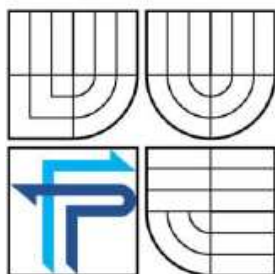


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF MANAGEMENT

# APLIKACE NEURONOVÝCH SÍTÍ PRO PODNIKATELSKÝ ZÁMĚR

THE APPLICATION OF NEURAL NETWORK FOR ENTREPRENEURIAL PROSPECTUS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S thesis

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. TOMÁŠ HOJDYSZ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Doc. Ing. PETR DOSTÁL, CSc.

BRNO 2009

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Hojdysz Tomáš, Bc.**

---

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:

**Aplikace neuronových sítí pro podnikatelský záměr**

v anglickém jazyce:

**The Application of Neural Network for Entrepreneurial Prospectus**

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:

DOSTÁL, P. Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě, CERM, Brno, 2008, 340s, ISBN 978-80-7204-605-8.

MAŘÍK, V., ŠTĚPÁNKOVÁ, O., LAŽANSKÝ, J. Umělá inteligence (4), ACADEMIA, 2003, 475p., ISBN 80-200-1044-0.

HANSELMAN, D., LITTELFIELD, B. Mastering MATLAB 7, Prentice Hall, USA, 2005, 852s., ISBN 0-13-185714-2. VOSS, S.,

THE MATHWORKS. MATLAB – Neural network – User's Guide, The MathWorks, Inc., 2008.

THE MATHWORKS. MATLAB – User's Guide, The MathWorks, Inc., 2008.

BOSE, K., LIANG, P. Neural Network, Fundamental with Graphs, Algorithm and Applications, Mc Graw-Hill, USA, 1996, 478s., ISBN 0-07-114064-6.

HAGAN, T., DEMUTH, B. Neural Network Design, PWS Publishing Comp., USA, 1996, 702s., ISBN 0-534-94332-2.

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Petr Dostál, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2008/2009.

L.S.

---

PhDr. Martina Rašticová, Ph.D.  
Ředitel ústavu

---

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA  
Děkan fakulty

V Brně, dne 20.05.2009

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce pojednává o možnostech využití neuronových sítí v podnikatelském záměru a jejich následné implementaci v konkrétní firmě. Výsledná aplikace se využívá k ulehčení výběru určitých komponent zákazníkům. Neuronové sítě byly zpracovány ve vývojovém prostředí MATLAB.

## **Klíčová slova**

Neuronová síť, MATLAB, analýza SWOT

## **Abstract**

This Master's thesis deals with neural networks application possibilities in business proposal and its further implementation in real company. Resulting application is used to ease customer's choice of specific components. A Neural networks has been processed in development system of MATLAB.

## **Keywords**

Neural network, MATLAB, SWOT analysis

## **Citace**

HOJDYSZ, T. *Aplikace neuronových sítí pro podnikatelský záměr*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2009. 70s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Petr Dostál, CSc.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Petra Dostála, CSc.

Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

.....  
Jméno Příjmení  
Datum

## **Poděkování**

Na tomto místě bych velmi rád poděkoval doc. Ing. Petru Dostálovi, CSc. za cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování mé diplomové práce.

# Obsah

ÚVOD.....	9
<b>1 CÍLE PRÁCE .....</b>	<b>10</b>
<b>2 ALFA COMPUTER CZ, S.R.O.....</b>	<b>11</b>
2.1 PROFIL FIRMY.....	11
2.2 HISTORIE FIRMY .....	12
2.2.1 Stěhování do větších prostor .....	12
2.2.2 Rozdělení prodávaného sortimentu.....	12
2.2.3 Technická podpora.....	13
2.2.4 Internetový obchod.....	13
2.2.5 Pobočka v Brně.....	13
2.2.6 Předmět podnikání firmy ALFA COMPUTER CZ, s.r.o.:.....	13
2.3 SWOT ANALÝZA .....	14
2.3.1 Zhodnocení.....	16
2.3.2 Slabé stránky a možná opatření.....	17
<b>3 NEURONOVÉ SÍTĚ.....</b>	<b>18</b>
3.1 INSPIRACE BIOLOGICKÝMI NEURONY .....	19
3.2 UMĚLÝ NEURON .....	21
3.2.1 Matematický popis neuronu .....	22
3.3 HISTORIE NEURONOVÝCH SÍTÍ.....	25
3.4 TYPY NEURONOVÝCH SÍTÍ .....	27
3.4.1 Učení s učitelem.....	28
3.4.2 Učení bez učitele .....	28
3.4.3 Neuronová síť typu perceptron.....	29
3.4.4 Hopfieldova neuronová síť.....	29
3.4.5 Kohonenova neuronová síť .....	30
3.4.6 Neuronová síť ART.....	32
<b>4 PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>34</b>
4.1 MATLAB R2008B.....	34
4.1.1 Charakteristika uživatelského prostředí MATLAB R2008b .....	35
4.2 ALGORITMUS PROGRAMU .....	36
4.2.1 Trénování sítě.....	36
4.2.2 Předložení vzoru zákazníkem .....	38
4.2.3 Zobrazení a zhodnocení výsledků.....	38



4.2.3.1	1. zákazník .....	40
4.2.3.2	2. zákazník .....	41
4.2.3.3	3. zákazník .....	42
4.2.3.4	4. zákazník .....	43
<b>5</b>	<b>TESTOVANÉ NOTEBOOKY .....</b>	<b>45</b>
5.1	TOSHIBA SATELLITE A300-1N8.....	45
5.1.1	<i>Charakteristika Toshiba Satellite A300-1N8.....</i>	<i>45</i>
5.2	DELL XPS M1530x .....	47
5.2.1	<i>Charakteristika DELL XPS M1530x .....</i>	<i>47</i>
5.3	DELL INSPIRON 1525 .....	49
5.3.1	<i>Charakteristika DELL Inspiron 1525.....</i>	<i>49</i>
5.4	FUJITSU AMILO Si 3655 .....	51
5.4.1	<i>Charakteristika Fujitsu AMILO Si 3655 .....</i>	<i>51</i>
5.5	TOSHIBA QOSMIO G50-12K.....	53
5.5.1	<i>Charakteristika Toshiba Qosmio G50-12K.....</i>	<i>53</i>
5.6	FUJITSU ESPRIMO MOBILE V5.....	55
5.6.1	<i>Charakteristika Fujitsu ESPRIMO Mobile V5.....</i>	<i>55</i>
5.7	VÝHODY A NEVÝHODY .....	57
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>58</b>
	<b>SEZNAM LITERATURY .....</b>	<b>60</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM ROVNIC .....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>65</b>

# Úvod

Neuronové sítě neboli umělou inteligenci bychom mohli v současné době zařadit mezi jednu z nejvíce rozvíjejících se oblastí. Teorie neuronových sítí je sice poměrně nový vědecký obor, který se snaží implementovat do současných technologií zpracování dat algoritmy převzaté od živých organizmů, ovšem dosažené výsledky poukazují na velmi perspektivní budoucnost. Jejím vzorem je chování odpovídajících biologických struktur.

Mezi největší přednosti neuronových sítí jistě patří schopnost učení, z čehož vyplývá určitá možnost přizpůsobení se danému problému. Jejich využití v ekonomice bylo opomíjeno, ale v poslední době se umělá inteligence pozvolná vkrádá i tady.

Svou prací bych chtěl přispět k rozvoji a možnostem využití neuronových sítí právě v této doposud málo rozvíjené oblasti., jakou je ekonomika.

# 1 Cíle práce

Diplomovou práci jsem zpracoval pro ostravskou firmu ALFA COMPUTER CZ, s.r.o., která se zabývá prodejem počítačového hardwaru a softwaru a následným servisem.

Toto dílo je možno rozdělit na dvě části. V první části se zaměřuji na firmu samotnou a na teoretický rozbor neuronových sítí. V části druhé, vycházející z poznatků teoretické části, se zaměřuji na inovace, které by pomohly zákazníkům při výběru notebooku s dnes nejrozšířenější úhlopříčkou displeje 15,4 palce.

Tento problém se snažím realizovat sice netradičním, ale o to více zajímavým způsobem, pomoci již zmiňovaných neuronových sítí, neboli umělé inteligence ve vývojovém prostředí MATLAB.

Cílem diplomové práce je vytvoření programu, jenž usnadní výběr notebooku především zákazníkům, ale také firemním prodejcům kterým umožní rychlejší a přesnější zpracování vhodné nabídky pro klienty.

## 2 ALFA COMPUTER CZ, s.r.o.

### 2.1 Profil firmy

Firma ALFA COMPUTER CZ, s.r.o. se zabývá prodejem hardware, software, komponentů PC, spotřebního materiálu, notebooků, digitální techniky a literatury.

Název firmy	ALFA COMPUTER CZ, s.r.o.
Logo firmy	
Hlavní sídlo	28.října 858/257 709 00 Ostrava – Mariánské hory
Zápis do OR	1.června 1995 ALFA COMPUTER, v.o.s. 2.února 2000 ALFA COMPUTER CZ,s.r.o.
IČO	25851748
Jednatel	Pavel Mojžíšek
Společníci	Pavel Mojžíšek
Základní kapitál	2 000 000 Kč

[13]

Firma ALFA COMPUTER CZ působí na českém trhu již 13 let. Byla založena jako veřejně obchodní společnost. Od roku 2000 se její právní forma změnila na společnost s ručením omezeným.

## 2.2 Historie firmy

Firma ALFA COMPUTER CZ, s.r.o. byla založena v roce 1995 pod názvem Alfa computer v.o.s. Z počátku se její prodej zaměřoval na domácí počítače Atari, Commodore 64 a Amiga v malé prodejně. Ovšem v následujících letech se výroba těchto počítačů snižovala, až zcela zanikla. Firma byla těmito okolnostmi přinucena přejít na prodej PC a spotřebního materiálu.

[12]

### 2.2.1 Stěhování do větších prostor



Obrázek 2-1 Prodejna ALFA COMPUTERS CZ

Firma měla stálý růst počtu zákazníků byla nucena rozšířit své prostory. Proto se v roce 1998 přestěhovala do nové větší prodejny. Po přesídlení a s většími skladovacími prostory začala firma také rozšiřovat svůj sortiment.

[12]

### 2.2.2 Rozdělení prodávaného sortimentu

Další změny nastaly v polovině roku 2000, kdy se rozdělil prodej komponentů PC a spotřebního materiálu. Spotřební materiál zůstal v původní prodejně a otevřela se nová větší prodejna s PC sestavami a komponenty na strategicky výhodném místě naproti staré prodejně.

[12]

### **2.2.3 Technická podpora**

Z důvodů množících se technických požadavků ze strany zákazníků, byla firma začátkem roku 2001 otevřela nové technické a reklamační oddělení. Toto oddělení je umístěno nad stávající prodejnou komponentů PC v prvním patře.

[12]

### **2.2.4 Internetový obchod**

Alfa vyhověla přáním zákazníků ze vzdálenějších částí republiky a počátkem roku 2004 zahájila zasílání zboží na dobírku. Současně s tím otevřela internetový obchod. V roce 2007 firma spustila druhou verzi internetového obchodu.

[12]

### **2.2.5 Pobočka v Brně**

Aby se firma více přiblížila zákazníkům i z jiných částí České republiky, byla v září 2004 otevřena pobočka v Brně. Prodává se zde kompletní sortiment všech ostravských prodejen. Společnost naslouchá žádostem, přáním a potřebám zákazníků, proto stále rozšiřuje a zkvalitňuje prodáváný sortiment zboží.

[12]

### **2.2.6 Předmět podnikání firmy ALFA COMPUTER CZ, s.r.o.:**

- koupě zboží za účelem jeho dalšího prodeje a prodej
- jiná drobná výroba a úpravy výrobků
- poskytování software ( prodej hotových programů na základě smluv s autory nebo vyhotovování programů na zakázku )
- výroba, instalace a opravy elektronických zařízení
- reklamní činnost a marketing

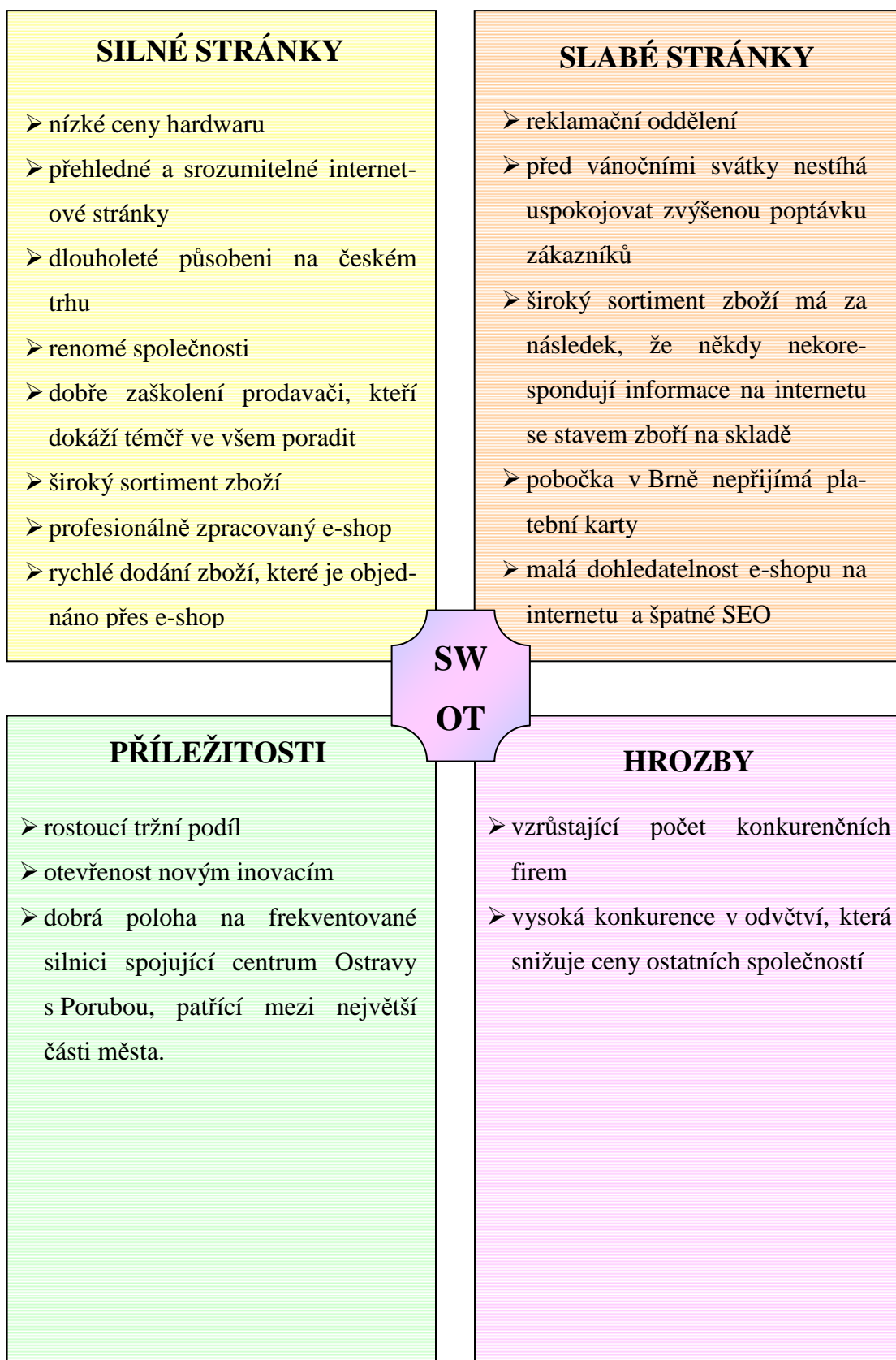
[13]

## 2.3 SWOT analýza

Základ metody spočívá v klasifikaci a ohodnocení jednotlivých faktorů, které jsou rozděleny do 4 základních skupin. Vzájemnou interakcí faktorů silných a slabých stránek na jedné straně vůči příležitostem a nebezpečím na straně druhé lze získat nové kvalitativní informace, které charakterizují a hodnotí úroveň jejich vzájemného střetu.

Při aplikaci SWOT analýzy v oblasti lidských zdrojů jsou silné a slabé stránky chápány jako analýza současnosti, možnosti a hrozby jako analýza dalšího možného vývoje. Výstupem kompletní analýzy SWOT je chování společnosti, která maximalizuje silné stránky a příležitosti a minimalizuje své slabé stránky a hrozby.

Tabulka 2-1 SWOT analýza





### **2.3.1 Zhodnocení**

Firma ALFA COMPUTERS CZ působí na českém trhu téměř 14 let. Díky rozmachu počítačových technologií v posledních 20 letech má společnost širokou základnu a velký počet jak stálých, tak neustále přibývajících řady nových zákazníků. Společnost již od svého vzniku založila svou strategii na nízkých cenách hardwarového příslušenství a širokém sortimentu, a té se drží až dodnes. Občané České republiky sice v posledních letech kladou na kvalitu větší důraz, ale cena zůstává prioritní.

Firma se nebrání novým inovacím, což dokazuje kvalitním zpracováním internetového obchodu a rozšiřováním své působnosti do jiných měst. Mezi největší hrozby je možno zařadit vzrůstající počet firem majících za následek větší konkurenci v odvětví a snižující se ceny výrobků.

V dnešní době je jedním z nejdůležitějších marketingových tahů vytvoření kvalitních internetových stránek. Vzhled je samozřejmě také důležitý, ovšem pokud nebudou stránky velmi dobře optimalizovány, najde si na ně cestu bez velké reklamy jen malá hrstka lidí. Z tohoto vyplývá, že nejen firma ALFACOMP CZ s.r.o., ale i ostatní firmy, které propagují svou společnost na internetu, musí vložit část svých prostředků do kvalitní optimalizace.

## 2.3.2 Slabé stránky a možná opatření

Tabulka 2-2 Slabé stránky a možná opatření

Slabé stránky	Možná opatření
reklamační oddělení(při reklamaci se čekání na opravený nebo nový výrobek blíží maximální možné lhůtě stanovené pro vyřízení reklamace)	zvýšení počtu pracovníků na reklamacích
v době zvýšené poptávky neschopnost rychleji a pružněji vyřizovat objednávky	dočasné zvýšení počtu prodavačů, větší propagace e-shopu
široký sortiment zboží má za následek, že aktualizace stavu zásob neodpovídá informacím na e-shopu	častější inventarizace skladových zásob a jejich aktualizace na e-shopu
pobočka v Brně nepřijímá platební karty	instalace čtečky platebních karet
malá dohledatelnost e-shopu na internetu a špatné SEO(Search Engine Optimizatio - optimalizace pro vyhledávače)	zlepšit reklamu na internetu a optimalizovat pravidelně internetové stránky a e-shop

## 3 Neuronové sítě

Definice neuronových sítí je nespočetné množství. Umělá neuronová síť je distribuovaný výpočetní systém sestávající z dílčích podsystémů (neuronů), který je inspirován neurofyziologickými poznatky o struktuře a činnosti neuronů a nervových systémů živých organismů, a který je ve větší či menší míře realizuje. Učení je základní a podstatná vlastnost neuronových sítí.

### Základní vlastnosti neuronových sítí

- schopnost extrahovat a reprezentovat závislosti v datech, které nejsou zřejmé
- schopnost řešit silně nelineární úlohy
- schopnost učit se
- schopnost zevšeobecňovat

Neuronové sítě se v hojné míře využívají pro rozpoznávání a kompresi obrazů nebo zvuků, předvídání vývoje časových řad (např. burzovních indexů), mohou být využity k filtrování spamu. V medicíně slouží k prohloubení znalostí o fungování nervových soustav živých organismů. Perceptronová síť vznikla původně jako simulace fyziologického modelu rozpoznávání vzorů na sítnici lidského oka.

[1]

Nyní existuje spousta softwarů, který umožňuje řešit ekonomické úkoly díky neuronovým sítím. Můžeme mezi ně zařadit například Statistica Neural Network, NeuroShell, Neural Connection apod. Hlavní nevýhodou těchto produktů pro uživatele je především cena, která mnohonásobně překračuje cenu běžně užívaných softwarů používaných ke statistickým analýzám(Excel).

[2]

Při práci s počítačovou aplikací neuronové sítě jsou data rozděleny do 3 skupin:

- trénovací data
- ověřovací data
- testovací data

Problémem při trénování neuronové sítě je její výstup, který by měl mít schopnost generalizace(použitelnost neuronové sítě na podobné úlohy). V případě ztráty schopnosti generalizace se hovoří o přetrénování. Pokud k tomuto dochází v průběhu učení jedná se o přeučení(overlearning).

Opačný problém je underlearning. V tomto případě je funkce příliš jednoduchá pro zachycení nelineárních vztahu mezi daty.

[4]

### Prvky neuronové sítě

Složena ze 3 částí

- umělé neurony
- propojení
- vrstvy neuronové sítě

Neurony umělé neuronové sítě jsou spolu vzájemně propojeny. Spojení je buď ve stejné vrstvě (intralayer connection) nebo mezi vrstvami(interlayer connection). Prvky neuronové sítě jsou organizovány obvykle do tří vrstev(vstupní, skrytá, výstupní).

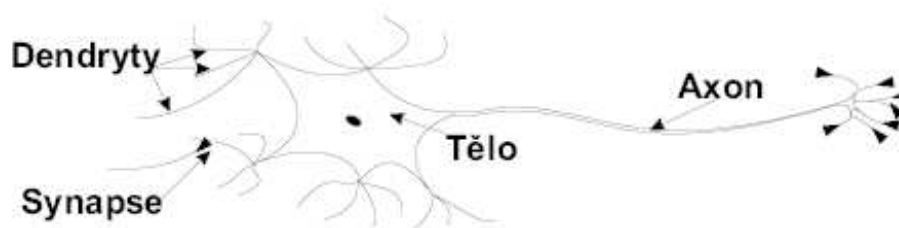
## **3.1 Inspirace biologickými neurony**

Neuronové sítě jsou biologickými neuronovými sítěmi - uměle vytvořené neuronové sítě by měly být schopny se chovat stejně nebo alespoň podobně jako jejich biologické vzory. Naskytuje se tady šance simulovat některé funkce lidského myšlení. Struktura a funkce biologických neuronu je mnohem složitější v porovnání s umělými neurony neuronové sítě. Srovnání obou neuronů je možné pouze z hlediska základních principů jejich fungování.

[1]

Lidský mozek se skládá z asi  $10^{11}$  výpočetních elementů nazývaných neurony, které spolu komunikují prostřednictvím sítí vazeb mezi vstupy a výstupy pomocí elektrických výstupů v chemickém prostředí. Vstup do sítí je umožněn smyslovými receptory, podle výsledného zpracování jsou řízeny efektory.

[2]



*Obrázek 3-1 Biologický neuron*

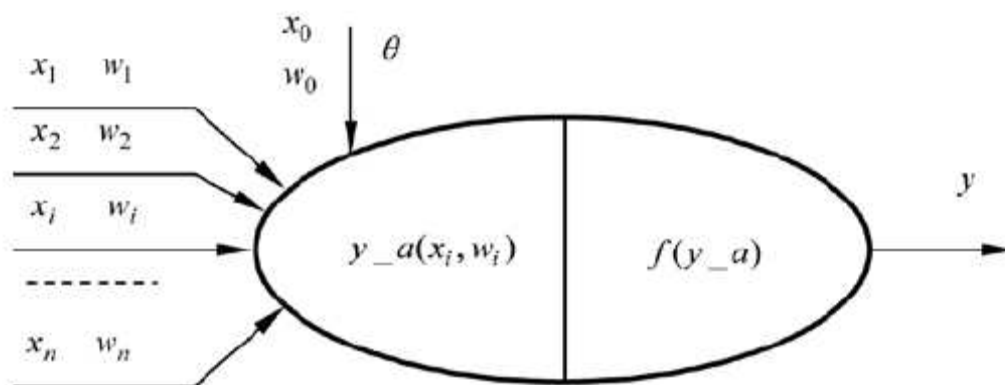
Neuron se skládá ze tří hlavních částí: Tělo, z něhož vychází jeden poměrně dlouhý výstup(axon) a množství dendritů, které tvoří vstup neuronu. Dendryty se s axony sousedních neuronů stýkají prostřednictvím rozhraní (tzv. synapse). Přenášené signály jsou elektrické impulsy, jejichž přenos je ovlivněn uvolňováním chemických látek v synapsích. Tyto chemické látky působí jako tzv. excitátory, pokud umožňují, aby následující neuron generoval impuls, nebo jako tzv. inhibitory, pokud snižují schopnost následujícího neuronu generovat impuls. Aktivace neuronu nastane tehdy, překročí-li hodnota budících vstupních signálů hodnotu tlumících signálů o určitou hodnotu.

To že se dovedou živé organismy vybavené neuronovou sítí chovat adaptivně je dáno tím, že neuronová síť je schopna učit se.

[1]

## 3.2 Umělý neuron

V umělém neuronu dochází k náhradě funkcí biologického neuronu funkcemi matematickými. Obecně se můžeme setkat s velkým počtem různých typů modelů umělých neuronů, které se navzájem liší vlastní topologií a typy matematických funkcí, které jejich chování popisují. Dosud v praxi nejpoužívanějším modelem je tzv. formální (často označován jako základní) model neuronu. Tento typ neuronu bývá také často nazýván podle svých autorů McCulloch-Pittsův neuron. Základní schéma formálního neuronu je uvedeno na obrázku 4-3.



Obrázek 3-2 Schéma umělého neuronu

$x_i$  - vstupy neuronu (výstupy z předcházející vrstvy),  $i = 1, 2, \dots, n$

$n$  - počet vstupů (počet neuronů v předcházející vrstvě)

$w_j$  - synaptické váhy

$y_a$  - vstupní potenciál neuronu

$f$  - aktivační funkce neuronu

$\theta$  - práh neuronu

$y$  - výstup neuronu

[5]

Každý umělý neuron obsahuje konečný počet vstupů a jediný výstup. Tento jediný výstup lze rozmnožit do potřebného počtu kopií – vstupů do následných neuronů. V každém neuronu se vstupní hodnoty transformují na výstup pomocí

minimálně dvou výpočetních procedur. Konkrétně se jedná o výpočet vstupního potenciálu  $y_a$  a o tzv. aktivační funkci  $f$ . Předem je nutné poznamenat, že na neuronovou síť, potažmo na aktuální stav neuronu, je třeba nahlížet jako na dynamický systém (vlastnosti se v závislosti na čase mění).

[1]

### 3.2.1 Matematický popis neuronu

$$y = F\left(\sum_{i=1}^n x_i w_i + \Theta\right)$$

*Rovnice 3-1 Matematický model neuronu*

$x_i$  - hodnota na  $i$ -tém vstupu,

$w_i$  - váha  $i$ -tého vstupu,

$\Theta$  - prahová hodnota,

$n$  - celkový počet vstupů,

$F$  - obecná nelineární funkce,

$y$  - hodnota výstupu.

#### **Vstupy do neuronu**

Vstupy neuronů bývají v převážné většině ve formě reálného čísla. V závislosti na konkrétní poloze neuronu v určité neuronové síti můžeme ve své podstatě vstupy rozdělit do dvou skupin. První skupinu tvoří výstupy z jiných, předcházejících (presynaptických) neuronů a druhou skupinu vstupů představují podněty z vnějšího okolí.

Tento vstupní vektor  $X = [x_1, \dots, x_i, \dots, x_n]$  potom představuje soubor konkrétních hodnot, které mohou být buď „kvalitativní“, nebo v „kvantitativní“ formě. Kvalitativně vyjádřené vstupní veličiny obvykle nabývají booleovských hodnot ve smyslu *ano* nebo *ne*. Kvantitativně je hodnota vstupní veličiny vyjádřena reálným číslem. Toto číslo představuje skutečné hodnoty měřených veličin. Do

kategorie kvantitativních vstupů lze zařadit fuzzy hodnoty jazykových proměnných.

[5]

### **Váhy spojení**

Pojem vah spojení je úzce spojen s propojením neuronů v neuronové síti. Váhy spojení ovlivňují jednotlivé vstupy do neuronů a tím i celou neuronovou síť. Každý vstup do neuronu je ohodnocen určitou hodnotou příslušné váhy spojení. Tato hodnota reprezentuje citlivost, s jakou příslušný vstup působí na výstup z neuronu.. Váhy spojení neuronu jsou vyjadřovány obvykle reálnými čísly, jejichž hodnoty vypovídají o průchodnosti, případně o důležitosti daného spojení.

Váhy patří do skupiny parametrů, jejichž změnou je možné v procesu učení dosáhnout shody mezi výstupy zkoumaného procesu a výstupy neuronové sítě. Právě výpočty aktuálních hodnot vah a jejich postupné ladění představují podstatnou část učících algoritmů neuronových sítí.

[5]

### **Práh neuronu**

Budeme-li si při definici prahu umělého neuronu brát striktně za vzor biologický neuron, pak práh resp. prahová hodnota znamená bariéru, kterou musí vstupní signál neuronu překonat, aby se mohl dál šířit neuronovou sítí. Hodnota prahu tedy určuje, kdy je neuron aktivní. Je-li hodnota vstupního signálu neuronu nižší než hodnota prahová, je na výstupu z neuronu signál odpovídající pasivnímu stavu neuronu.

Jakmile dojde k překročení prahové hodnoty (může během procesu měnit), stává se neuron aktivním a výstupní signál z neuronu roste až do určité maximální hodnoty. Ta je dána oborem hodnot příslušné aktivační funkce. Avšak v modelech umělých neuronů je práh často používán k tomu, aby „posouval“ signál při vstupu do aktivační funkce. Práh obecně představuje bariéru na vstupu do neuronu z okolního světa, nikoliv z jiných neuronů. V případě, že práh je jediným vstupem do neuronu, pak se jedná o sigma neuron.

[5]



### **Agregační funkce neuronu – $y_a$**

Agregační funkce neuronu si klade za úkol sloučit určitým způsobem vstupní signály neuronu.

[5]

### **Aktivační funkce neuronu – $f(y_a)$**

Úkolem aktivační funkce neuronu je převést hodnotu vstupního potenciálu na výstupní hodnotu z neuronu. Konkrétní tvary přenosových funkcí bývají velmi různorodé. V principu se dají tyto funkce rozdělit na lineární a nelineární, případně na spojité a diskrétní. Výběr vhodné přenosové funkce je závislý na konkrétním typu řešené úlohy, případně na konkrétní poloze neuronu v neuronové síti. Výběr vhodné přenosové funkce rovněž ovlivňuje náročnost technické popř. programové realizace navržené neuronové sítě.

#### **Nejčastěji používané aktivační funkce:**

- skoková
- lineární
- sigmoidální
- hyperbolicko tangenciální

[5]

### **Výstupní funkce – $o(f)$**

Dají se rozlišit dva typy výstupní funkce – identickou a neidentickou. V případě identické výstupní funkce je konečný výstup z neuronu totožný s výstupem z aktivační funkce. Naopak v případě neidentické výstupní funkce je vztah mezi konečným výstupem z neuronu a výstupem z aktivační funkce dán určitou (nejčastěji lineární) funkční závislostí.

[5]

### 3.3 Historie neuronových sítí

Počátek prací se datuje k roku 1943, kdy s velmi jednoduchým modelem neuronu přišli Warren McCulloch a Walter Pittse. Pro vysvětlení neuron: je fundamentální jednotka každé neuronové soustavy. Číselné hodnoty byly z množiny  $\{-1,0,1\}$  čili bipolární systém. Zároveň se jim podařilo ukázat, že nejjednodušší typ modelů může počítat s libovolnou aritmetikou či funkcí.

[2]

V roce 1949 byla vydána kniha *The Organization of Behavior* od Donalda Hebba. Poskytla návod, jak používat učící pravidlo pro synapse neuronů (interface). Inspiroval se myšlenkou podmíněných reflexů, které jsou pozorovatelné u živočichů. Ovlivnil řadu dalších vědců ačkoliv 40.-50. léta nepřinesla zásadní pokrok v oblasti neurovýpočtů. První vlašťovka v této oblasti byl neuropočítač Snark. Byl postaven v roce 1951 a u jeho zrodu stál Marvin Minsky. Byl velmi úspěšným z technického hlediska a automaticky adaptoval váhy.

[2]

Frank Rosenblatt zobecnil model neuronu v roce 1957 na tzv. perceptron, který počítal s reálnými čísly. Jedná se o pevnou architekturu jednovrstvé sítě s “n” vstupními a “m” výstupními neurony. Zároveň navrhl učící algoritmus, který v konečném čase nalezne odpovídající váhový vektor parametrů nezávisle na počáteční konfiguraci. V tomto případě se reálné stavy neuronů ve vstupní vrstvě nastavily na vstup sítě a výstupní neurony počítaly svůj binární stav, který určil výstup sítě stejným způsobem jako obecný neuron. Na základě tohoto výzkumu spolu s Charlesem Wightmanem sestrojil během let 1957 a 1958 první neuropočítač. Jmenoval se Mark I Perceptron a byl navržen pro rozpoznávání znaků.

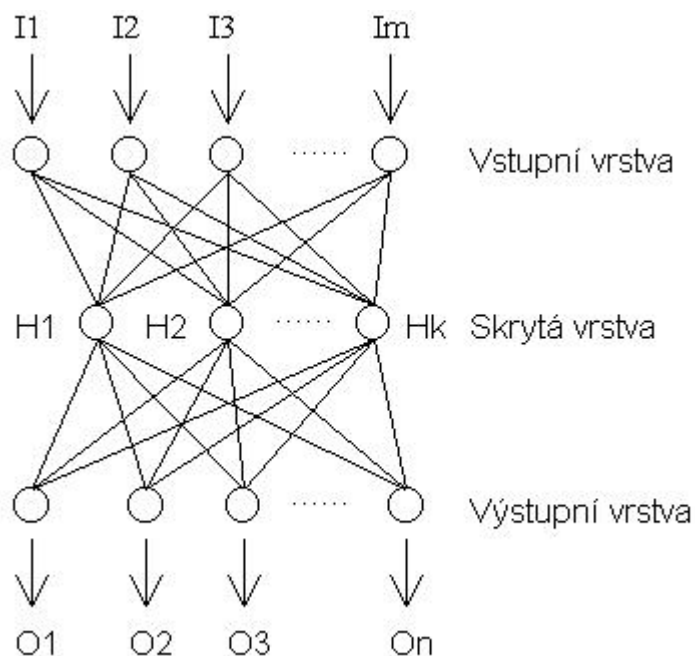
[2]

Přes řadu nesporných úspěchů byly sítě a neuropočítače používány pouze z experimentálního hlediska. Nepříliš velká publicita také nepřála rozvoji oboru. Tyto zkušenosti nepřímo ovlivnily řadu dalších vědců a inženýrů. Nejlepší z nejlepších odcházejí do jiných oblastí výzkumu. V období 1967-82 nastala stagnace.

V 80. letech se objevila řada zajímavých talentů jako Shun-Ichi Amari, James Anderson, Kunihiko Fukushima, Stephen Grossberg, Teuvo Kohonen a David Willshaw. Podávají vlastní grantové projekty na neuropočítače a jejich využití. Vyniká grantová agentura DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency). To, co bylo zdánlivě mrtvé, se opět dostalo do popředí.

[2]

V roce 1986 badatelé sdružení do PDP skupiny (Parallel Distributed Processing Group) s zástupci Davidem Rumelhartem, Geoffreyem Hintonem a Ronaldem Williamsem publikovali učicí algoritmus zpětného šíření chyby tzv. backpropagation pro vícevrstvou neuronovou síť. Model byl zobecněním sítě perceptronů pro acyklickou architekturu se skrytými vrstvami. Síť se učila pomocí algoritmu zpětného šíření chyby. Backpropagation byl využit a aplikován v systému NETtalk vyvinutým Terrencem Sejnowskim a Charlesem Rosenbergem. Systém úspěšně konvertoval anglicky psaný text na mluvený. Byl přímým konkurentem systému DECtalk, který obsahoval stovky pravidel vytvářených lingvisty po celá desetiletí. Již z tohoto malého příkladu je vidět nesporná síla neuropočítače.



Obrázek 3-3 Vícevrstvá neuronová síť

V roce 1987 se v San Diegu konala první větší konference s výhradním zaměřením na neuronové sítě. International Conference on Neural Networks uvítala přes 1700 účastníků s jasným výsledkem založení mezinárodní společnosti pro výzkum neuronových sítí INNS (International Neural Network Society). Vzniká řada světoznámých časopisů jako jsou Neural Networks, Neural Computation, IEEE Transactions on Neural Networks. I Česká republika získává v roce 1991 mezinárodní časopis Neural Networks World. Od roku 1987 řada univerzit na celém světě zakládá nové výzkumné ústavy s tímto zaměřením.

[2]

### 3.4 Typy neuronových sítí

Učení UNS lze realizovat induktivní nebo deduktivní metodou. Při učení induktivní metodou vyvozujeme všeobecně platné závěry na základě pozorování množiny jevů (hovoříme o syntetickém přístupu k učení). V případě učení deduktivní metodou vystačíme s pozorováním jediného jevu a s jeho analýzou (analytický přístup). Při učení neuronové sítě pracujeme nejčastěji s metodou induktivní, která buď vyžaduje nebo nevyžaduje lidskou podporu. V prvním případě hovoříme o učení s učitelem, který poskytuje správnou informaci o požadovaném výstupu sítě. V druhém případě se jedná o učení bez učitele, kdy učící se systém nedostává informaci o správném výstupu od učitele, ale odvozuje si ji od svého výstupu prostřednictvím zpětné vazby.

#### Rozdělení neuronových sítí:

*Tabulka 3-1 Rozdělení neuronových sítí:*

Podle způsobu učení		Nastaveny pevné váhy
učení s učitelem	učení bez učitele	
Perceptron	ART1,ART2	LAM
MLB	Kohenova síť	Hopfieldova síť
TDNN	Neocognitron	BAM

V současné době je prozkoumána a realizována celá řada umělých neuronových sítí. Z nich nejvíce používané jsou vícevrstevné dopředné neuronové sítě. Jejich použití je zejména v oblasti modelování složitých a nelineárních statických a dynamických systémů. V poslední době se pozornost výzkumu zaměřila na jejich použití i v oblasti řízení.

[3]

### **3.4.1 Učení s učitelem**

Představuje v praxi nejběžnější způsob učení. Jedná se o učení s učitelem, tudíž hledaná transformační funkce umělé neuronové sítě je vždy dána dvojicí hodnot. A to hodnotou vstupní proměnné na straně jedné, a k ní požadovaným výstupem daný učitelem na straně druhé. Tyto požadované výstupní hodnoty se během učícího procesu porovnávají se skutečným výstupem sítě (skutečný výstup vznikne jako odezva neuronové sítě na daný vstupní signál). Přitom během procesu učení dochází k modifikaci vah spojení za účelem dosažení co možná největší shody mezi skutečným a požadovaným výstupem.

[3]

### **3.4.2 Učení bez učitele**

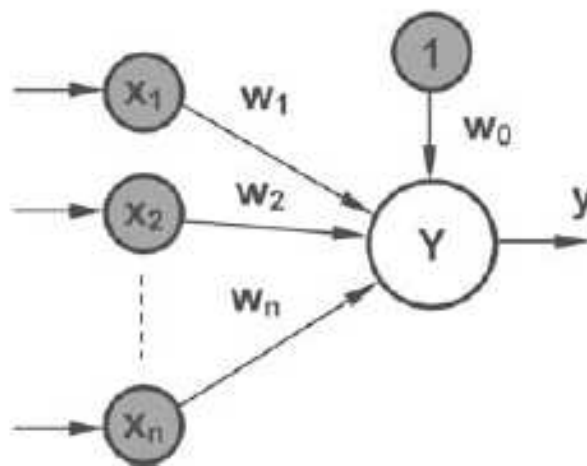
Tento typ učení je založen na schopnosti neuronových sítí rozeznat ve svých vstupech stejné nebo podobné vlastnosti a třídit tak předkládané vektory podle těchto vlastností. Podobné vektory se sdružují do tzv. shluků – map (podobné mapy se nacházejí také v jednotlivých částech mozku). Přitom algoritmus učení nemá informaci o požadovaných hodnotách výstupních neuronů. Neuronové sítě poskytujeme pouze hodnoty vstupních proměnných. Principem učení je výpočet vzdálenosti mezi vzory a aktuálními hodnotami. Jsou hledány minimální vzdálenosti vzoru.

[3]

### 3.4.3 Neuronová síť typu perceptron

Perceptronové neuronové sítě patří mezi nejznámější a v praxi nejpoužívanější neuronové sítě. Topologie může být tvořena buď jedním výkonným prvkem – neuronem (jednoduchý perceptron) nebo více neurony (vícevrstvý perceptron). Základním výkonným prvkem perceptronových sítí je model neuronu s lineárně váženou agregační funkcí a skokovou aktivační funkcí – jde o zvláštní případ základního McCulloch-Pittsova modelu neuronu. Učení perceptronu probíhá s učitelem.

[3]



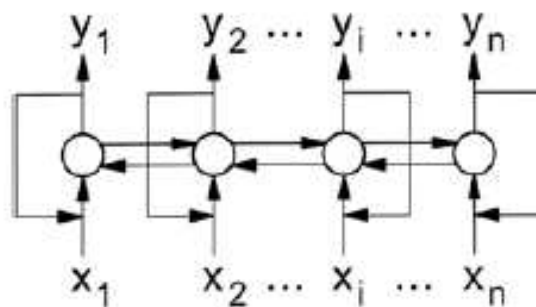
Obrázek 3-4 Neuronová síť typu perceptron

### 3.4.4 Hopfieldova neuronová síť

Hopfieldova síť představuje jednovrstvou síť, ve které jsou neurony propojeny způsobem „každý s každým, kromě sebe sama“ Hopfieldova síť obsahuje tolik neuronů, kolik je vstupů resp. výstupů neuronové sítě. Přitom každý neuron je zároveň vstupním i výstupním neuronem. Výstup každého neuronu je přes váhy spojení opětovně přiváděn na vstupy ostatních neuronů, čímž vzniká uzavřená smyčka (zpětná vazba). Hopfieldovu síť tedy řadíme do skupiny rekurentních (zpětnovazebních) neuronových sítí. Každý neuron přijímá jak vstupní signály, tak i interní výstupní signály od ostatních neuronů. Během učení dochází k iterativnímu

procesu. Jedná se o případ učení bez učitele, při kterém se využívá pouze reakce na předkládané vstupy. Vstupní vektor způsobí reakci na výstupech sítě a hodnoty výstupů se ihned přivádějí jako vstupy sítě. Tento proces probíhá až do stavu, kdy jsou výstupní hodnoty identické s hodnotami vstupními. Změny synaptických vah mezi jednotlivými neurony probíhají dle Hebbova algoritmu učení. Hopfieldovi sítě dělíme na binární (s nelineární aktivační funkcí) a na spojité (např. se spojitou sigmoidální aktivační funkcí). V současné době existuje velké množství modifikací této sítě. Hopfieldova síť pracuje jako asociativní paměť, v praxi bývá používána např. k řešení optimalizačních problémů.

[3]



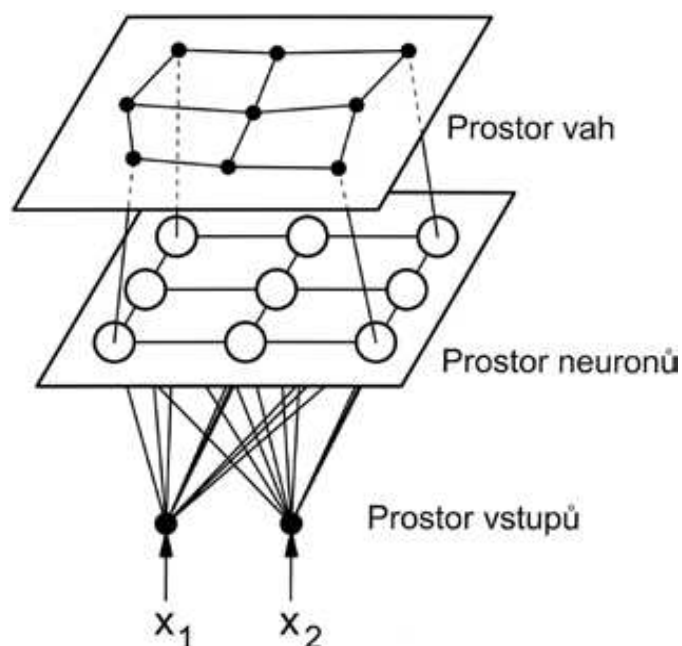
Obrázek 3-5 Hopfieldova neuronová síť

### 3.4.5 Kohonenova neuronová síť

Kohonenova neuronová síť patří do skupiny samoorganizujících se neuronových sítí, tzn., že ke svému učení nepotřebují učitele. Někdy bývá nazývána též Kohonenovou topologickou mapou. Kohonenova síť obsahuje jedinou vrstvu neuronů v tzv. Kohonenově kompetiční vrstvě. Přičemž každý vstup do sítě je plně propojen s každým neuronem v kompetiční vrstvě. Nebo-li každý neuron, nacházející se v kompetiční vrstvě má informaci o hodnotě každého vstupu. Přičemž váhy spojení každého neuronu představují souřadnice udávající konkrétní polohu neuronu v prostoru. Neurony v kompetiční vrstvě jsou mezi sebou ještě určitým

způsobem laterálně spojeny. Tyto laterální spoje jsou uspořádány do předem zvolené topologické mřížky (např. čtverec, kruh atp.). Kohonenova síť je tvořena formálními neurony, které nemají práh, přičemž jejich výstup je nejčastěji dvouhodnotový (0 – neaktivní; 1 – aktivní). Základní princip učení spočívá ve stanovení „vzdálenosti“ mezi předkládanými vstupními vektory a souřadnicemi neuronů umístěných v kompetiční vrstvě. Ze všech neuronů se pak vybere ten, který má nejmenší vzdálenost a stává se „vítězem“. Tento neuron se stává aktivním. Okolo vítěze se dále vytvoří okolí, do kterého se zahrnou ty neurony, které se podle zvoleného kritéria nejvíce „podobají“ vítězi. Váhy těchto neuronů se pak modifikují. Proces učení je ukončen po vyčerpání stanoveného počtu iterací. Kohonenova neuronová síť bývá nejčastěji používána k rozpoznávání vzorů nebo v robotice.

[3]



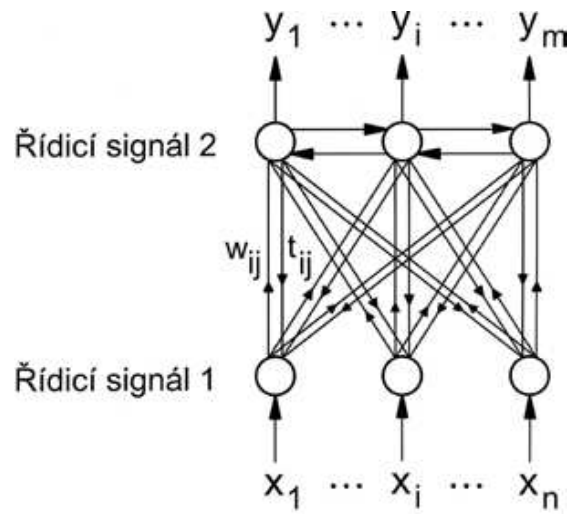
Obrázek 3-6 Kohonenova neuronová síť



### 3.4.6 Neuronová síť ART

Velké množství typů neuronových sítí při své funkci naráží na tzv. problém proměnné stability. Ve své podstatě se jedná o to, že síť není schopna naučit se novou informaci bez poškození informace již dříve naučené. Při trénování sítě na novém vzoru může z důvodu změny vah spojení dojít ke „zhroucení“ celé sítě, což představuje ztrátu veškerých již dříve naučených a uchovaných informací. V praxi to znamená, že s celým učením je třeba začít znovu. Neuronové síť typu ART (Adaptive Resonance Theory) dokáží výše uvedený problém proměnné stability řešit. Jedná se o asociativní paměť, která v procesu učení nevyžaduje učitele. Hlavní předností ART sítě je její schopnost přepínat mezi tzv. tvárným a tzv. stabilním módem, aniž by došlo k poškození již naučené informace. Přičemž pod pojmem tvárný mód rozumíme učící stav, kdy nastavitelné parametry sítě mohou být modifikovány. Stabilní mód je naopak stav, kdy jsou parametry sítě již pevně nastaveny a síť již vykonává námi požadovanou funkci. Základní schéma sítě ART je znázorněno na obr. 3-7. Jak je patrné, je tato síť složena ze dvou vrstev. Z první, vstupní vrstvy (někdy bývá nazývána porovnávací) a z druhé vrstvy – výstupní (rozpoznávací). Označení porovnávací resp. Rozpoznávací vrstva bývá používáno z důvodu časté záměny funkce vstupní vrstvy za výstupní (a naopak) během činnosti sítě. Obě tyto vrstvy jsou vzájemně propojeny vahami spojení. Váhy, které směřují od porovnávací k rozpoznávací vrstvě se nazývají dopřednými vahami a váhy jdoucí směrem opačným jsou váhy zpětné. Vlastní síť je plně propojená, tzn. každý neuron ve vstupní vrstvě je propojen s každým neuronem vrstvy výstupní a to v obou směrech. Ke každé vrstvě náleží ještě tzv. logické řídicí signály, které ovlivňují tok informací vrstvami během pracovního cyklu sítě. Hlavní odlišností sítě typu ART od klasických paradigmat je opakovaná výměna vstupního vektoru mezi vstupem a výstupem přes příslušné váhy spojení. Vlastní princip učení spočívá v adaptaci vah spojení při každé výměně určitého vzoru mezi oběma vrstvami. Tento proces probíhá tak dlouho, dokud není nalezen ustálený stav.

[3]



Obrázek 3-7 Neuronová síť ART

[4]

## 4 Praktická část

V praktické části diplomové práce jsem se zaměřil na možné inovace, které by usnadnily výběr komponent zákazníkům. Konkrétně se jedná o notebooky s dnes nejrozšířenější velikostí displeje. Tento problém je možno řešit více způsoby. Zaměřil jsem se na využití umělé inteligence neboli neuronových sítí pomocí programu MATLAB. Mezi jiné alternativy patří využití fuzzy logiky. Tato metoda je zajiště více intuitivní i jednodušší, ale neklade téměř žádné nároky na kreativitu a jiný pohled na věc. Hlavně díky těmto aspektům jsem se rozhodl pro využití umělé inteligence.

### 4.1 MATLAB R2008b

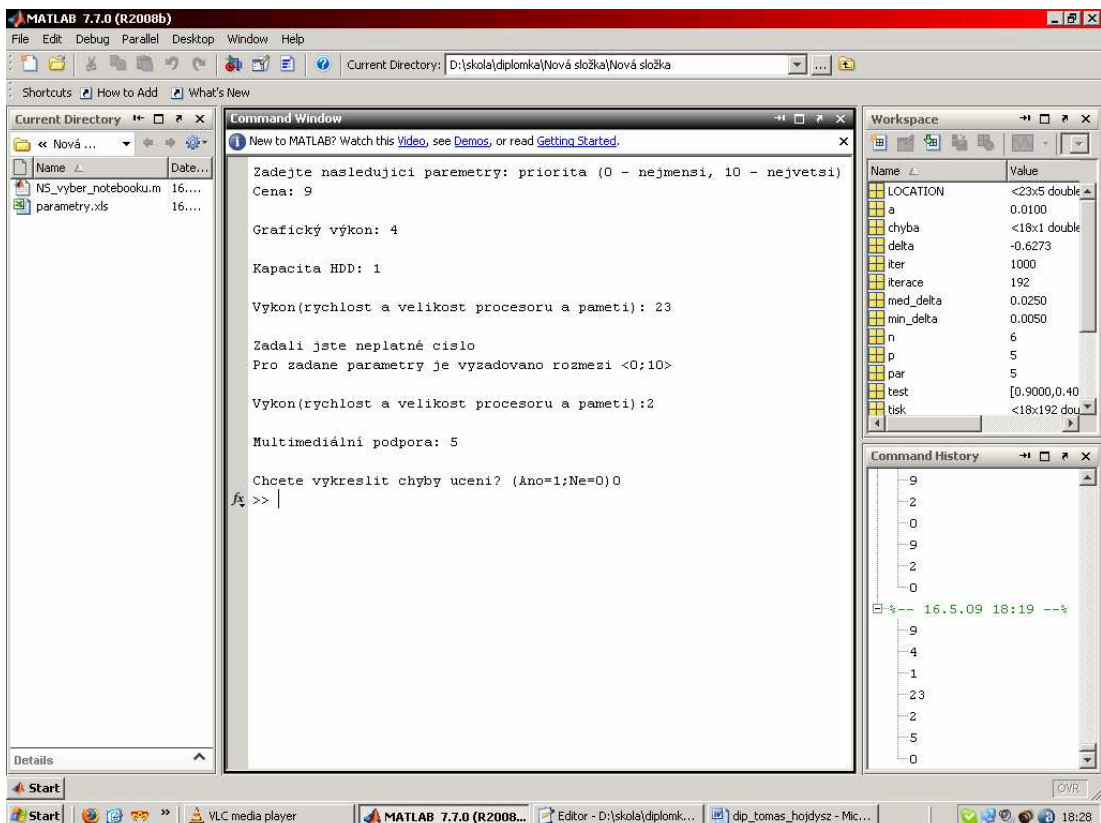
MATLAB je výkonné integrované prostředí a skriptovací programovací jazyk pro vědeckotechnické výpočty, modelování, návrhy algoritmů, simulace, analýzu a prezentaci dat, paralelní výpočty, měření a zpracování signálů, návrhy řídicích a komunikačních systémů. MATLAB je nástroj jak pro pohodlnou interaktivní práci, tak pro vývoj širokého spektra aplikací.

MATLAB obsahuje celou řadu různých nadstaveb(Simulink – program pro modelování a simulaci dynamických systémů) a toolboxu(Neural Network Toolbox, Fuzzy Logic Toolbox). Název MATLAB vznikl zkrácením slov MATrix LABORatory (laboratoř s maticemi), což odpovídá skutečnosti, že klíčovou datovou strukturou při výpočtech v MATLABu jsou matice. Vlastní programovací jazyk vychází z jazyka Fortran a byl vyvinut firmou MathWorks Inc.

## 4.1.1 Charakteristika uživatelského prostředí MATLAB R2008b

Jak je patrné z obrázku 4-1 obsahuje uživatelské prostředí MATLABu několik oken. Command Window je příkazové okno, ve kterém se zadávají příkazy a vypisují se výsledky. Workspace je možno nazvat „pracovním prostorem“, obsahujícím přehled platných proměnných. Dále je tady okno Command History, které zaznamenává zadané příkazy a posledním je Current Directory s výpisem aktuálního adresáře.

Mezi další využívané podprogramy patří tzv. „m-file“, patřící mezi oblíbené pomůcky valné většiny uživatelů. Jedná se o přehlednější náhradu příkazového okna, díky možnosti napsání celého programu najednou.



Obrázek 4-1 Uživatelské prostředí MATLABu R2008b

## 4.2 Algoritmus programu

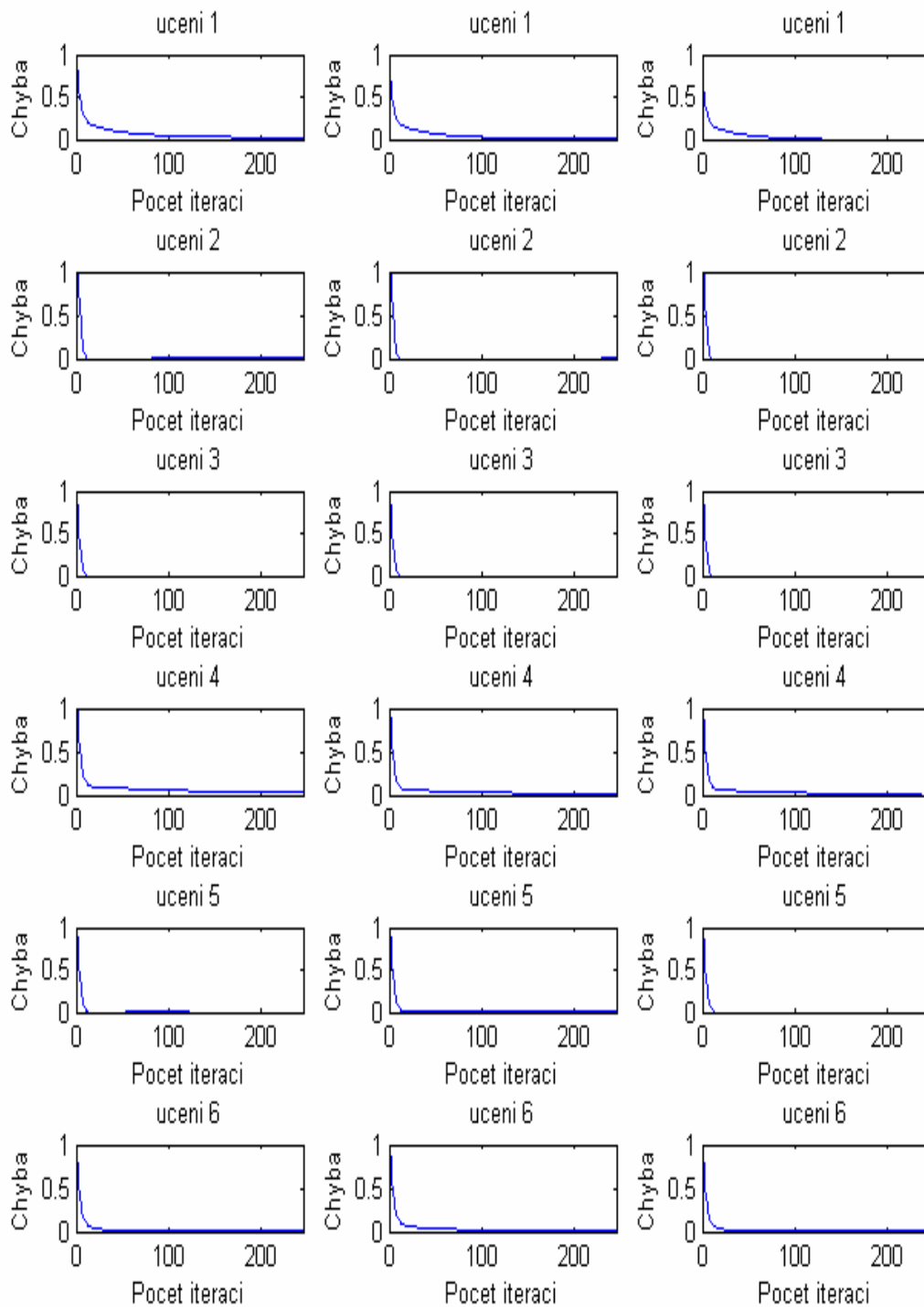
Algoritmus programu, neboli vývojový diagram, je rozdělen v několika krocích. V prvním kroku je potřeba neuronovou síť tzv. “natrénovat“, přičemž postup tréninku je popsán v kapitole 4.2.1. Po naučení neuronové sítě mohou uživatelé zadat vstupní parametry, ze kterých získáme sloupcový graf, s jehož pomocí lze určit ideální typ notebooku pro daného zákazníka. Vývojový diagram, který transformuje slovní popis práce neuronové sítě je na obrázku 4-2.

### 4.2.1 Trénování sítě

Trénování neuronové sítě je díky mnoha parametrům a citlivosti při nastavování značně složité. Pro svůj projekt jsem využil síť typu perceptron s 5 vstupy a 1 výstupem. Pro každý notebook jsem zadal troje trénovacích dat kvůli dosažení lepších výsledků. Trénovací data jsou hodnoty v rozmezí 0(nedostatečné) až 1(ideální) a určují parametry notebooku. Konkrétně se jedná o 5 parametru: cena, grafický výkon, kapacita HDD, výkon(rychlost a velikost procesoru a paměti) a multimediální podpora.

Při trénování je nutno nastavit tzv. učící koeficient, určující rychlost učení. Příliš velká hodnota ovšem vede k nežádoucím oscilacím. Můj učící koeficient je nastaven na hodnotě 0,01, přičemž možný rozsah je  $<0;1>$ . Dalším důležitým parametrem je nastavení počtu iterací(opakování) učení. Pokud by byl počet iterací vyšší nežli ideální došlo by k přeučení sítě a tedy ke zkreslení výsledku. Tento problém je ošetřen podmínkou, která při dosažení požadovaných hodnot ukončí učení neuronové sítě. Vykreslení chyby učení jednotlivých vzorů v závislosti na počtu iterací je znázorněno v grafu 4-1. Síť byla “naučena“ u všech předložených trénovacích datech po přibližně 250 opakováních. Ukončovací podmínka je nastavena na hodnotu 0,005(při hodnotě nižší je trénování umělé inteligence ukončeno).

Graf 4-1 Chyba učení v závislosti na počtu opakování



Postup trénování neuronové sítě je shrnut v několika bodech :

1. Náhodné nastavení volných parametrů sítě(vah)
2. Průběh dat sítí
3. Výpočet chyby porovnáním aktuálního výstupu s empirickým výstupem
4. Zpětná úprava volných parametru(vah) modelu neuronové sítě(učení)
5. Vyhodnocení(ANO – konec tréninku; NE – opakování kroku 2 -5)

#### **4.2.2 Předložení vzoru zákazníkem**

Naučená neuronová síť je určena k usnadnění výběru notebooku nejen kupujícím, ale především k zefektivnění a úspoře času a peněz firmě. Segmentaci trhu klientů mající zájem o koupi notebooku lze rozdělit do 6 skupin:

Zákazníci orientováni na cenu, výkon, multimedia, grafiku, hry a dobrý poměr ceny a výkonu. Každá s těchto potřeb je zastoupena jedním notebookem, který se dané skupině spotřebitelů nejvíc podobá.

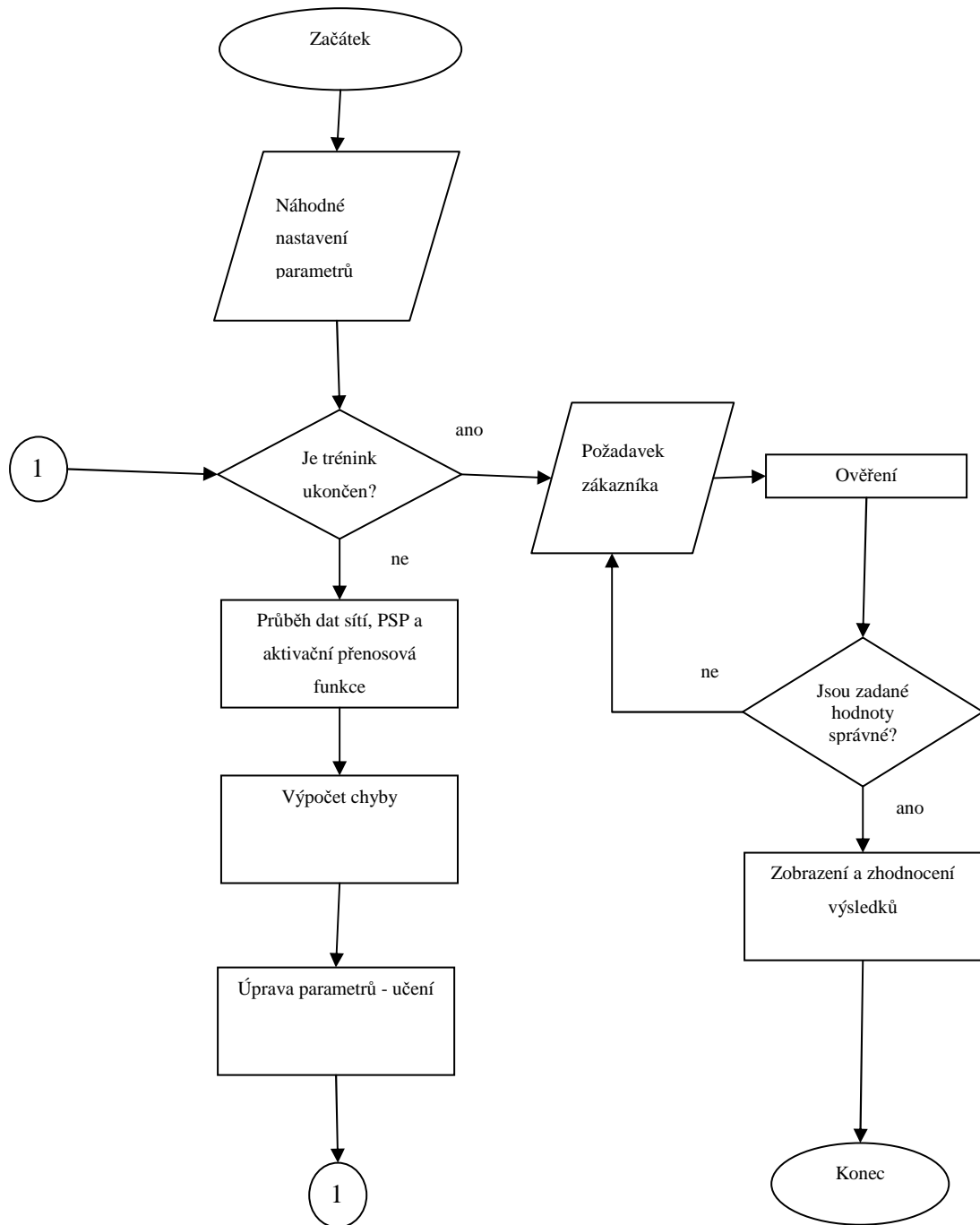
Zájemce o koupi notebooku vyplní prioritu k 5 vstupním parametrům a výstupem je pro něho ideální notebook.

#### **4.2.3 Zobrazení a zhodnocení výsledků**

Program byl otestován u potenciálních zájemců o notebook ve firmě ALFACOMP CZ, s.r.o. Pro výsledek testu jsem vybral 4 zákazníky s různými požadavky na parametry notebooku.

Výstupem je sloupcový graf, určující výhodnost koupě jednotlivých typů přenosných počítačů. Neuronová síť je "blbuvzdorná" tzn., že při zadání nesmyslných hodnot, jako je například nejlepší možný výkon za nízkou cenu, bude výstupem homogenní graf, který nebude výrazně upřednostňovat žádnou sestavu.

Obrázek 4-2 Vývojový diagram





#### 4.2.3.1 1. zákazník

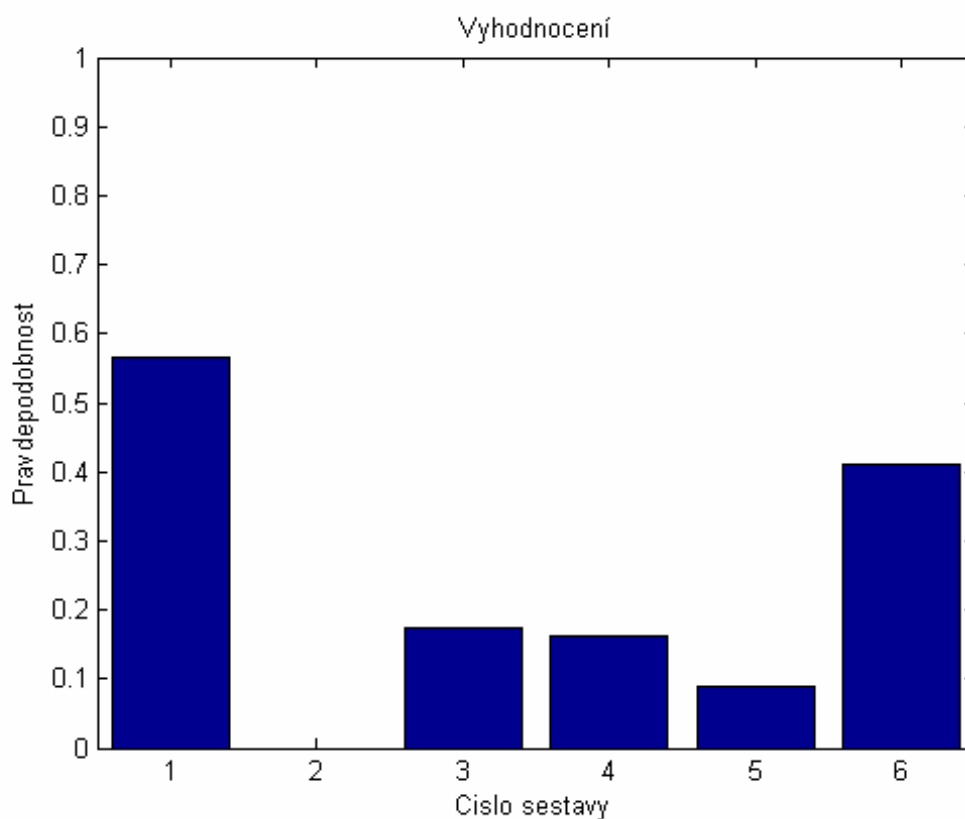
První zákazník byl značně orientován na slušnou cenu, což dokazují jeho vstupní hodnoty, neboli priority.

Tabulka 4-1 Vložené hodnoty 1. zákazníkem

	Priorita(0-nejmenší, 10-největší)
Cena	9
Grafický výkon	2
Kapacita HDD	3
Výkon	1
Multimediální podpora	4

Nejvhodnějším notebookem je podle očekávání Toshiba Satellite A300-1N8, která nedisponuje zářivým výkonem, ale skvělou cenou. Na druhé straně je DELL XPS M1530 naprosto nevyhovující zadaným parametrům.

Graf 4-2 Výsledek pro 1. zákazníka



#### 4.2.3.2 2. zákazník

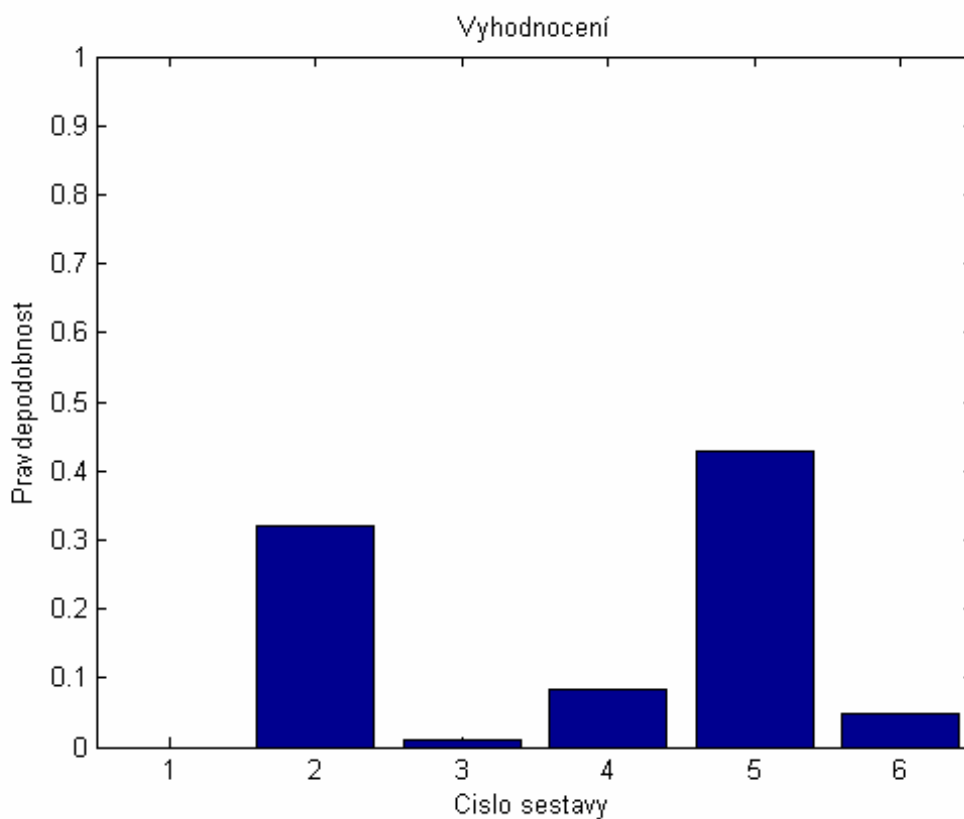
Další zákazník zastupuje skupinu mladších lidí, kteří využívají notebook nejen k práci, ale i k zábavě v podobě počítačových her.

Tabulka 4-2 Vložené hodnoty 2. zákazníkem

	Priorita(0-nejmenší, 10-největší)
Cena	2
Grafický výkon	7
Kapacita HDD	8
Výkon	7
Multimediální podpora	6

Nejvhodnějším notebookem je Toshiba Qosmio G50-12K, která má dostatečný HDD a slušný výkon, ale vyšší cenu.

Graf 4-3 Výsledek pro 2. zákazníka



### 4.2.3.3 3. zákazník

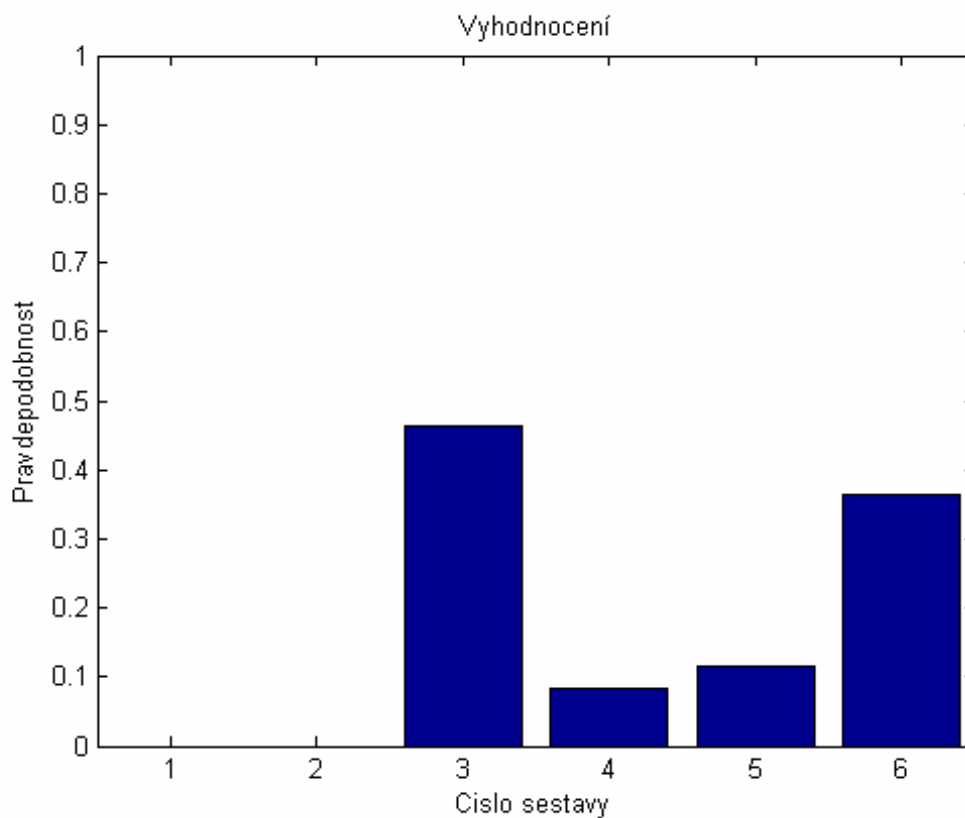
Klient požadoval vysokou možnost připojení k internetu a velkou podporu výstupů k externímu vybavení.

Tabulka 4-3 Vložené hodnoty 3. zákazníkem

	Priorita(0-nejmenší, 10-největší)
Cena	5
Grafický výkon	4
Kapacita HDD	5
Výkon	3
Multimediální podpora	9

Nejvhodnějším notebookem je DELL Inspiron 1525, s širokou podporou multimediálního příslušenství.

Graf 4-4 Výsledek pro 3. zákazníka



#### 4.2.3.4 4. zákazník

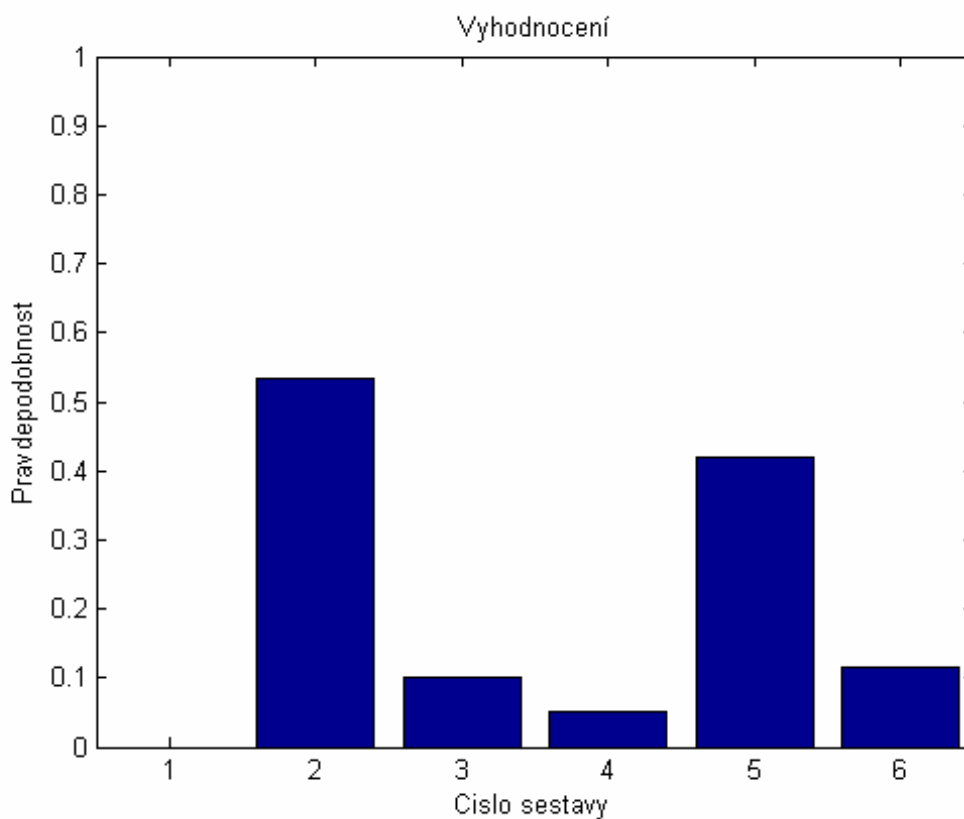
Poslední klient požadoval vysoký výkon ke své práci. Výše ceny notebooku pro něho nehrála žádný význam.

Tabulka 4-4 Vložené hodnoty 4. zákazníkem

	Priorita(0-nejmenší, 10-největší)
Cena	1
Grafický výkon	8
Kapacita HDD	9
Výkon	9
Multimediální podpora	9

Nejvhodnějším notebookem je DELL XPS M1530, disponující skvělým výkonem. Cena odpovídá vysokému výkonu.

Graf 4-5 Výsledek pro 4. zákazníka



*Tabulka 4-5 Rozdělení notebooku*

Pořadové číslo	Název notebooku
1.	Toshiba Satellite A300-1N8
2.	DELL XPS M1530
3.	DELL Inspiron 1525
4.	Fujitsu AMILO Si 3655
5.	Toshiba Qosmio G50-12K
6.	Fujitsu ESPRIMO Mobile V5

## **5 Testované notebooky**

### **5.1 Toshiba Satellite A300-1N8**



*Obrázek 5-1 Notebook FSC Toshiba Satellite A300-1N8*

#### **5.1.1 Charakteristika Toshiba Satellite A300-1N8**

Notebook Toshiba Satellite A300-1N8 je určen pro občasné uživatele, jenž velmi záleží na ceně. Nižší cena je ovšem kompenzována slabším výkonem, který je ovšem dostačující pro většinu běžně užívaných aplikací. Pořizovací cena je 13390 Kč.

Tabulka 5-1 Parametry notebooku FSC Toshiba Satellite A300-IN8

Operační systém	bez OS
Procesor	Intel Pentium Dual Core T3200
Frekvence procesoru	2 GHz
Frekvence sběrnice	667 MHz
L2 cache	1 MB
Operační paměť DDR2	3 GB
Max. velikost operační paměti	4 GB
Kapacita pevného disku	250 GB
Rozhraní pevného disku	SATA
Otáčky pevného disku	5400 ot./min
Optická mechanika	DVD+-RW DL+ Super Multi
Velikost displeje	15.4"
Rozlišení displeje	1280 x 800
Úprava povrchu displeje	TruBrite®
Grafická karta	Intel Graphics Media Accelerator X4500
Analogový výstup pro monitor	ano
Digitální výstup pro monitor	ne
HDMI výstup	ano
Reproduktory	ano
Mikrofon	ano
Webová kamera	ano
Rozlišení kamery	1.3 Mpx
Podpora High-definition audio	ano
Výstup na sluchátka	ano
Vstup pro mikrofon	ano
FAX modem	ano
Síťová karta	ano
Rychlost síťové karty	10/100 Mbps
Wi-Fi bezdrátová síťová karta	ano
Wi-Fi specifikace	802.11b/g
Bluetooth™	ano
Infračervený port	ne
Počet portů USB	4
FireWire (IEEE1394) port	ano
Počet portů FireWire	1
PC Card slot	ne
Rozměry (V x Š x H)	34.5~38.5 x 362 x 267 mm
Hmotnost	2.72 kg

## 5.2 DELL XPS M1530x



*Obrázek 5-2 Notebook DELL XPS M1530x*

### 5.2.1 Charakteristika DELL XPS M1530x

Notebook DELL XPS M1530 je přesným opakem Toshiba Satellite A300-1N8. Mezi uživatele, využívající tento notebook je možno zařadit ty, pro které je důležitý výkon notebooku, ne však jeho cena. Je vyroben z prvotřídních materiálů, které byly vybrány pro svoji nízkou váhu a trvanlivost. Notebook XPSTM M1530 je plný inovačních funkcí a nabízí skutečně výkonné výpočetní řešení. Notebook je vybaven operačním systémem Windows Vista Ultimate. Cena pořízení je 41015 Kč.



Tabulka 5-2 Parametry notebooku DELL XPS M1530x

Operační systém	Microsoft Windows Vista
Procesor	Intel® Core2 Duo™ T8300
Frekvence procesoru	2.4 GHz
Frekvence sběrnice	800 MHz
L2 cache	3 MB
Chipset	Intel® 965PM Express
Operační paměť DDR2	4 GB
Max. velikost operační paměti	4 GB
Kapacita pevného disku	400 GB
Rozhraní pevného disku	SATA
Otáčky pevného disku	5400 ot./min
Optická mechanika	DVD+-RW DL
Velikost displeje	15.4"
Rozlišení displeje	1680 x 1050
Úprava povrchu displeje	lesklá
Grafická karta	NVIDIA® GeForce® 8600M GT
Velikost paměti grafické karty	256 MB
Analogový výstup pro monitor	ano
Digitální výstup pro monitor	ne
TV výstup	ne
HDMI výstup	ano
Reproduktory	ano
Mikrofon	ano
Webová kamera	ano
Rozlišení kamery	2.0 Mpx
Výstup na sluchátka	ano
Vstup pro mikrofon	ano
FAX modem	ne
Síťová karta	ano
Rychlost síťové karty	10/100 Mbps
Wi-Fi bezdrátová síťová karta	ano
Bluetooth™	ano
Infračervený port	ne
Počet portů USB	3
FireWire (IEEE1394) port	ano
PC Card slot	ne
ExpressCard™ slot	ano
Čtečka otisků prstů	ano
Typ baterie	6článková
Rozměry (V x Š x H)	23.7~35.1 x 357 x 263 mm
Hmotnost	2.62 kg

## 5.3 DELL Inspiron 1525



*Obrázek 5-3 Notebook DELL Inspiron 1525*

### 5.3.1 Charakteristika DELL Inspiron 1525

Díky kapacitě pevného disku a systémové paměti o velikosti až 4 GB se tento notebook mění na mobilní multimediální centrum. DELL má možnost jednotlačítkového přístupu k filmům, kalendáři, kontaktům a prezentacím bez nutnosti čekání na spuštění operačního systému. Jeho součástí je dvojice digitálních mikrofonů a sluchátek. Mezi další multimediální funkce je možno zařadit dvojitou zdířku pro sluchátka a tlačítka pro ovládání médií s hladkým chodem. Cena je 20300Kč.

Tabulka 5-3 Parametry notebooku DELL Inspiron 1525

Operační systém	Microsoft® Windows Vista™ Home Premium
Procesor	Intel® Core2 Duo™ T5550
Frekvence procesoru	1.83 GHz
Frekvence sběrnice	667 MHz
L2 cache	2048 kB
Chipset	Intel® 965GM Express
Operační paměť DDR2	2048 + 1024 MB
Max. velikost operační paměti	4096 MB
Kapacita pevného disku	250 GB
Rozhraní pevného disku	SATA
Otáčky pevného disku	5400 ot./min
Optická mechanika	DVD+-RW DL
Velikost displeje	15.4" WXGA
Rozlišení displeje	1280 x 800
Úprava povrchu displeje	TrueLife
Grafická karta	Intel® Graphics Media Accelerator X3100
Analogový výstup pro monitor	ano
Digitální výstup pro monitor	ne
TV výstup	ano
HDMI výstup	ano
Hardwarová podpora MPEG-2/DVD	ano
Reproduktory	ano
Mikrofon	ano
Webová kamera	ano
Výstup na sluchátka	ano
Vstup Line-in	ne
Vstup pro mikrofon	ano
FAX modem	ne
Síťová karta	ano
Rychlost síťové karty	10/100 Mbps
Wi-Fi bezdrátová síťová karta	ano
Wi-Fi specifikace	802.11b/g
Bluetooth™	ano
Infračervený port	ne
Paralelní port	ne
Sériový port	ne
Počet portů USB	4
FireWire (IEEE1394) port	ano
PC Card slot	ne
ExpressCard™ slot	ano
Hmotnost	2.7 kg

## 5.4 Fujitsu AMILO Si 3655



*Obrázek 5-4 Notebook Fujitsu AMILO Si 3655*

### 5.4.1 Charakteristika Fujitsu AMILO Si 3655

Fujitsu AMILO Si 3655 je určen pro práci se složitými grafickými aplikacemi. Tuto práci umožňuje procesorová technologie Intel® Centrino® 2 a kvalitní grafická karta. Pořizovací cena je 24 075Kč.

Tabulka 5-4 Parametry notebooku Fujitsu AMILO Si 3655

Operační systém	Microsoft® Windows Vista™ Home Premium
Procesor	Intel Core2 Duo P8600
Frekvence procesoru	2.4 GHz
Frekvence sběrnice	1066 MHz
L2 cache	3 MB
Chipset	Intel GM45 + ICH9M
Operační paměť DDR2	4 GB
Max. velikost operační paměti	4 GB
Kapacita pevného disku	320 GB
Rozhraní pevného disku	SATA
Otáčky pevného disku	5400 ot./min
Optická mechanika	DVD+-RW DL
Velikost displeje	13.3"
Rozlišení displeje	1280 x 800
Počet barev	16.7M
Úprava povrchu displeje	BrilliantView
Grafická karta	Intel® Graphics Media Accelerator X4500
Digitální výstup pro monitor	ano
TV výstup	ne
HDMI výstup	ne
Reproduktory	ano
Mikrofon	ano
Webová kamera	ano
Rozlišení kamery	1.3 Mpx
Výstup na sluchátka	ano
Vstup Line-in	ne
Vstup pro mikrofon	ano
FAX modem	ano
Síťová karta	ano
Rychlost síťové karty	10/100/1000 Mbps
Wi-Fi bezdrátová síťová karta	ano
Wi-Fi specifikace	802.11n
Bluetooth™	ano
Infračervený port	ne
Počet portů USB	3
FireWire (IEEE1394) port	ano
PC Card slot	ne
ExpressCard™ slot	ano
Typy paměťových karet	SD/MMC/MS/MS PRO/xD
Typ baterie	6článková
Hmotnost	2.3 kg

## 5.5 Toshiba Qosmio G50-12K



*Obrázek 5-5 Notebook Fujitsu Toshiba Qosmio G50-12K*

### 5.5.1 Charakteristika Toshiba Qosmio G50-12K

Notebook Toshiba Qosmio G50-12K byl vytvořen pro uživatele, vyžadující vysoký výkon, který je důležitý pro hráče počítačových her. Důležitou součástí je kvalitní grafická karta NVIDIA. Součástí jeho kompletních funkcí Toshiba EasyMedia je multifunkční dálkové ovládání, usnadňující používání. Prodává se za 43 875Kč.

Tabulka 5-5 Parametry notebooku Toshiba Qosmio G50-12K

Operační systém	Microsoft Windows Vista Ultimate
Procesor	Intel Core2 Duo T9550
Frekvence procesoru	2.66 GHz
Frekvence sběrnice	1066 MHz
L2 cache	6 MB
Operační paměť DDR2	4 GB
Kapacita pevného disku	400 + 320 GB
Rozhraní pevného disku	SATA
Otáčky pevného disku	5400 ot./min
Optická mechanika	DVD+-RW DL+ Super Multi
Velikost displeje	18.4"
Rozlišení displeje	1920 x 1080
Úprava povrchu displeje	lesklá
Grafická karta	NVIDIA® GeForce® 9600M GT
Velikost paměti grafické karty	512 MB
Analogový výstup pro monitor	ano
Digitální výstup pro monitor	ne
TV výstup	ne
HDMI výstup	ano
Reproduktory	ano
Mikrofon	ano
Webová kamera	ano
Rozlišení kamery	1.3 Mpx
TV tuner hybridní	ano
Výstup na sluchátka	ano
Vstup Line-in	ne
Vstup pro mikrofon	ano
FAX modem	ano
Síťová karta	ano
Rychlost síťové karty	10/100/1000 Mbps
Wi-Fi bezdrátová síťová karta	ano
Wi-Fi specifikace	802.11n
Bluetooth™	ano
Infračervený port	ne
Počet portů USB	4
FireWire (IEEE1394) port	ano
PC Card slot	ne
ExpressCard™ slot	ano
Čtečka otisků prstů	ano
Typ baterie	9článková
Hmotnost	2.7 kg

## 5.6 Fujitsu ESPRIMO Mobile V5



*Obrázek 5-6 Notebook Fujitsu ESPRIMO Mobile V5*

### 5.6.1 Charakteristika Fujitsu ESPRIMO Mobile V5

Tento notebook má perfektně vyvážený poměr výkonu, ceny a mobility. Je vybaven širokoúhlým displejem zajišťujícím komfort zobrazení a také ergonomickou klávesnicí. Tento notebook je možno pořídit za 15 150 Kč



Tabulka 5-6 Parametry notebooku Fujitsu ESPRIMO Mobile V5

Operační systém	Windows Vista Business (možnost downgrade na Windows XP Pro)
Procesor	Intel® Pentium® Dual Core T2390
Frekvence procesoru	1.86 GHz
Frekvence sběrnice	533 MHz
L2 cache	1 MB
Chipset	SiS M672/968
Operační paměť DDR2	2 GB
Max. velikost operační paměti	2 GB
Kapacita pevného disku	160 GB
Rozhraní pevného disku	SATA
Otáčky pevného disku	5400 ot./min
Optická mechanika	DVD+-RW DL+ Super Multi
Velikost displeje	15.4"
Rozlišení displeje	1280 x 800
Úprava povrchu displeje	matná
Grafická karta	SiS Mirage 3+ Graphics
Analogový výstup pro monitor	ano
Digitální výstup pro monitor	ne
TV výstup	ne
HDMI výstup	ne
Reproduktory	ano
Mikrofon	ano
Webová kamera	ne
Výstup na sluchátka	ano
Vstup Line-in	ne
Vstup pro mikrofon	ano
FAX modem	ne
Síťová karta	ano
Rychlost síťové karty	10/100/1000 Mbps
Wi-Fi bezdrátová síťová karta	ano
Wi-Fi specifikace	802.11b/g
Bluetooth™	ne
Infračervený port	ne
Počet portů USB	3
FireWire (IEEE1394) port	ne
PC Card slot	ne
ExpressCard™ slot	ano
Typ baterie	6čládková
Rozměry (V x Š x H)	39 x 360 x 260 mm
Hmotnost	2.7 kg

## 5.7 Výhody a nevýhody

Každý z testovaných notebooků se liší svými parametry, a tudíž i svými silnými a slabými stránkami. Vyhodnocení těchto dvou aspektů je v tabulce 5-7.

Tabulka 5-7 Klady a zápory

	Klady	Zápory
Toshiba Satellite A300-1N8	➤ Dobrá cena	➤ Slabší výkon
DELL XPS M1530	➤ Skvělý výkon	➤ Vysoká cena
DELL Inspiron 1525	➤ Multimediální podpora	➤ Horší grafická karta
Fujitsu AMILO Si 3655	➤ Vhodné k práci s grafikou	➤ Slabší multimediální podpora
Fujitsu Toshiba Qosmio G50-12K	➤ Vhodné k počítačovým hrám ➤ Multimediální podpora ➤ Kapacita disku	➤ Vysoká cena
Fujitsu ESPRIMO Mobile V5	➤ Dobrý poměr ceny a výkonu	➤ Menší kapacita pevného disku

## 6 Závěr

Diplomová práce se zabývá problematikou neuronových sítí a možnostmi jejich využití v konkrétní počítačové firmě. Úvod je zaměřen na rozbor společnosti a teorii umělé inteligence. Na základě tohoto rozboru a teorie, se pak druhá část této práce zabývá úkolem vytvoření neuronové sítě ve vývojovém prostředí MATLAB, která má usnadnit výběr vhodného notebooku zákazníkům i prodejcům.

V diplomové práci se zaměřuji na notebooky s úhlopříčkou displeje 15,4 palce. Tyto úhlopříčky patří mezi nejrozšířenější, přesto jsou v poslední době ve stádiu stagnace. Důvodem této stagnace je z jedné strany preference notebooků s úhlopříčkou menší než 10 palců, protože díky své velikosti a váze vyhovují velké skupině lidí, kteří preferují mobilitu při častém cestování s těmito přístroji. Ze strany druhé jsou to notebooky s úhlopříčkou větší než 17 palců, jenž upřednostňuje ta část klientů, která potřebuje ke své práci velkou pracovní plochu monitoru (grafici, projektanti apod.).

Proto bych chtěl upozornit, že výhodou této aplikace je, že při změně vstupních parametrů lze program využít i na jiné typy notebooků a v případě potřeby je možné aplikaci využít i pro výběr vhodných počítačových sestav.

Ze získaných hodnoty je patrné, že při využití neuronových sítí většinou nedosáhneme stoprocentních výsledků neboli dokonalých výstupů na požadované vstupy. Dosažené výsledky udávají procentuální pravděpodobnosti ideálního výsledku.

Cílem programu je urychlit proces rozhodování jak zákazníkům, tak utvrzení o vhodných nabídkách a radách obsluhující personál. Větší míra spokojenosti zákazníků, plynoucí z ideálního výběru, přispěje pak následně k budování stále klientely.

Mezi největší priority každé společnosti patří maximalizace zisku. Zavedení aplikace do systémů firmy povede ke snížení nákladů ( snížení počtu telefonní, emailové či písemné komunikace se zákazníkem při výběru vhodného produktu, možné snížení počtu zaměstnanců), zvýšení tržeb (rychlá a kvalitní nabídka klientům přinese dobré reference o firmě a nová osobní doporučení spokojených zákazníků) a rychlé nabídky pomohou uspořit čas, který může prodejce věnovat jiným obchodním aktivitám.

V posledních letech stále více lidí využívá možnosti nákupu přes internet a z tohoto důvodu by byla vhodná implementace programu na stránky firmy, kde by se klientovi naskytla možnost výběru vhodného notebooku bez nutnosti návštěvy prodejny.

# Seznam literatury

## a) Monografická publikace

- [1] NOVÁK, M. a kol. *Neuronové sítě a informační systémy živých organizmů*. Praha: GRADA, 1992. 272 s. ISBN 80-85424-95-9
- [2] ŠÍMA, J.; NERUDA, J. *Teoretické otázky neuronových sítí*. Praha: MATFYZPRESS, 1996. 390 s. ISBN 80-85863-18-9
- [3] MAŘÍK, V.; ŠTĚPÁNKOVÁ, O.; LAŽANSKÝ, J. a kol. *Umělá inteligence (1) a (4)*. Praha: Academia, 1993. 264 a 475 s. ISBN 80-200-049-3 a 80-200-1044-0.
- [4] FANTA, J. *Psychologie, algoritmy a umělá inteligence na kapitálových trzích*. Praha: GRADA, 2001. 168 s. ISBN 80-247-0024-7
- [5] KVASNIČKA, V. a kol. *Úvod do teorie neuronových sítí*. Bratislava: IRIS, 1997. 285 s. ISBN 80- 88778-30-1.
- [6] DOSTÁL, P. *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*, CERM, Brno, 2008,340s, ISBN 978-80-7204-605-8.
- [7] HANSELMAN, D., LITTELFIELD, B. *Mastering MATLAB 7*, Prentice Hall, USA, 2005, 852s., ISBN 0-13-185714-2.VOSS, S.
- [8] THE MATHWORKS. *MATLAB – Neural network – User’s Guide*, The MathWorks, Inc., 2008.
- [9] THE MATHWORKS. *MATLAB – User’s Guide*, The MathWorks, Inc., 2008.
- [10] BOSE, K., LIANG, P. *Neural Network, Fundamental with Graphs, Algorithm and Applications*, Mc Graw-Hill, USA, 1996, 478s., ISBN 0-07-114064-6.
- [11] HAGAN, T., DEMUTH, B. *Neural Network Design*, PWS Publishing Comp., USA, 1996, 702s., ISBN 0-534-94332-2.

*b) Internetové zdroje*

- [12] *ALFACOMP CZ* [online]. 2004 [cit. 2009-04-24]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.alfacomp.cz>>.
- [13] *Justice* [online]. 2004 [cit. 2009-04-24]. Dostupný z WWW:  
<<http://portal.justice.cz/justice2/uvod/uvod.aspx>>.

# Seznam obrázků

Obrázek 2-1 Prodejna ALFA COMPUTERS CZ .....	12
Obrázek 3-1 Biologický neuron .....	20
Obrázek 3-2 Schéma umělého neuronu.....	21
Obrázek 3-3 Vícevrstvá neuronová síť.....	26
Obrázek 3-4 Neuronová síť typu perceptron .....	29
Obrázek 3-5 Hopfieldova neuronová síť .....	30
Obrázek 3-6 Kohonenova neuronová síť .....	31
Obrázek 3-7 Neuronová síť ART .....	33
Obrázek 4-1 Uživatelské prostředí MATLABu R2008b.....	35
Obrázek 4-2 Vývojový diagram .....	39
Obrázek 5-1 Notebook FSC Toshiba Satellite A300-1N8 .....	45
Obrázek 5-2 Notebook DELL XPS M1530x .....	47
Obrázek 5-3 Notebook DELL Inspiron 1525 .....	49
Obrázek 5-4 Notebook Fujitsu AMILO Si 3655 .....	51
Obrázek 5-5 Notebook Fujitsu Toshiba Qosmio G50-12K.....	53
Obrázek 5-6 Notebook Fujitsu ESPRIMO Mobile V5.....	55

## Seznam tabulek

Tabulka 2-1 SWOT analýza .....	15
Tabulka 2-2 Slabé stránky a možná opatření .....	17
Tabulka 3-1 Rozdělení neuronových sítí:.....	27
Tabulka 4-1 Vložené hodnoty 1. zákazníkem .....	40
Tabulka 4-2 Vložené hodnoty 2. zákazníkem .....	41
Tabulka 4-3 Vložené hodnoty 3. zákazníkem .....	42
Tabulka 4-4 Vložené hodnoty 4. zákazníkem .....	43
Tabulka 4-5 Rozdělení notebooku.....	44
Tabulka 5-1 Parametry notebooku FSC Toshiba Satellite A300-1N8 .....	46
Tabulka 5-2 Parametry notebooku DELL XPS M1530x .....	48
Tabulka 5-3 Parametry notebooku DELL Inspiron 1525.....	50
Tabulka 5-4 Parametry notebooku Fujitsu AMILO Si 3655.....	52
Tabulka 5-5 Parametry notebooku Toshiba Qosmio G50-12K.....	54
Tabulka 5-6 Parametry notebooku Fujitsu ESPRIMO Mobile V5 .....	56
Tabulka 5-7 Klady a zápory .....	57

## Seznam rovnic

Rovnice 4-1 Matematicky model neuronu .....	22
---	----



# Seznam grafů

Graf 4-1 Chyba učení v závislosti na počtu opakování.....	37
Graf 4-2 Výsledek pro 1. zákazníka .....	40
Graf 4-3 Výsledek pro 2. zákazníka .....	41
Graf 4-4 Výsledek pro 3. zákazníka .....	42
Graf 4-5 Výsledek pro 4. zákazníka .....	43

# Seznam příloh

Příloha 1: Zdrojový kód programu

```

%diplomova prace: Aplikace neuronovych siti pro podnikatelsky zamer
%(C) 2009 Tomas Hojdysz

%name 6 typu notebooku:
%name 5 vstupnich parametru: cena,graficky vykon, kapacita HDD, vykon(rychlost
a
% velikost procesoru a pameti), multimedialni podpora
% zadani priority<0;10>
% vystup(notebook) - cenova bomba, nejlepsi vykon, Stvoreno pro multimedia,
%Stvoreno pro graficke aplikace,Stvoreno pro hry,dobry pomer cena/vykon]

clear all;
close all;
clc;

global LOCATION
%nacteni excelovskeho souboru
LOCATION = (xlsread('parametry','parametry'));

tren = zeros(18,5);
vyst = zeros(18,6);
%cenova bomba
tren(1,:) = [LOCATION(1,:)];
tren(2,:) = [LOCATION(2,:)];
tren(3,:) = [LOCATION(3,:)];
vyst(1,:) = [1 0 0 0 0 0];
vyst(2,:) = [1 0 0 0 0 0];
vyst(3,:) = [1 0 0 0 0 0];

%nejlepsi vykon
tren(4,:) = [LOCATION(5,:)];
tren(5,:) = [LOCATION(6,:)];
tren(6,:) = [LOCATION(7,:)];
vyst(4,:) = [0 1 0 0 0 0];
vyst(5,:) = [0 1 0 0 0 0];
vyst(6,:) = [0 1 0 0 0 0];

%Stvoreno pro multimedia
tren(7,:) = [LOCATION(9,:)];
tren(8,:) = [LOCATION(10,:)];
tren(9,:) = [LOCATION(11,:)];
vyst(7,:) = [0 0 1 0 0 0];
vyst(8,:) = [0 0 1 0 0 0];
vyst(9,:) = [0 0 1 0 0 0];

%Stvoreno pro graficke aplikace
tren(10,:) = [LOCATION(13,:)];

```

```

tren(11,:) = [LOCATION(14,:)];
tren(12,:) = [LOCATION(15,:)];
vyst(10,:) = [0 0 0 1 0 0];
vyst(11,:) = [0 0 0 1 0 0];
vyst(12,:) = [0 0 0 1 0 0];

%Stvoreno pro hry
tren(13,:) = [LOCATION(17,:)];
tren(14,:) = [LOCATION(18,:)];
tren(15,:) = [LOCATION(19,:)];
vyst(13,:) = [0 0 0 0 1 0];
vyst(14,:) = [0 0 0 0 1 0];
vyst(15,:) = [0 0 0 0 1 0];

%dobry pomer cena/vykon
tren(16,:) = [LOCATION(21,:)];
tren(17,:) = [LOCATION(22,:)];
tren(18,:) = [LOCATION(23,:)];
vyst(16,:) = [0 0 0 0 0 1];
vyst(17,:) = [0 0 0 0 0 1];
vyst(18,:) = [0 0 0 0 0 1];

%Zadani vstupnich hodnot
disp('Zadejte nasledujici parametry: priorita (0 - nejmensi, 10 - nejvetsi)');
test = zeros(1,5);
for par = 1:5
%Zadani a ulozeni vstupnich hodnot
switch (par)
case 1
test(par) = input('Cena: ')/10;
%Osetreni spatnych vstupnich hodnot
while(test(par) > 1 | test(par) < 0)
disp(' ');
disp('Zadali jste neplatné číslo');
disp('Pro zadane parametry je vyzadovano rozmezi <0;10>');
disp(' ');
test(par) = input('Cena: ')/10;
end
case 2
test(par) = input('Grafický výkon: ')/10;
while (test(par) > 1 | test(par) < 0)
disp(' ');
disp('Zadali jste neplatné číslo');
disp('Pro zadane parametry je vyzadovano rozmezi <0;10>');
disp(' ');
test(par) = input('Grafický výkon: ')/10;
end

```

```

case 3
test(par) = input('Kapacita HDD: ')/10;
while (test(par) > 1 | test(par) < 0)
disp(' ');
disp('Kapacita HDD:');
disp('Pro zadane parametry je vyzadovano rozmezi <0;10>');
disp(' ');
test(par) = input('Cena:)/10;
end
case 4
test(par) = input('Vykon(rychlost a velikost procesoru a pameti): ')/10;
while (test(par) > 1 | test(par) < 0)
disp(' ');
disp('Zadali jste neplatné číslo');
disp('Pro zadane parametry je vyzadovano rozmezi <0;10>');
disp(' ');
test(par) = input('Vykon(rychlost a velikost procesoru a pameti):)/10;
end
case 5
test(par) = input('Multimediální podpora: ')/10;
while (test(par) > 1 | test(par) < 0)
disp(' ');
disp('Zadali jste neplatné číslo');
disp('Pro zadane parametry je vyzadovano rozmezi <0;10>');
disp(' ');
test(par) = input('Multimediální podpora:)/10;
end
end
disp(' ');
end

```

```

%parametry neuronove site

```

```

%ucici koeficient

```

```

a = 0.01;

```

```

%pocet iteraci

```

```

iter = 1000;

```

```

%minimalni chyba

```

```

med_delta = 0.025;

```

```

min_delta = 0.005;

```

```

%vahy neuronou

```

```

vaha = rand([6,5]);

```

```

%uceni neurove site

```

```

for iterace = 1:iter

```

```

chyba = zeros(18,1);
%predlozeni vzoru
for x = 1:18
    %vyber neuronu
    for n = 1:6
        y = 0;
        %predlozeni parametru
        for p = 1:5
            %vypocet vystupu
            y = y + tren(x,p)*vaha(n,p);
        end
        %vypocet chyby na zaklade ocekavaneho vystupu
        delta = y - vyst(x,n);

        %upraveni vah
        for p = 1:5
            vaha(n,p) = vaha(n,p) - a*delta*tren(x,p);
        end

        %chyba neuronu
        chyba(x) = chyba(x) + delta/6;
    end
    %ulozeni chyby pro tisk
    tisk(x,iterace) = chyba(x);
end

%ukoncovaci podminky
if iterace >= 50
    if (sum(chyba)/18 <= min_delta) & (max(chyba) <= med_delta);
        break
    end
end
end

%vykresleni chyby uceni jednotlivych vzoru

vykr = input('Chcete vykreslit chyby uceni? (Ano=1;Ne=0)');
%Osetreni spatnych vstupnich hodnot
while (vykr ~= 1 & vykr ~= 0)
    disp(' ');
    disp('Zadali jste neplatné číslo');
    disp('Zadane číslo musí mít hodnotu 1 nebo 0');
    disp(' ');
    vykr = input('Chcete vykreslit chyby uceni? (Ano=1;Ne=0)');
end
if (vykr == 1)

```

```

figure();
for x = 1:18;
    % vykresleni chyby uceni
    subplot(6,3,x);
    plot(tisk(x,:));
    axis([0 iterace 0 1]);
    ylabel('Chyba');
    xlabel('Pocet iteraci');
    if (x<=3)
        title('uceni 1');
    elseif ((x>3)&&(x<=6))
        title('uceni 2');
    end
    if ((x>6)&&(x<=9))
        title('uceni 3');
    elseif ((x>9)&&(x<=12))
        title('uceni 4');
    end
    if ((x>12)&&(x<=15))
        title('uceni 5');
    elseif (x>15)
        title('uceni 6');
    end
end
end

figure();
%predlozeni vzoru
x = 1;
y = zeros(6,1);
% vyber neuronu
for n = 1:6
    %predlozeni paramteru
    for p = 1:5
        % vypocet spocteneho vystupu
        y(n) = y(n) + test(x,p) * vaha(n,p);
    end
end
% vykresleni uspesnosti
plot(x);
bar(y);
% rozsahy souradnic
axis([0.5 6.5 0 1]);
% popis grafu a os
title('Vyhodnocení');
ylabel('Pravdepodobnost');
xlabel('Cislo sestavy');

```