

## Semestrální práce z předmětu Matematika 6F

### Zadání:

Cílem semestrální práce z matematiky 6F bylo zkoumání hudebního signálu. Pluginem ve Winampu byla získávána různá data, která byla zpracována a vyjádřena grafem. Po tomto zkoumání vznikla hypotéza kterou se zde budu snažit ověřit.

Hypotéza **H<sub>0</sub>** tedy zní: Rozložení hlasitosti hudební skladby odpovídá normálnímu rozdělení.

### Testované vzorky:

Byly vybrány dvě skladby:

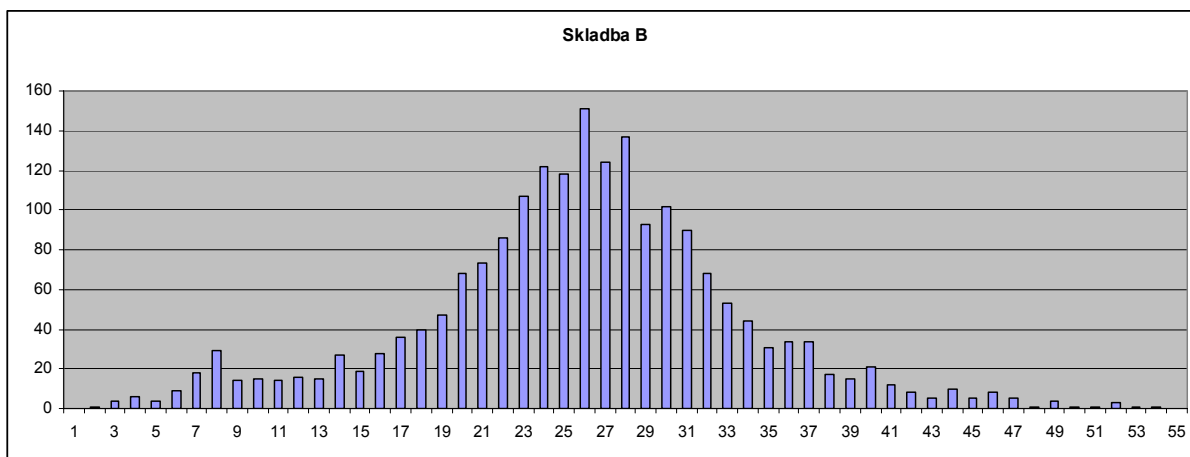
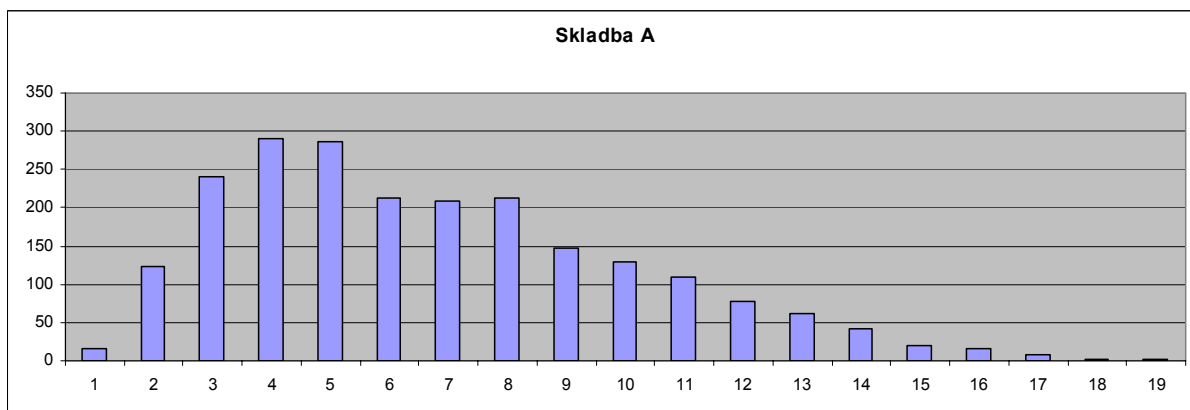
- a) A. Vivaldi - Jaro - Allegro, danza pastoral      v délce 3:50
- b) Hammerfall – Ravenlord      v délce 3:30

Vzorky byly odebírány po 100 ms, vzniklo tak z každé skladby přes 2000 vzorků. Tyto vzorky byly rozděleny do sloupců podle hlasitosti a to po kroku 200 jednotek. (Zde uvedená jednotka hlasitosti je pouze virtuální veličinou a není pro nás podstatné její korekce na normovanou hodnotu hladiny akustického tlaku udaného v dB popř. v Pa) Skladba byla měřena těsně od začátku a byla ukončena přesně se zahráním posledního tónu. Bylo tomu tak proto, aby se vlivem šumu nenakumuloval sloupec pro nejnižší hlasitosti a to sloupec pro hodnoty 0 až 200, neboť by tak vzniklo druhé rozdělení, které nás pro zkoumání hypotézy **H<sub>0</sub>** nezajímá. Stručný přehled vzorků je uveden v tab. 1 Odkaz na přesně naměřené hodnoty jsou uvedeny v příloze.

Tabulka 1

	Hlasitost				Počet vzorků
	Min.	Prům.	Max.	Celková	
Skladba A	17	1250	3686	2750415	2202
Skladba B	356	5041	10669	10098021	2003

Četnost výskytu jednotlivých intenzit hlasitosti (každý sloupec je pro rozsah 200 jednotek hlasitosti a vyjadřuje počet vzorků pro daný interval)



## Výpočty:

### Odhady parametrů

Máme dostatečně velký počet vzorku, nebude mít tedy patrný vliv, použijeme-li  $1/n$  nebo  $1/(n-1)$

### Momentová metoda

Pro skladbu A:

$$\mu = 1/n \sum x_i = 1250$$

$$\sigma^2 = 1/n \sum (x_i - \bar{x})^2 = 449785$$

$$\sigma = 670$$

Pro skladbu B:

$$\mu = 1/n \sum x_i = 5041$$

$$\sigma^2 = 1/n \sum (x_i - \bar{x})^2 = 2511365$$

$$\sigma = 1584$$

### Špičatost

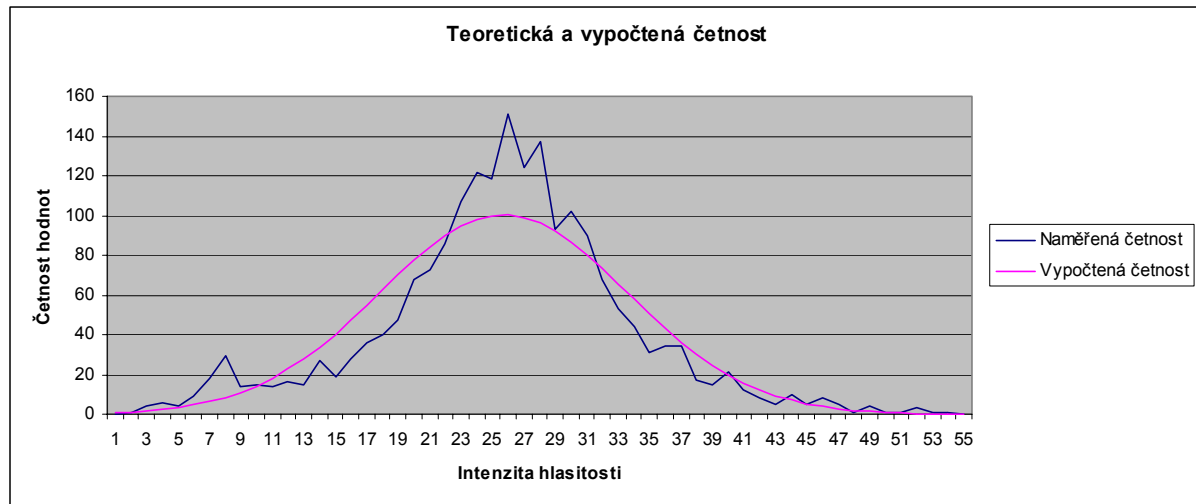
Pro zjištění zda-li se jedná o normální rozdělení jsem zkontroloval špičatost podle vzorce 79/5.4. Pro normální rozdělení by se měla pohybovat okolo čísla 3. Výsledky pro jednotlivé skladby jsou v tab. 2.

Tab. 2

Vzorek	Špičatost
Skladba A	2,8606
Skladba B	3,7635

### Test dobré shody

Test dobré shody byl proveden pouze pro skladbu B. Pro velké množství dat jsou zde teoreticky vypočtené a naměřené hodnoty četnosti zobrazeny pouze grafem. Přesné údaje jsou uvedeny v příloze.



$$\sum ( (\sigma_i - np_i)^2 / (np_i) ) = 273,76$$

Na testování použijeme test dobré shody  $\chi^2$  a test provedeme pro hladinu významnosti:  $\alpha_1 = 0,05$

Počet stupňů volnosti určíme z počtu tříd a odhadnutých parametrů ( $\mu$ ,  $\sigma$ ):  $v = k-1-2 = 52$

Podle předpisu  $\chi_{1-\alpha}(v)$  pak zjistíme z tabulky 174/tab.3 hodnotu příslušného chí-kvadrátu:

$$\chi_{0,95}(8) = 69,82 < 273,76$$

## Metoda intervalů

Metodu intervalů můžeme v podstatě také použít, bude-li nás zajímat jaká část intenzity akustického signálu je v jednotlivých skladbách nejvíce zastoupena. V 95% času by se měla intenzita pohybovat v rozsahu uvedeném v následující tabulce č. 2. Rozptyl se bude s 95% pravděpodobností pohybovat v hodnotách uvedených v tab. 3.

**Tabulka 2.**

Skladba A	$\mu \in < 1226 ; 1274 >$
Skladba B	$\mu \in < 4972 ; 5110 >$

**Tabulka 3.**

Skladba A	$\sigma \in < 2764 ; 3652 >$
Skladba B	$\sigma \in < 6231 ; 8232 >$

## Výsek z programu napsaného pro získání dat k analýze

```
// Zprůměrování 288 sloupců získaných z winampu do 18.
For X :=0 to 287 do
  VUBars[X DIV 16, 1] := VUBars[X DIV 16, 1] + PVisModule^.spectrumData[0][X] +
PVisModule^.spectrumData[1,X];

// Získání celkové hlasitosti pro semestrální práci z M6F
For X :=0 to 18 do
  analyza := analyza + VUBars[X, 1];

// Vytvoření pole dat pro konstrukci grafu četnosti. Zde se záměrně nepočítá hodnota 0.
For Y :=0 to 80 do
  if ((y*200) < analyz) and ( analyz <= (200+(y*200))) then
    analyz2[Y]:=analyz2[Y]+1;

// sloupec 81 bude obsahovat hlasitosti pro všechny hodnoty větší než 24300
If ((81*300) < analyz) then
  analyz2[81]:=analyz2[81]+1;

// Procedura pro uložení získaných dat v textovém formátu
procedure XXX;
var PluginIni : TIniFile;
    Path, an : String;
    x : Integer;
begin
  // Get path to winamp plugin.ini file
  Path :=ParamStr(0); // eg. 'c:\program files\winamp\winamp.exe'
  P :=Length(Path);
  while Path[P] <> '\' do
    Dec(P);
  Path :=Copy(Path, 1, P);
```

```

Path :=Path + 'Plugins\';

PluginIni := TIniFile.Create(Path + 'Plugin3.ini');

IntToStr(Clock),
an:= "";
for x:=0 to 81 do
  an := an + ' ' + FloatToStr(analyz2[x]);
PluginIni.WriteString('Rozlozeni', 'sloupce', an);
PluginIni.WriteString('Analyza hlasitosti', IntToStr(Clock), FloatToStr(analyz));

PluginIni.Free;
end;

```

Odkaz na celý program k nahlédnutí je uveden v příloze.  
 Takto získané data byly dále zpracovány v programu Microsoft Exel.

## Závěr

Rozdělení se kupodivu podobá normálnímu rozdělení, avšak hodnota kvantilu je nižší než hodnota testované statistiky, takže na základě provedeného testu **zamítáme  $H_0$**  na hladině významnosti 5%.

## Přílohy

Tato semestrální úloha je uvedena na stránce [http://www.cvut.org/m6f/sem\\_m6f.pdf](http://www.cvut.org/m6f/sem_m6f.pdf)  
 Získaná data pro skladbu A <http://www.cvut.org/m6f/klasika.txt>  
 Získaná data pro skladbu B <http://www.cvut.org/m6f/rock.txt>  
 Zpracovaná data pro skladbu A <http://www.cvut.org/m6f/klasika.xls>  
 Zpracovaná data pro skladbu B <http://www.cvut.org/m6f/rock.xls>  
 Celý plugin ke stažení <http://www.cvut.org/m6f/plugin.zip>

## Použitá literatura:

Pravděpodobnost a statistika pro inženýry, V. Rogalewicz, Vydavatelství ČVUT, Praha, 1998  
 Semestrální úlohy pro Matematiku 6F studentů Pavla Pleva a Tomáše Zaňka  
 Semestrální projekt vizualizace hudby <http://master-akustik.prodejce.cz/projekt/>