řešení, protože by poskytlo jednodušší zpracování hodnot v pozdějším stadiu při praktickém využití sítě a pravděpodobně i vyšší přesnost. Pro účely této práce je však důležité dokázat, že obecná síť se dokáže adaptovat na libovolnou požadovanou transformaci. Aby síť mohla zůstat pro oba případy stejná, zvolil jsem druhou variantu. Pro potřeby učení byly požadované hodnoty násobeny konstantou  $10^6$ . Tímto se jejich řád vyrovnal řádu vstupních hodnot, a síť tak mohla zůstat beze změny. Negativním důsledkem je, že při ostrém provozu sítě je třeba výsledky touto konstantou vydělit, aby se řád výsledku vrátil na původní hodnotu.

Učení sítě pro ukazatel CFROI zabralo na stejném počítači jako v předchozím případě 4 353 s a pro dosažení plata výkonnosti stejného jako pro ukazatel EVA bylo zapotřebí 46 332 učebních epoch.

Údaje o délce učení a počtu učebních epoch jsou jen orientační, tyto hodnoty jsou závislé na mnoha faktorech a jedním z nich je nastavení počátečních vah. V našem programu se počáteční váhy generují náhodně, proto je možné že pro každé učení se tyto hodnoty mohou nepatrně lišit. Program pro učení sítě je v příloze C.

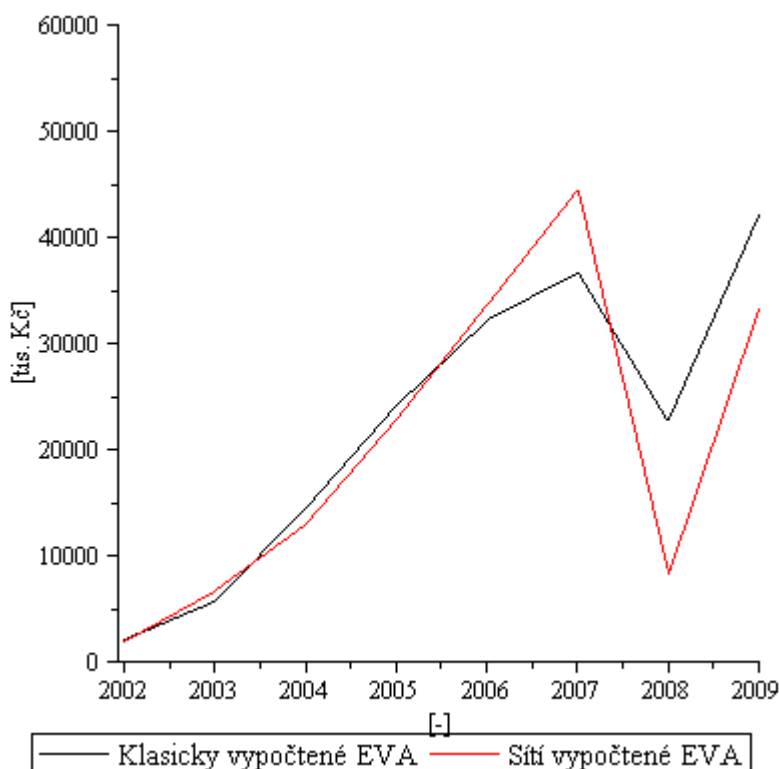
## 4.3 Výsledky sítě realizující výpočet na základě ukazatele EVA

### 4.3.1 Výsledná tabulka

Název položky	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
EVA (klasicky)	2 072	5 749	14 415	24 179	32 092	36 658	22 761	42 265
EVA (sít)	1 927	7 548	12 672	22 147	34 445	43 689	18 961	36 314
$\bar{\delta}_r$ ... (relativní chyba v %)	7,00%	31,29%	12,09%	8,40%	7,33%	19,18%	16,70%	14,08%

Tab. 19: Výsledky pro ukazatel EVA  
(Zdroj: vlastní práce, tabulka 15, výpočet sítě)

### 4.3.2 Grafické zobrazení



Graf 12: Srovnání výpočtů ukazatele EVA (klasický výpočet a užitím neuronové sítě)  
(Zdroj: Vlastní práce v Maple)

### 4.3.3 Vyhodnocení sítě pro výpočet na základě ukazatele EVA

V posledním řádku tabulky jsme si zobrazili relativní chybu mezi hodnotou vypočtenou klasickou metodou a hodnotou vypočtenou neuronovou sítí. Jak je vidět, je výpověď sítě velmi dobrá. I ze spojnicového grafu 13 je vidět, že ačkoliv síť má problémy v oblasti kde se hodnoty rapidně mění, stále kopíruje trend příslušný pro

původní ukazatel EVA. Rozhodně lze říci, že síť se naučila transformovat syrové vstupní hodnoty z rozvahy na hodnoty významově odpovídající ukazateli EVA.

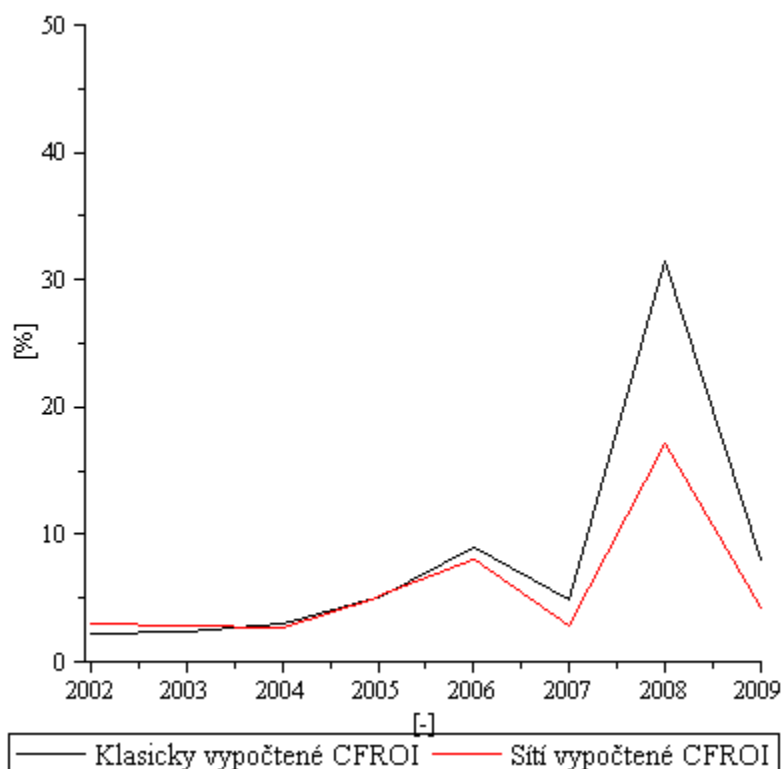
#### 4.4 Výsledky sítě realizující výpočet na základě ukazatele CFROI

##### 4.4.1 Výsledná tabulka

Název položky	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
CFROI(klasicky)	2,14%	2,35%	3,03%	5,06%	8,98%	4,78%	31,52%	8,92%
CFROI (sít)	2,92%	2,80%	2,66%	5,08%	8,12%	2,82%	17,18%	4,20%
$\bar{d}_r$ (relativní chyba v %)	36,37%	19,05%	12,15%	0,32%	9,54%	41,06%	45,50%	52,89%

Tab. 20: Výsledky pro ukazatel CFROI  
(Zdroj: vlastní práce, tabulka 17, výpočet sítě)

##### 4.4.2 Grafické zobrazení



Graf 13: Srovnání výpočtů ukazatele CFROI (klasický výpočet a užitím neuronové sítě)  
(Zdroj: Vlastní práce v Maple)

#### 4.4.3 Vyhodnocení sítě pro výpočet na základě ukazatele CFROI

Jak je vidět, trend křivky pro ukazatel CFROI téměř přesně kopíruje průběh klasický vypočteného ukazatele, byť provedený výpočet je o něco méně přesný, než byl v předchozím případě.. Relativní chyba se pohybuje většinou v mezích do 50%, což je vzhledem k charakteru ukazatele (jde o trend ne o přesnost číselných hodnot) velmi dobré. Můžeme říci, že pro ukazatel CFROI se síť plně naučila charakteristickou transformaci ukazatele, a i přesto že nedosahuje přesnosti v číselných hodnotách, přesnost v trendu vývoje ukazatele je, velmi uspokojivá, což je až zarážející vzhledem k jednoduchosti sítě.

## 5 Závěr

Ve své práci, pro splnění vytyčených cílů, jsem představil, co je finanční analýza, proč je pro podnik důležitá a jakými metodami ji má smysl v současné době provádět. Zejména jsem se soustředil na *moderní metody finanční analýzy* (využití *neuronových sítí*), na jejich výhody, které oproti klasickým metodám mají, avšak zhodnotil jsem i jejich nevýhody. Zjistil jsem, že jejich největší společnou nevýhodou je pracnost a složitost tzv. předpřípravy, která mnohdy není zcela objektivní a závisí na konkrétním člověku provádějícím analýzu.

Jádrem práce bylo uvést konstrukci neuronové sítě, jakožto moderní metodu realizace umělé inteligence. Za tím účelem jsem objasnil obecný koncept neuronových sítí a jejich fungování. Ukázal jsem potenciál neuronových sítí na poli adaptace libovolných charakteristik pouze na základě znalostí několika vzorků, bez znalosti vnitřních vazeb.

Nakonec jsem představil počítačový software pro řešení matematických úloh systém Maple a položil si otázku, zda by bylo v něm možné realizovat uvažovanou neuronovou síť, která by při zachování komplexnosti a vypovídající hodnoty moderních ukazatelů finanční výkonnosti dokázala odstranit jejich zjištěnou nevýhodu.

Pro tento účel jsem nejprve provedl klasickou analýzu vybrané firmy. Po obecné analýze situace, v jaké se firma nachází, jsem na základě dat získaných z rozvahy firmy vypočetl množství ukazatelů. V důsledku toho jsem získal představu o principech, na nichž firma funguje a informace o její střednědobé finanční situaci. Nakonec jsem vypočítal a zkonstruoval vývoj dva z představených moderních ukazatelů, EVA a

CFROI v období roků 2002 až 2009. Tyto hodnoty posloužily nejenom k identifikaci významných informací o firmě, ale také jako základ k učení, testování a vyhodnocení úspěšnosti modelové neuronové sítě.

Nakonec jsem navrhl a realizoval konstrukci samotné neuronové sítě pro zachycení trendu vývoje obou zmíněných ukazatelů v rocích 2002 až 2009. Zvolil jsme jednoduchý a rozšířený koncept, totiž vícevrstvý perceptron. Zdrojový kód sítě byl napsán v programu systému Maple. Taktéž celé učení sítě bylo realizováno v prostředí tohoto počítačového systému.

Výsledek tohoto pokusu lze hodnotit jako úspěšný. Cílem práce bylo, zjistit zda je výpočet ukazatelů finanční analýzy pomocí neuronových sítí možný. Protože v obou případech (EVA i CFROI) je trend ukazatelů vypočtených sítí s trendem ukazatelů vypočtených klasickým způsobem shodný, lze konstatovat, že síť byla schopna se naučit charakteristiku transformace vstupních údajů z rozvahy na výstup – na moderní ukazatele finanční analýzy. I když je nutno podotknout, že výsledné hodnoty, které síť vypočítala, se od původně vypočtených ukazatelů klasickým způsobem mírně lišily. Chyba, kterou jsou výpočty zatíženy sice staví otazník nad mantinely využitelností této konkrétní sítě v praxi, avšak takové šetření nebylo cílem mé práce. Pokud by měla být i tato skutečnost s vyšší přesností zahrnuta do řešení problému, bylo by třeba zkonstruovat komplikovanou síť, což však vysoce převyšuje rámec této práce.

Konstrukcí neuronové sítě v této práci jsem současně dokázal odstranit velkou nevýhodu klasického postupu, a to aspekt náročnosti úprav a výpočtů. U zpracování neuronovými sítěmi bylo časově náročné pouze učení sítě. Zpracování dat naučenou sítí bylo okamžité. *Cíl práce byl tedy splněn, podařilo se dokázat, že neuronové sítě mají potenciál a schopnosti stát se v budoucnu mocným nástrojem pro finanční analýzu a hodnocení finanční výkonnosti podniku.*

Na druhou stranu nedokonalosti modelové sítě ukazují na to, že tato technologie stále podléhá procesu vývoje a zdokonalování. A je ještě dlouhá cesta k tomu, aby byla plně a běžně využitelná v praxi. Nicméně i přesto tento příklad budování neuronové sítě při identifikaci finančního zdraví firmy umožňuje nahlédnout do budoucnosti možností pro realizaci finanční analýzy.

## 6 Literatura

### Publikace

- [1] BUCHAR, J. *Úvod do programového souboru Maple V*. 1. vydání. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1994. 83 s. ISBN 80-7157-117-2.
- [2] HAKL, F.: *Úvod do teorie neuronových sítí*. Praha: ČVUT, 1998. 210 s. ISBN 80-01-01716-8.
- [3] JAN, J.: *Číslíková filtrace, analýza a restaurace signálů*. 2. vydání. Brno: Nakladatelství VUTIUM, 2002. 428 s. ISBN 80-214-1558-4.
- [4] KISLINGEROVÁ, M. a kol.: *Manažerské finance*. 1.vydání. Praha: C.H.Beck, 2004. 714 s. ISBN 80-7179-802-9.
- [5] KONEČNÝ, M.: *Finanční analýza a plánování*. 9. vydání. Brno: Polygra, 2004. 102 s. ISBN 80-214-2564-4.
- [6] KŘIVAN, M. *Úvod do umělých neuronových sítí*. 1. vydání. Praha: VŠE nakladatelství Oeconomica, 2008. 44s. ISBN 978-80-245-1321-8.
- [7] MALÝ, M.: *Vícevrstvé dopředné neuronové sítě : úvod do teorie a aplikací*. 1 vydání. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně, Přírodovědecká fakulta, 2007. 72 s. ISBN 978-80-7044-915-8.
- [8] MAŘÍK, M.;MAŘÍKOVÁ, P.: *Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku*. 1.vydání. Praha: EKOPRESS, 2001. 70 s. ISBN 80-86119-36-X.
- [9] MAŘÍK, M.;MAŘÍKOVÁ, P.: *Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku*. 2.vydání. Praha: EKOPRESS, 2005. 164 s. ISBN 80-86119-61-0.
- [10] PAVELKOVÁ, D.; KNÁPKOVÁ, A.: *Výkonnost podniku z pohledu finančního manažera*. 1. vydání. Praha: Nakladatelství LINDE s. r. o., 2005. 302 s. ISBN 80-86131-63-7.
- [11] SEDLÁČEK, J.: *Účetní data v rukou manažera – finanční analýza v řízení firmy*. 1.vydání. Praha: Computer Press, 2001. 220 s. ISBN 80-7226-562-8.
- [12] ŠULÁK, M.;VACÍK, E.: *Měření výkonnosti firem*. 1. vydání. Praha: EUPRESS, 2004. 90 s. ISBN 80-86754-33-2.
- [13] ŠULÁK, M.;VACÍK, E.: *Měření výkonnosti firem*. 1. vydání. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2004. 138s. ISBN 80-7043-258-6.
- [14] VONDRÁK, I.: *Umělá inteligence a neuronové sítě*. Ostrava: VŠB-TU, 2009. 139 s. ISBN 978-80-248-1981-5.

### Internetové zdroje:

- [15] HOLEČKOVÁ, J. *Techniky a metody finanční analýzy*. [online]. 2009 [cit. 2010-07-10]. Dostupné z: <http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/dane-ucetnictvi/techniky-a-metody-financni-analyzy/1000465/53421/>.
- [16] HUTLOVÁ, H. *Goodwill podniku*. [online]. 2008 [cit. 2010-07-10]. Dostupné z: <http://dumfinanci.cz/ekonomika/goodwill-podniku>.
- [17] CHVÁTALOVÁ, Z. *Malý Maple manuál*. [online]. [cit. 2010-06-15]. Dostupné z: [http://www.maplesoft.cz/sites/default/files/img/manual\\_chvatalova.pdf](http://www.maplesoft.cz/sites/default/files/img/manual_chvatalova.pdf).
- [18] NĚMEČEK, A. *Úvodní poučení o Maple 13*. [online]. [cit. 2010-04-03]. Dostupné z: <http://math.feld.cvut.cz/nemecek/maple/zacatky/maple13/uvod131.html>.
- [19] NOVÁK, M. *Maple*. [online]. [cit. 2010-04-03]. Dostupné z: <http://maple.michalnovak.eu>.
- [20] TEDA, J.: *Intelligentní ekonomické systémy*. [online]. 2005 [cit. 2010-06-12]. Dostupné z: <http://programujte.com/?akce=clanek&cl=2005090201-inteligentni-ekonomicke-systemy-ii->.
- [21] ŽÁK, V. *Struktura systému Maple*. [online]. [cit. 2010-04-02]. Dostupné z: <http://www.maple.vladimirzak.com/systemmaple/maplestruktura.html>.
- [22] ŽÁK, V. *programování v Maple*. [online]. [cit. 2010-07-13]. Dostupné z: <http://www.stud.fme.vutbr.cz/~yzakv100/maple/programovani/programovani.html>.
- [23] Ministerstvo průmyslu a obchodu: *Benchmarkingový diagnostický systém finančních indikátorů INFA*. [online]. [cit. 2010-07-11]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/cz/ministr-a-ministerstvo/ebita/>.
- [24] Český statistický úřad: *Míra inflace*. [online]. [cit. 2010-07-11]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/mira\\_inflace](http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/mira_inflace).
- [25] Robot Revue 02/2010: *Tajemství umělé inteligence* [online]. [cit. 2010-08-08]. Dostupné z <http://www.robotrevue.cz/2010/02/38>.

### Firemní zdroje:

- [26] ABB. *Rozvaha*. 2002 - 2009.
- [27] ABB. *Výkaz zisků a ztrát*. 2002 - 2009.
- [28] ABB. Veřejné informace. 2010. Dostupné z: <http://www.abb.com>.
- [29] ABB. Interní informace. 2010.

## Seznam použitých zkratk

NOPAT - Net Operating Profit After Taxes

BSC – Balanced Scorecard

MVA – Market Added Value

EVA – Economic Added Value

CFROI – Cash Flow Return On Investments

HDP – Hrubý Domácí Produkt

CF – Cash Flow

ROE – Return On Equity

C (K) – Capital

NOA – Net Operating Access – Čistá operační aktiva

APV - Adjusted Present Value

CAS - Computer Algebra Systems

DHP – Daň z přidané hodnoty

OEM - Original Equipment Manufacturers

SBU - Strategic Business Unit

HIM - Hmotný investiční majetek

ROCE – Return On Capital Employed

ROA – Return On Assets

Ck - Cizí kapitál

Vk - Vlastní kapitál

HPCF - Hrubý Provozní Cash Flow

HNA - Hodnota Neodepisovaných Aktiv

SHI - Současné Hrubé Investice

IRR- Internal Rate of Return

## Seznam tabulek

Tab. 1: Aktiva .....	58
Tab. 2: Pasiva.....	59
Tab. 3: Výkaz zisků a ztrát .....	60
Tab. 4: Horizontální analýza.....	62
Tab. 5: Vertikální analýza.....	64
Tab. 6: Analýza zadluženosti.....	67
Tab. 7: Analýza likvidity .....	69
Tab. 8: Analýza aktivity.....	71
Tab. 9: Analýza rentability .....	73
Tab. 10: Výpočet NOA .....	74
Tab. 11: Výpočet NOPAT .....	75
Tab. 12: Výpočet nákladů cizího kapitálu .....	76
Tab. 13: Náklady vlastního kapitálu .....	76
Tab. 14: Výpočet WACC.....	77
Tab. 15: Výpočet EVA .....	77
Tab. 16: Výpočet pomocných údajů pro CFROI.....	79
Tab. 17: Výpočet CFROI.....	81
Tab. 18: Vstupní data pro síť .....	85
Tab. 19: Výsledky pro ukazatel EVA .....	88
Tab. 20: Výsledky pro ukazatel CFROI .....	89

## Seznam grafů

Graf 1: Horizontální analýza.....	63
Graf 2: Vertikální analýza aktiv.....	65
Graf 3: Vertikální analýza aktiv.....	66
Graf 4: Analýza zadluženosti 1.....	68
Graf 5: Analýza zadluženosti 2.....	68
Graf 6: Analýza likvidity .....	70
Graf 7: Analýza aktivity.....	72
Graf 8: Analýza rentability .....	73
Graf 9: NOA a NOPAT od roku 2002 do roku 2009.....	78
Graf 10: EVA v letech 2002 - 2009 .....	78
Graf 11: CFROI v letech 2002 – 2009.....	81
Graf 12: Srovnání výpočtů ukazatele EVA (klasický výpočet a užitím neuronové sítě) .....	88
Graf 13: Srovnání výpočtů ukazatele CFROI (klasický výpočet a užitím neuronové sítě) .....	89

## Seznam obrázků

Obr. 1 : Jednovrstvý perceptron.....	37
Obr. 2: Klasifikace příslušnosti bodu v rovině jednovrstvou sítí.....	38
Obr. 3: Klasifikace příslušnosti bodu v rovině dvouvrstvou sítí .....	39
Obr. 4: Klasifikace příslušnosti bodu v rovině třívrstvou sítí.....	39
Obr. 5: Obecná neuronová síť .....	40
Obr. 6: Homepage Maplesoft Inc. - Maple 14.....	51
Obr. 7: Sídla ABB v ČR .....	52
Obr. 8: Segment zákazníků ABB.....	55
Obr. 9: Vývojový diagram algoritmu pro výpočet IRR.....	80
Obr. 10: Návrh vlastní neuronové sítě .....	84

## Příloha A – Vykreslení grafů v systému Maple

### Horizontální analýza

```
multiple(plot, [Vector([2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([114, 96, 149, 132, 189, 44, 120]), style = polygon, color = blue, view = [200 .. 2009, 0 .. 400], labels = ["[-]", "[%]"), labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Aktiva"), [Vector([2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([242, 113, 161, 145, 127, 21, 380]), style = polygon, color = red, view = [2002 .. 2009, 0 .. 400], labels = ["[-]", "[%]"), labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Čistý zisk")]
```

### Vertikální analýza

```
multiple(plot, [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([80, 79, 79, 81, 86, 89, 94, 85]), style = polygon, color = blue, view = [2002 .. 2009, 0 .. 100], labels = ["[-]", "[%]"), labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Krátkodobé závazky", filled = true), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([81, 80, 79.5, 83, 88, 90, 96, 87]), style = polygon, color = green, view = [2002 .. 2009, 0 .. 100], labels = ["[-]", "[%]"), labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Dlouhodobé závazky", filled = true), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([100, 100, 100, 100, 100, 100, 100, 100]), style = polygon, color = red, view = [2002 .. 2009, 0 .. 100], labels = ["[-]", "[%]"), labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Vlastní kapitál", filled = true)]
```

### Ukazatele zadluženosti

```
multiple(plot, [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([81.7, 79.8, 79.2, 82.6, 87.2, 89.7, 95.6, 86.8]), style = polygon, color = blue, view = [2002 .. 2009, 0 .. 200], labels = ["[-]", "[%]"), labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Celková zadluženost"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([1.4, .5, .21, 1, .9, .4, 1.5, 1.5]), style = polygon, color = red, view = [2002 .. 2009, 0 .. 200], labels = ["[-]", "[%]"), labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Dlouhodobá zadluženost"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([80.2, 79.3, 79, 81.7, 86.8, 89.2, 94.4, 85.3]), style = polygon, color = green, view = [2002 .. 2009, 0 .. 200], labels = ["[-]", "[%]"), labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Krátkodobá zadluženost"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([18.2, 20.1, 20.7, 17.3, 12.2, 10.2, 4, 13.1]), style = polygon, color = black, view = [2002 .. 2009, 0 .. 200], labels = ["[-]", "[%]"), labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Míra samofinancování")]
```

```
multiple(plot, [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([81.7, 79.8, 79.2, 82.6, 87.2, 89.7, 95.6, 86.8]), style = polygon, color = blue, view = [2002 .. 2009, 0 .. 200], labels = ["[-]", "[%]"), labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Celková zadluženost"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([1.4, .5, .21, 1, .9, .4, 1.5, 1.5]), style = polygon, color = red, view = [2002 .. 2009, 0 .. 200], labels = ["[-]", "[%]"), labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Dlouhodobá zadluženost"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([18.2, 20.1, 20.7, 17.3, 12.2, 10.2, 4, 13.1]), style = polygon, color = black, view = [2002 .. 2009, 0 .. 200], labels = ["[-]", "[%]"), labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Míra samofinancování")]
```

*Vector([80.2, 79.3, 79, 81.7, 86.8, 89.2, 94.4, 85.3]), style = polygon, color = green, view = [2002 .. 2009, 0 .. 200], labels = ["[-]", "[%]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Krátkodobá zadluženost", [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([18.2, 20.1, 20.7, 17.3, 12.2, 10.2, 4, 13.1]), style = polygon, color = black, view = [2002 .. 2009, 0 .. 200], labels = ["[-]", "[%]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Míra samofinancování")*

### **Ukazatele likvidity**

*multiple(plot, [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([1.1, 1.1, 1.1, 1.1, 1, 1, .6, .7]), style = polygon, color = blue, view = [2002 .. 2009, -1 .. 2], labels = ["[-]", "[-]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Běžná likvidita"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([.6, .6, .7, .6, .5, .4, -.4, -.6]), style = polygon, color = red, view = [2002 .. 2009, -1 .. 2], labels = ["[-]", "[-]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Pohotová likvidita"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([.5, .6, .6, .6, .4, .4, -.6, -.6]), style = polygon, color = green, view = [2002 .. 2009, -1 .. 2], labels = ["[-]", "[-]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Hotovostní likvidita"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([.4, .5, .5, .6, .4, .4, .7, .7]), style = polygon, color = black, view = [2002 .. 2009, -1 .. 2], labels = ["[-]", "[-]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Cash flow likvidita")*

### **Ukazatele aktivity**

*multiple(plot, [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([1.1, 1.1, 1.1, 1.1, 1, 1, .6, .7]), style = polygon, color = blue, view = [2002 .. 2009, -1 .. 2], labels = ["[-]", "[-]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Běžná likvidita"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([.6, .6, .7, .6, .5, .4, -.4, -.6]), style = polygon, color = red, view = [2002 .. 2009, -1 .. 2], labels = ["[-]", "[-]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Pohotová likvidita"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([.5, .6, .6, .6, .4, .4, -.6, -.6]), style = polygon, color = green, view = [2002 .. 2009, -1 .. 2], labels = ["[-]", "[-]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Hotovostní likvidita"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([.4, .5, .5, .6, .4, .4, .7, .7]), style = polygon, color = black, view = [2002 .. 2009, -1 .. 2], labels = ["[-]", "[-]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "Cash flow likvidita")*

### **Ukazatele rentability**

*multiple(plot, [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([.1, .2, .2, .2, .2, .1, .1, .2]), style = polygon, color = blue, view = [2002 .. 2009, 0 .. 2], labels = ["[-]", "[-]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "ROA"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([.2, .4, .5, .7, 1, .8, 1, 1]), style = polygon, color = red, view = [2002 .. 2009, 0 .. 2], labels = ["[-]", "[-]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "ROE"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([.4, .8, .9, 1, 1.3, 1.2, 1.6, 1.3]), style = polygon, color = green, view = [2002 .. 2009, 0 .. 2], labels = ["[-]", "[-]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "ROCE")*

## Ukazatelé NOA a NOPAT

```
multiple(plot, [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([125899, 140735, 133694, 200183, 263763, 467230, 194988, 260057]), style = polygon, color = blue, view = [2002 .. 2009, 0 .. 500000], labels = ["[-]", "[tis. Kč]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "NOA"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([8882, 14149, 22521, 34061, 42230, 54157, 36365, 59650]), style = polygon, color = red, view = [2002 .. 2009, 0 .. 500000], labels = ["-", "[tis. Kč]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "NOPAT")
```

## Ukazatel EVA

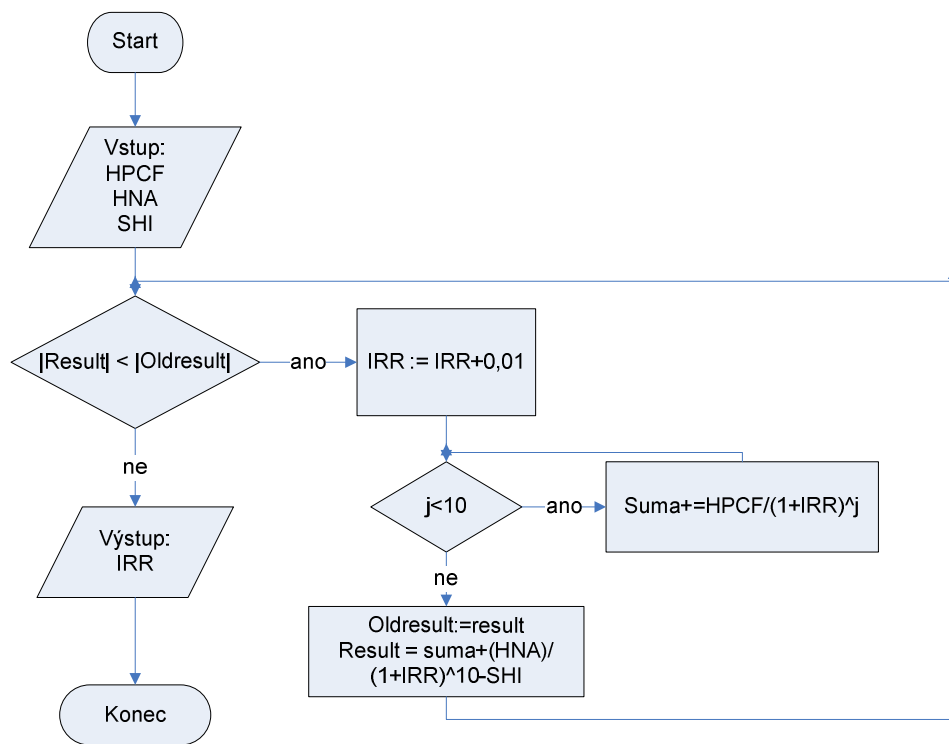
```
multiple(plot, [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([2072, 5749, 14415, 24179, 32092, 36658, 22761, 42265]), style = polygon, color = black, view = [2002 .. 2009, 0 .. 50000], labels = ["[-]", "[tis. Kč]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "EVA")
```

## Ukazatel CFROI

```
multiple(plot, [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([7.55, 8.32, 9.09, 10, 12.82, 8.53, 38.5, 15.6]), style = polygon, color = green, view = [2002 .. 2009, 0 .. 40], labels = ["[-]", "[%]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "IRR"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([5.41, 5.97, 6.06, 4.94, 3.84, 3.75, 6.98, 6.68]), style = polygon, color = red, view = [2002 .. 2009, 0 .. 40], labels = ["[-]", "[%]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "WACC"), [Vector([2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009]), Vector([2.14, 2.35, 3.03, 5.06, 8.98, 4.78, 31.52, 8, 92]), style = polygon, color = black, view = [2002 .. 2009, 0 .. 40], labels = ["[-]", "[%]"], labeldirections = [horizontal, vertical], legend = "CFROI")
```

## Příloha B – Výpočet CFROI

Vývojový diagram:



Program v Maple:

```

while |result| < |oldresult| do
  IRR := IRR + 0.01; suma := 0;
  for j from 1 to 10 do
    suma := suma +  $\frac{HPCF}{(1 + IRR)^j}$ ;
  end do;
  oldresult := result;
  result := suma +  $\frac{HNA}{(1 + IRR)^{10}} - SHI$ ;
end do;
  
```

**Poznámka:** Proměnná *result* je v případě ideálního IRR rovna 0. V průběhu výpočtu tato proměnná klesá od  $result_{max}$ , jež je výsledkem pro  $IRR = 0$ . Proměnná *oldresult* uchovává předchozí hodnotu proměnné *result*. Podmínka cyklu je založena na předpokladu, že pokud je absolutní hodnota předchozího stavu menší, než hodnota aktuální, *result* přešel přes nulu a výpočet je tímto u konce. Aktuální hodnota IRR je s danou přesností hledanou hodnotou.

## Příloha C – Neuronová síť

### Jeden neuron

```
neuron := proc(x :: Vector, w :: Vector, inputs :: integer)
  local c, i;
  c := 0;
  for i from 1 to inputs do
    c := c + (w[i] · x[i]);
  od;
  c :=  $\frac{c}{inputs \cdot 100}$ ;
  return (c);
end proc;
```

### Vrstva neuronů

```
neuron_layer := proc(x :: Vector, w :: Matrix, inputs
  :: integer, outputs :: integer, output :: Vector)
  local i;
  for i from 1 to outputs do
    output[i] := neuron(x, w[1 .. inputs, i], inputs);
  od;
end proc;
```

### Neuronová síť

```
neuron_network := proc(x :: Vector)
  #first layer
  neuron_layer(x, w1, 8, 8, x1);
  evalf(x1);
  #second layer
  neuron_layer(x1, w2, 8, 8, x2);
  evalf(x2);
  #third layer
  neuron_layer(x2, w3, 8, 8, x3);
  evalf(x3);
  #fourth layer
  neuron_layer(x3, w4, 8, 8, x4);
  evalf(x4);
  #fifth layer
  neuron_layer(x4, w5, 8, 4, x5);
  evalf(x5);
  #last layer
  neuron_layer(x5, w6, 4, 1, y);
  evalf(y);
  return y;
end proc;
```

## Učení sítě – zpětné šíření chyb

```
propagate := proc(f :: float, inputs :: integer, outputs
:: integer, xf :: Vector(datatype = float[8]), wf
:: Matrix(datatype = float[8]))
local i, j, dw, temp :: float,
for j from 1 to outputs do
  for i from 1 to inputs do
     $dw := \frac{f}{1000000} \cdot xf[i];$ 
    temp := wf[i, j];
    wf[i, j] := temp + evalf(dw);
  od
od
end proc:
```

## Učení sítě – hlavní algoritmus

```
train := proc(yl :: Vector)
  local i, yd, p, ytest, er :: float,
  ytest := 0;
  yl[1] := evalf(neuron_network(xtest))[1];
  while ((ytest[1] - yl[1]) > 0.001) do
    p := p + 1;
  for i from 1 to 5 do
    yd := evalf(neuron_network(xt[1..8, i]))[1];
    er := evalf( $\frac{yt[1] - yd}{yd}$ );
    propagate(er, 4, 1, x5, w6);
    propagate(er, 8, 4, x4, w5);
    propagate(er, 8, 8, x3, w4);
    propagate(er, 8, 8, x2, w3);
    propagate(er, 8, 8, x1, w2);
    propagate(er, 8, 8, xt[1..8, i], w1);
  end do;
  ytest[1] := yl[1];
  yl[1] := evalf(neuron_network(xtest))[1];
  # print(er);
  # print(yl[1]);
end do;
return p;
end proc:
```