

## 4. Digitálne spracovanie zvuku na počítači

### 4.1 Od analógového zvuku k digitálnemu

Digitálny zvuk nie je dnes, keď už takmer každá domácnosť vlastní CD prehrávač nič nového. Forma digitálneho záznamu a prenosu zvuku je už vžitým štandardom, čo je dôsledkom toho, že je už niekoľko rokov stredom záujmu hudobného priemyslu. Výsledkom je fakt, že dnes je väčšina hudobných titulov šírená pomocou digitálnych technológií na CD a tak sa nie je čomu diviť, že z celej oblasti multimédií je práve zvuk jednou z najviac rozvinutých oblastí.

Zvuk môže byť rovnako ako obraz či animácia vhodným nástrojom na prezentáciu študijných pojmov. Použiť sa dá v rôznych výučbových programoch (napr. cudzie jazyky), kde tvorí neoddeliteľnú súčasť, bez ktorej by význam aplikácie značne zoslabol. Ak chceme zvuk prehrávať a spracovávať musí náš počítač obsahovať zvukovú kartu.

Zvuk je mechanické vlnenie, ktoré vníma ľudské ucho. Jeho základnými charakteristikami sú amplitúda a frekvencia.

Pri práci so zvukom využívajúc mikrofón, zosilňovač a reproduktory, resp. mikrofón a magnetofón, narábame s analógovým (spojitým) signálom.

Pri nahrávaní zvuku do počítača musíme spojitý priebeh zvukovej vlny previesť na diskretný záznam. Ten je následne možné uložiť v digitálnej forme.

#### Aké vybavenie potrebujeme na prácu so zvukom

Pre prácu so zvukom na počítači budeme potrebovať:

- **mikrofón**, ktorý nám umožní previesť mechanické vlnenie na spojitý elektrický signál,
- **zvukovú kartu**, ktorá zabezpečí prevod spojitého elektrického signálu na digitálnu informáciu,
- **softvér** schopný komunikovať so zvukovou kartou, pre začiatok postačuje základné vybavenie v rámci operačného systému, napr. nahrávanie zvuku,
- **reproduktory**, ktoré nám umožnia výsledok nášho snaženia počuť.

#### Zvuková karta

V dnešnej dobe patrí k základnému vybaveniu počítača. Pohľadom na zadnú stranu vášho počítača PC ľahko rozpoznáte zvukovú kartu na základe typických vstupov a výstupov.

Medzi základné patria: MIDI port, Audio In, Audio Out, Line In,

Cena základných, najjednoduchších typov zvukových kariet začína na hranici asi 400 Sk. Hornú hranicu je ťažko stanoviť, nie je však problém kúpiť zvukovú kartu v cene celého počítača.

#### Úlohy:

1. Zistíte, aký typ zvukovej karty je nainštalovaný na vašom počítači.
2. Pripojte mikrofón a slúchadlá (reproduktory) k zvukovej karte.

## 4. Digitálne spracovanie zvuku na počítači

### 4.2 Princíp uloženia zvuku na disk

Proces uloženia zvuku na disk môžeme chápať v dvoch krokoch. Prvým je prevod analógového signálu do digitálnej podoby a druhým je uloženie digitálnych údajov v stanovenom audio formáte.

Prevod analógového zvuku na zvuk digitálny sa realizuje prostredníctvom jeho digitalizácie, ktorý sa nazýva vzorkovanie (sampling). K tomuto účelu slúžia analógovo-digitálne A/D prevodníky, ktoré sú umiestnené na zvukovej karte.

Súčasťou zvukovej karty je aj prevodník D/A, ktorý zabezpečuje prevod z digitálnej podoby do podoby analógového signálu tak, aby bolo možné tento signál v reproduktoroch opäť premeniť na zvuk.

### Vzorkovanie

Samotná podstata vzorkovania spočíva v tom, že analógový signál je zo svojho zdroja tzn. mikrofónu, rádia, magnetofónu, a i. privádzaný na vstupe na zvukovej karte (Line in, Mic. in), kde je ďalej nasmerovaný do A/D prevodníka. Tu sú elektronické zvukové impulzy prevádzané na ich digitálnu aproximáciu, ktorá sa nazýva vzorka.

Vzorka vzniká tak, že prevodník niekoľkokrát za sekundu prevedie napäťový signál na binárnu hodnotu s určitým rozlíšením. Teda napr. analógový signál pre vytvorenie digitálneho zvuku v kvalite CD je snímaný 44 100 krát za sekundu a prevedený s 16 bitovým rozlíšením. V prípade stereo, teda dvojkanálového zvuku, je zvlášť zaznamenávaný ľavý a pravý kanál.

Náročnosť však postupne narastá, pretože napr. v prípade kvalitného domáceho kina používame digitálny 5+1 kanálový zvuk.

Nevýhodou takto kvalitného vzorkovania sú obrovské nároky na kapacitu pamäti, kedy napr. na zaznamenanie jednej minúty špičkového stereofónneho zvuku v CD kvalite potrebujete viac ako 10 MB pamäti, pričom toto ešte nemusí byť schopnosťou vašej zvukovej karty. Zvukové karty, ktoré toto umožňujú sú označované značkou "Full duplex".

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené pamäťové nároky na zaznamenanie 1s zvukového signálu do digitálnej podoby.

Vzorkovacia frekvencia	Priestor na disku potrebný pre zaznamenanie 1 s
8 bit	
11 kHz	11 kB
22 kHz	22 kB
44kHz	44 kB
16 bit	
11 kHz	22 kB
22 kHz	44 kB
44kHz	88 kB

### Charakteristika a prehľad zvukových formátov

Tak, ako pre iné médiá (obraz, video), aj pre zvuk existuje viacero formátov na jeho ukladanie:

- Waveform, **WAV** je formát, či metóda ukladanie zvukov v systéme MS Windows, signál je uložený v takej forme, ktorú je počítač schopný priamo spracovať.
- MPEG Layer-3 (**MP3**) je spôsob ukladanie zvuku pomocou stratovej kompresie. Zo záznamu sú odstránené také zvuky, ktoré bežné ľudské ucho nie je schopné vnímať. Kompresný pomer sa pohybuje v rozmedzí od 1:5 (Takmer CD kvalita) až po 1:96, čo je úctyhodné.

- **AU** (Audio) je formát používaný najmä na počítačoch typu Macintosh, dnes je tento formát rozšírený aj na PC
- **RA** (Real Audio) formát používaný na sieti Internet na prehrávanie zvukov v reálnom čase.

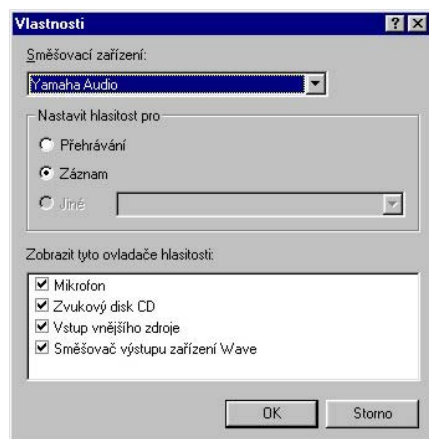
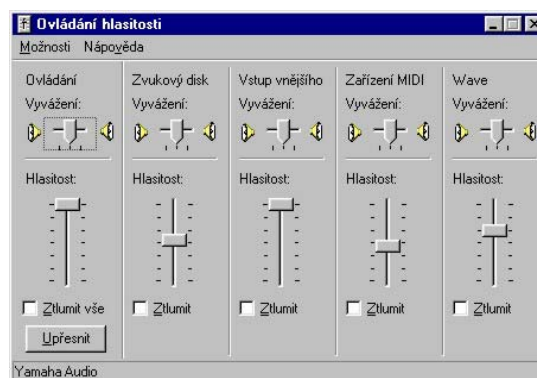
*Úlohy:*

- 3. Vyhľadajte na pevnom disku vášho počítača zvukové súbory zaznamenané v rôznych zvukových formátoch.*
- 4. Vyhľadajte na Internete zvukové súbory vo formáte mp3. Uložte si ich na disk počítača prehrajte.*

## 4. Digitálne spracovanie zvuku na počítači

### 4.3 Nastavenia a záznam zvuku

**Nastavenie hlasitosti** zvuku a zariadení, ktoré so zvukom súvisia sa nastavuje v tzv. **Volume Control**. Väčšinou sa k tejto aplikácii dá dostať poklepaním na ľavé tlačidlo myši nad ikonou samotného programu, ktorá obvykle býva umiestnená v pravom dolnom rohu vašej obrazovky.

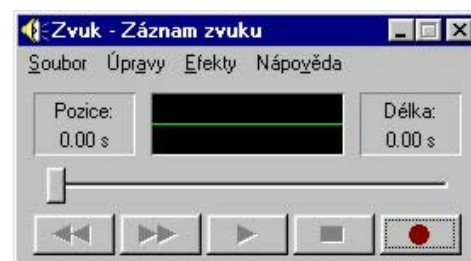
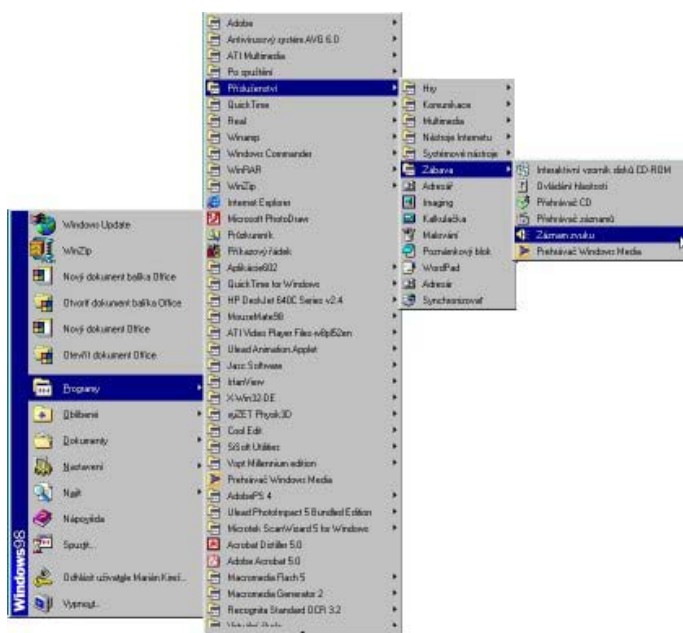


Nastavenie zvuku sa mení na panely **Multimédia - Vlastnosti** na karte **Zvuk**, kde okrem hlasitosti nahrávania a prehrávania volíme preferované zariadenie, väčšinou zvukovej karty i preferovanú kvalitu práce so zvukom. Zvoliť sa dá CD, rozhlasová a telefónna kvalita, príp. máme možnosť toto bližšie špecifikovať v položke Vlastné.

### Záznam zvuku

Na nahrávanie zvuku môžeme použiť mnoho nástrojov, medzi tie najjednoduchšie patrí **Záznam zvuku**, ktorý je možné si nainštalovať pri inštalácii operačného systému. Ovládanie daného softvéru je nenáročné a intuitívne.

V ponuke **Súbor** sa dá buď otvoriť už existujúci súbor – pre potreby napr. pridávania alebo editovania ďalšej časti, resp. zvoliť ponuku nový. Z efektov môžeme použiť zosilnenie, zoslabenie, spomalenie a zrýchlenie, pridať ozvenu či zmeniť smer prehrávania zvuku. Tieto síce nepočetné efekty dokážu pri troche tvorivosti vytvoriť zaujímavé zvukové záznamy. V úpravách máme možnosť zvukový záznam kopírovať a spojiť s iným. Ovládacie prvky na nahrávanie zvuku pripomínajú klasické ovládanie z magnetofónu a preto nevyžadujú bližšiu špecifikáciu. Dialógové okno zobrazuje dĺžku záznamu a aktuálnu pozíciu pri prehrávaní zvukového záznamu.



### Úlohy:

5. **Prípravte vlastný zvukový záznam a aplikujte naň niektoré zvukové efekty. Vytvorený zvukový súbor uložte vo formáte wav.**

## 4. Digitálne spracovanie zvuku na počítači

### 4.4 Jednoduché použitie zvukov

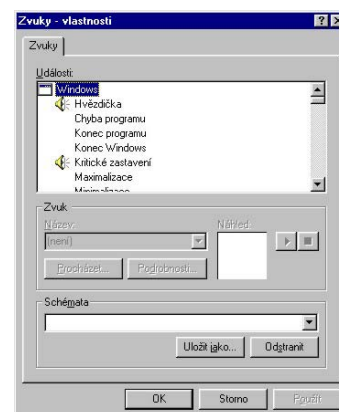
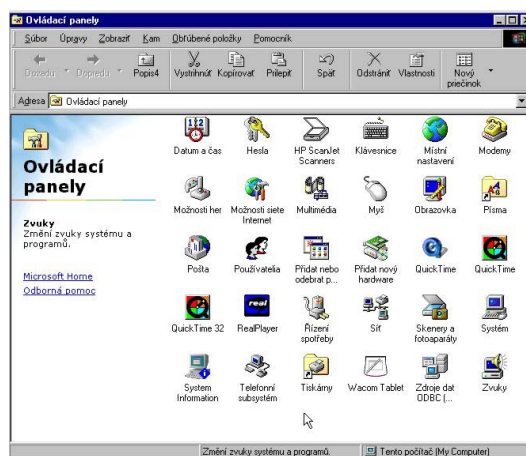
#### Pridruženie zvukových záznamov programovým udalostiam

Pod pridružením zvukových záznamov programovým udalostiam rozumieme možnosť spojiť určitú programovú udalosť, ako je napr. spustenie operačného systému alebo iného programu či určitého zásadného úkonu ako je napr. vysypanie koša s určitou zvukovou ukážkou t.j. súborom vo formáte wav.

Nastavenie tejto funkcie je vo zvláštnom okne, do ktorého sa dostaneme po poklepaní na ikonu **Zvuky** v **Paneli nástrojov**. Tu si vyberieme príslušnú programovú udalosť a v ďalšom okne pre ňu pomocou tlačidla a funkcie prechádzať vyberieme príslušný zvukový súbor, ktorý si tu môžeme pre kontrolu i prehrať.

#### Vkladanie zvukových záznamov do textu

Vkladanie zvukových záznamov do textu sa prevádza v príslušných textových editoroch (MS Word) pomocou položky hlavného menu **Vložiť** - **Objekt** - **Zvuk wav**, pričom postup je rovnaký ako u akéhokoľvek iného vkladania.



#### Úlohy:

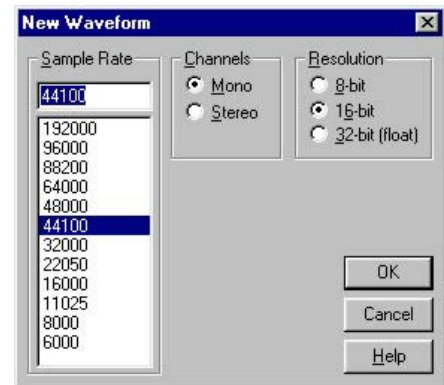
6. Odstráňte zvuk typický pre spúšťanie operačného systému, resp. vypínanie počítača.

7. Vložte do textového dokumentu vami nahovorený komentár.

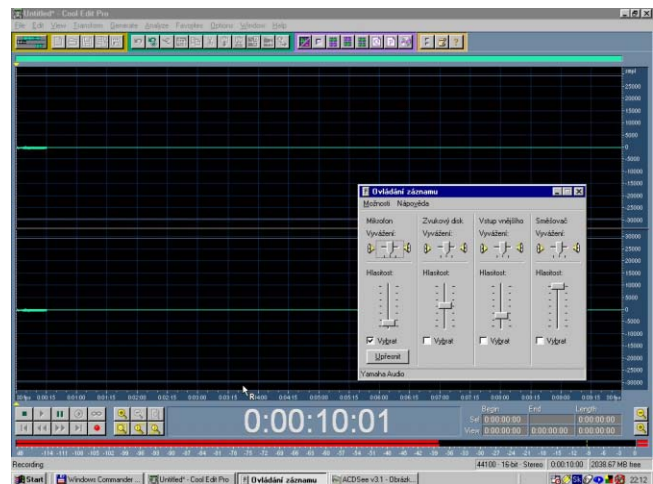
## 4. Digitálne spracovanie zvuku na počítači

### 4.5 Vytvorenie vlastného zvukového súboru v Cool Edit Pro

V prípade, že nie ste vlastníkom softvérového produktu Cool Edit Pro, môžete si ho nahráť z ponuky **Podpora**. Po jeho inštalácii a spustení v ponuke **File** vyberte možnosť **New**. V dialógovom okne vyberte z možností voľbu vzorkovacej frekvencie 44100, stereo a rozlíšenie 16 bit. Pre potreby bežného nahrávania hovoreného slova vystačíme aj s nižšími parametrami, ale v rámci tohto modulu si ukážeme niekoľko úprav, kde budeme uvedené nastavenie využívať.



Pripojte mikrofón k vašej zvukovej karte na vstup microphone. V ovládaní hlasitosti na vašom PC nastavte v **Ovládaní záznamu** úroveň mikrofónu tak, aby pri spustení nahrávania v Cool Edit Pro nedosahoval červený posuvný stĺpec úplne vpravo. Nahrávanie zastavte a skúšobný súbor môžete bez uloženia zavrieť. Otvorte si znova nový súbor s požadovanými parametrami. Spustením nahrávania vytvorte ľubovoľnú zvukovú nahrávku (zarecitujte, zaspievajte...) v dĺžke niekoľkých sekúnd. Po vypnutí nahrávania môžete svoju nahrávku prezerať. V dvoch kanáloch (ak ste zvolili ozaj stereo) vidíte časový záznam vášho hlasu.



#### Úlohy:

8. Pripojte mikrofón ku zvukovej karte a nastavte potrebnú hlasitosť vhodnú pre nahrávanie.
9. Nahrajte zvukový súbor na disk vášho počítača.

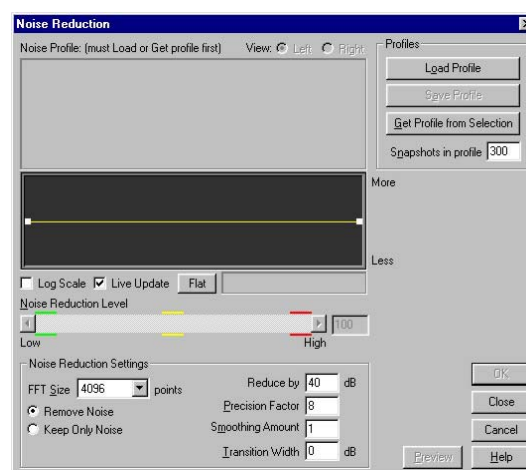
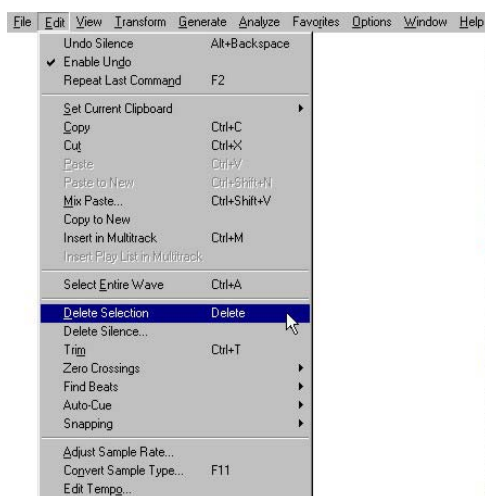
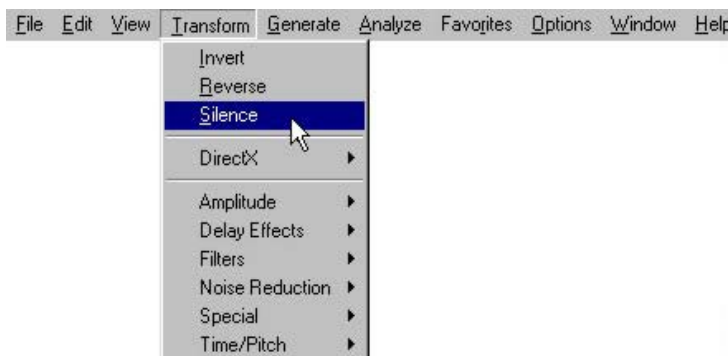
## 4. Digitálne spracovanie zvuku na počítači

### 4.6 Odstránenie nežiaducich zvukov a šumu zo zvukovej vzorky, úprava amplitúdy

Ak počas nahrávania dochádzalo k elektronickému rušeniu alebo k záznamu prídavných zvukov z okolia, je potrebné tieto odstrániť. Ich výskyt si môžeme všimnúť v častiach nahrávky, kde nie je hovorené slovo. Takéto dodatočné zvuky nazývame šum.

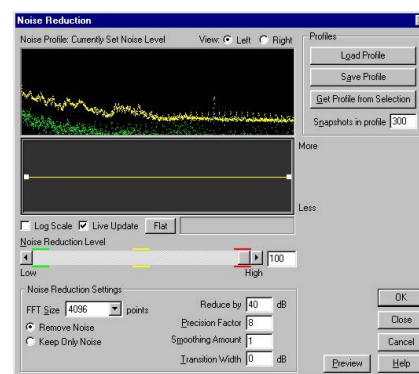
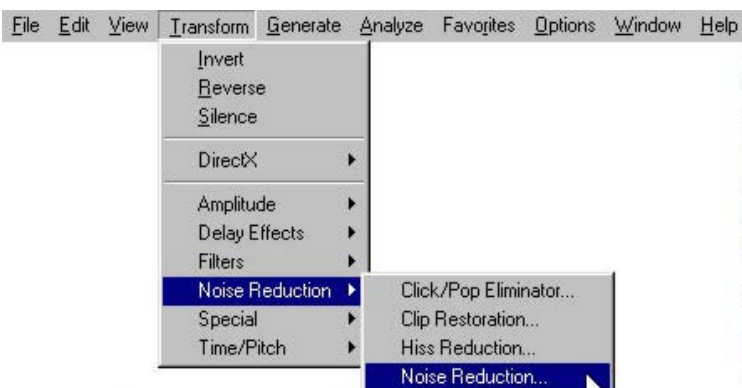
Na odstránenie šumu použijeme nasledujúci postup. Označte časť zvukového záznamu s nežiadúcim zvukom. V ponuke **Transform** vyberte možnosť **Silence**, čím z označenej časti záznamu vytvoríte ticho.

Ak nám nevadí skrátenie dĺžky záznamu, môžeme použitím **Del** označenú časť vystrihnúť, čím sa však dĺžka trvania záznamu skráti.



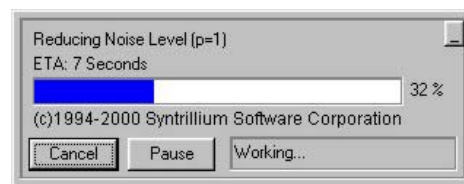
V ponuke **Transform** môžeme vybrať možnosť **Noise reduction**, čím rovnako prichádzame do dialogového okna redukcie šumu.

Zaujímavým krokom je vybratie šumovej vzorky z označenej časti vášho zvukového záznamu. Vykonáme to ponukou **Get Profile from Selection**.



Program analyzuje šum, ktorý vznikol počas nahrávania. Ak je nám jasné, že uvedený šum je na celej vzorke, zopakujeme nastavenie redukcie šumu a už iba potvrdíme odpočítanie šumu od zvukového súboru stlačením **OK**.

Softvér prepočíta celú vzorku, čo zobrazuje uvedeným oknom. Ak by ste si teraz vzorku prehrali, je zreteľne čistejšia.



**Úloha:**

**10. Nahrajte krátky zvukový záznam (dva verše básne) a odstráňte nežiaduce šumy.**

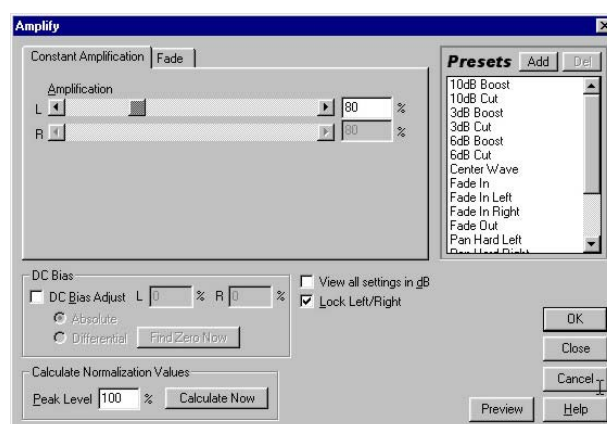
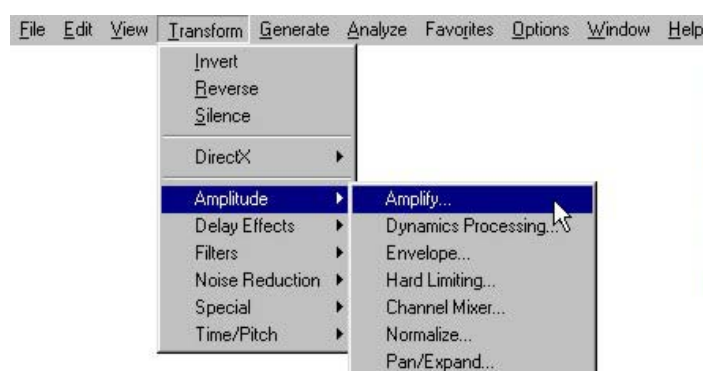
## Úprava amplitúdy

Pri nahrávaní sa bežné stáva, že niektoré časti slov, hlavne ich úvody, majú väčšiu amplitúdu. Tento jav je pri nahrávaní a reprodukcii nežiadúci a preto sa snažíme ho z nahrávky eliminovať.

Vyberte časť zvukového záznamu, na ktorej je amplitúda prekračujúca dovolené rozhranie. V ponuke

**Transform** vyberte **Amplitude** a následne **Amplify**. Posuvnou lištou nastavte zmenu veľkosti amplitúdy, napr. na 80% a potvrdte vykonanú zmenu. NA vyznačenej časti záznamu môžete pozorovať zreteľné zníženie amplitúdy.

Uvedený postup môžete aplikovať na celý zvukový súbor, napr. v prípade, že ste nahrávali s rôznymi mikrofónmi, resp. na rôznych počítačoch a hlasitosť súborov je rôzna.



**Úloha:**

**11. V prípade že vaša nahrávka obsahuje na niektorých miestach prílišné amplitúdy zvukovej vzorky, odstráňte ich.**

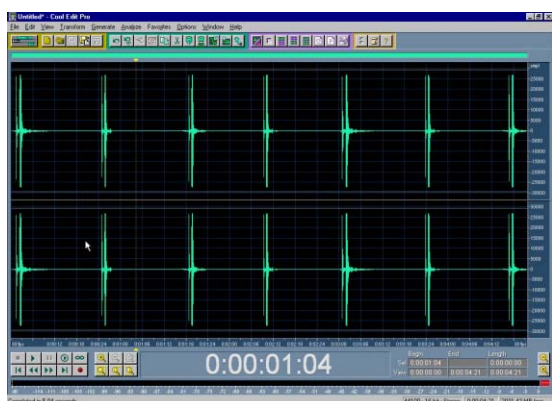
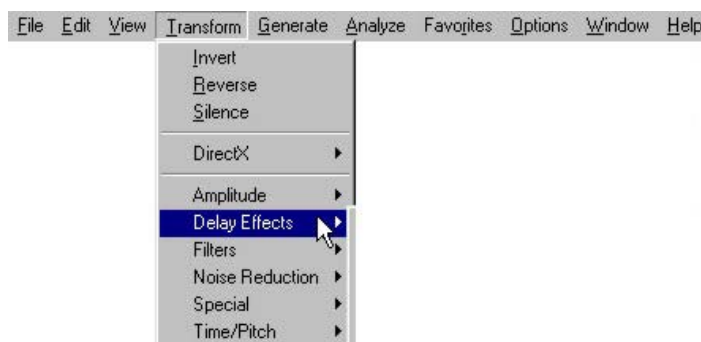


## 4. Digitálne spracovanie zvuku na počítači

### 4.7 Aplikácia zvukových efektov a generovanie zvukov

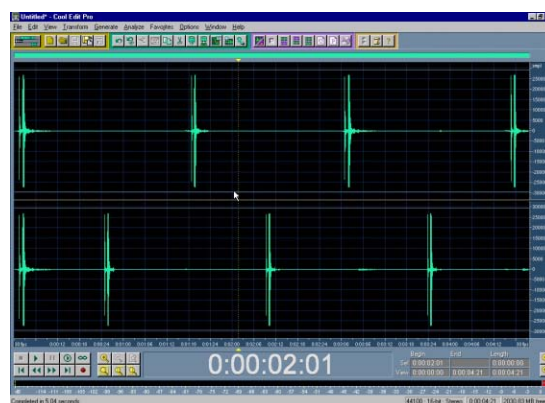
Na vytvorenú zvukovú vzorku môžete aplikovať niektorý z ponúkaných zvukových efektov, pričom vďaka možnosti nastavenia každého z efektov, je možné dosiahnuť zaujímavé výsledky v úprave zvuku. Pretože ide buď o klasické efekty akými sú ozvena, chrámová efekt...resp. efekty, kde je potrebné experimentovať s nastaveniami pre danú vzorku, ponechávame túto činnosť na samotného čitateľa. Aplikácia efektov sa vykoná voľbou z ponuky **Transform**, výberom **Delay Effects** alebo **Filters**.

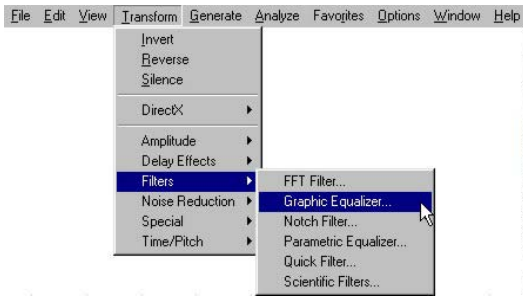
Na vyznačenej časti záznamu môžeme vykonať nastavenie postupného nábehu alebo utlmenia zvukového signálu pomocou nástroja **Fade** v ponuke **Amplify**. Buď si vyberieme niektorý z ponúknutých efektov v pravom okne, alebo nastavíme úroveň signálu na začiatku a na konci vybranej časti.



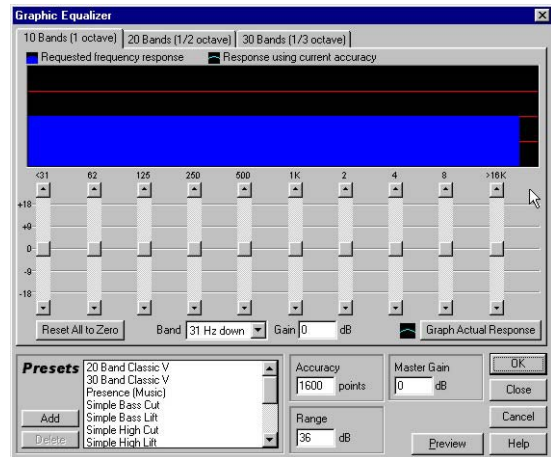
Ak sa predsa len chcete mierne pohrať so zvukom ponúkame vám jeden typ na nastavenie efektu striedania zvuku v pravom a ľavom reproduktore. Nahrajte stereo signál niekoľkých klopnutí. Stačí napr. tri po sebe idúce zvuky, ktoré po označení nakopírujeme niekoľkokrát za sebou (Ctrl-C, Ctrl-V). Nastavte rovnomerné časové oneskorenie zvukových impulzov. Na obrazovke máte v hornej časti ľavý a v dolnej časti pravý kanál vášho stereo signálu.

Ak chceme dosiahnuť striedanie zvuku v reproduktoroch, označte vybranú časť signálu jedného z kanálov a použitím nástroja **Transform**, **Silence**, ju vymažte. Pri prehrávaní ostáva na vybranom mieste signál iba v jednom kanáli. Striedavým aplikovaním uvedeného postupu získate nasledovnú štruktúru zvukového signálu. Zvukový signál uložte a prehrajte. Pri korektnom vyvážení reproduktorov budete počuť striedavé zvuky striedavo vychádzajúce z pravého a ľavého reproduktora.



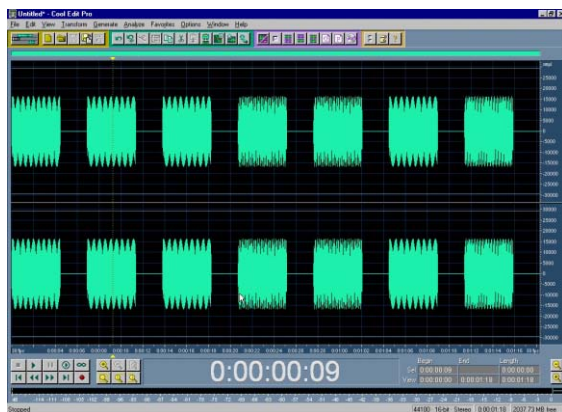
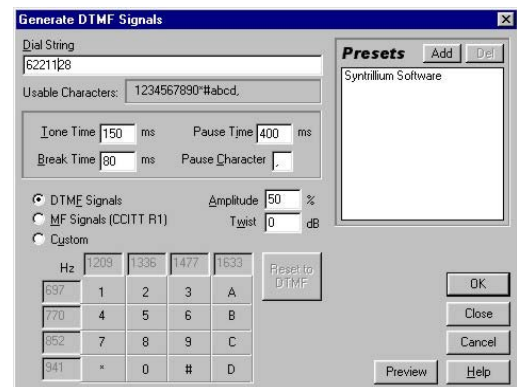


Ak nie ste spokojný so zafarbením vášho zvuku, čo môže byť spôsobené napr. nízkou kvalitou mikrofónu či zvukovej karty, je možné zmeniť frekvenčné spektrum zvukového signálu pomocou nástroja **Transform, Graphic Equalizer**. Posuvnými lištami upravte hladinu hlasitosti pre uvedené frekvencie.

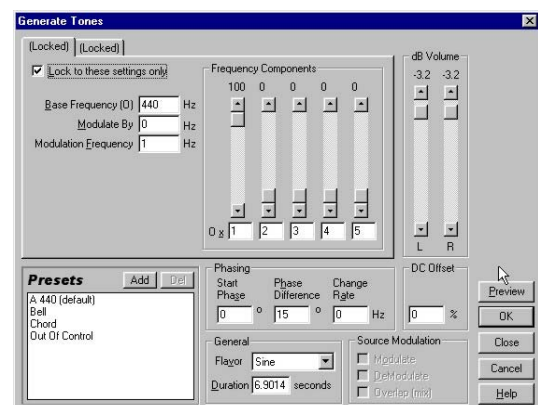


### Generovanie zvukov

V ponuke **Generate** môžeme využívať nástroje na vytváranie signálov ticha s prednastavenou dĺžkou, digitálnej telefónie **DTMF Signals**, rôznych hlukov a tónov. Výsledkom nastavenie určitého telefónneho čísla môže vyzeráť napr. takto. Aktivovaním tlačidla **Preview**, si uvedený signál vypočujeme.



Zaujímavým nástrojom, najmä ak si chceme urobiť predstavu o význame absolútnej výšky tónu (je daná frekvenciou tónu) je generátor tónov. Pri nastavení určitej frekvencie máme možnosť daný zvuk počuť z pripojených reproduktorov.

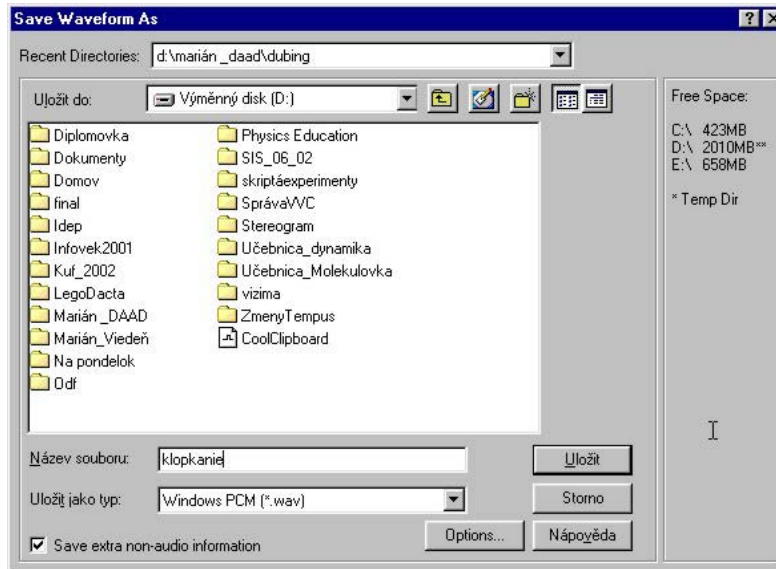


### Úloha:

12. Vytvorte si DTMF signál vášho často používaného telefónneho čísla.

## Uloženie zvukového súboru v predvolenom formáte

Ak si chceme vytvorený zvukový záznam uložiť v niektorom z dostupných formátov, vyberieme z ponuky **File** nástroj **Save As**. Pre potreby našej práce v prostredí windows a so štandardným softvérom je výhodné nastaviť uloženie zvukového súboru do formátu **Windows PCM wav**.



**Úloha:**

**13. Uložte vlastný zvukový záznam v niekoľkých zvukových formátoch.**



## 4. Digitálne spracovanie zvuku na počítači

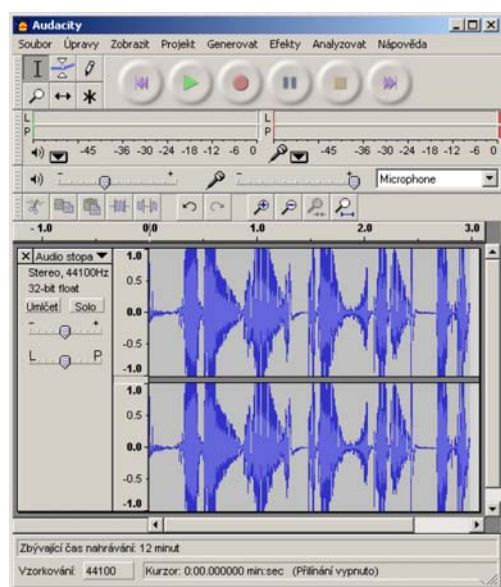
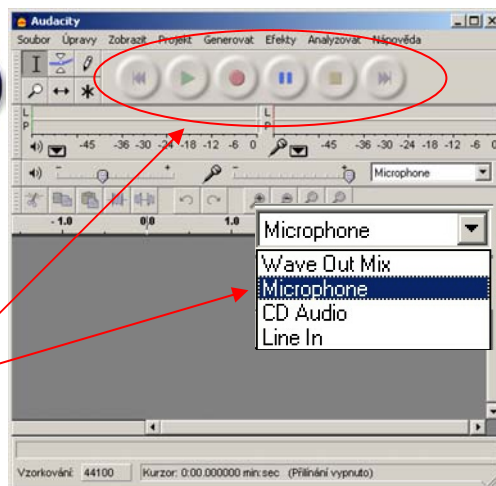
### 4.8 Základy spracovania zvuku v Audacity




Jedným z mnohých voľne šíriteľných programov na spracovanie zvuku na počítači je Audacity. Po jeho spustení nás privíta jednoduché pracovné prostredie, skrývajúce mnoho zaujímavých nástrojov. Našu pozornosť upútajú nápadné tlačidlá pripomínajúce ovládanie prehrávača, ktorých význam je zrejmý.

Ak sme pripojili mikrofón k zvukovej doske počítača, začíname nahrávanie v prostredí Audacity voľbou zdroja signálu.

Stlačením tlačidla nahrávanie (červený kruh)  spustíme záznam signálu z nastaveného zdroja (napr. mikrofón). Nahrávanie ukončíme stlačením tlačidla stop .



Priebeh zaznamenaného signálu sa zobrazí ako krivka s premenlivou amplitúdou.

Nahratý signál si môžeme vypočúť stlačením tlačidla prehrávanie . Pokiaľ chceme prehrať len vybranú časť signálu, klikneme ľavým tlačidlom myši do audio stopy a pri stlačení tlačidla označíme požadovanú časť signálu. Následným stlačením tlačidla prehrávanie sa prehrá len vybraná časť signálu.

Ak v audio stope klikneme na určité miesto a následne stlačíme prehrávanie, prehráme signál od určeného miesta do konca nahrávky.



Uloženie projektu nami pripravovanej zvukovej nahrávky realizujeme cez ponuku *Soubor - Uložit projekt*. Vytvoríme tak súbor s príponou *aup*. Pre prehrávanie vytvoreného súboru v iných softvérových produktoch je výhodnejšie zvoliť export do formátu *wav* alebo *mp3*.

Úpravy	Zobrazit	Projekt	Generovat
Zpět Vyjmout			Ctrl+Z
Znovu Smazat			Ctrl+Y
Vyjmout			Ctrl+X
Kopírovať			Ctrl+C
Vložit			Ctrl+V
Oříznout			Ctrl+T
Smazat			Ctrl+K
Ticho			Ctrl+L
Rozdělit			
Duplikovat			Ctrl+D
Označit...			
Najít průsečíky s nulou	Z		
Uložení výběru			
Obnovení výběru			
Přesunout kurzor...			
Přilínat k...			

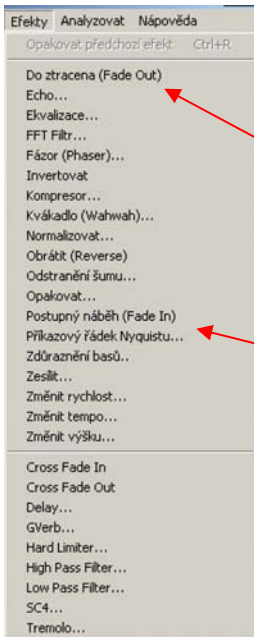
Ak nami nahratý signál obsahuje aj časti, ktoré nepotrebujeme pre jeho ďalšie využitie, môžeme ich z audio nahrávky odstrániť. Označíme nepotrebnú časť nahrávky a cez ponuku *Úpravy* vyberáme niektorú z možností:

**Smazat** – vymaže sa nami označená časť nahrávky,

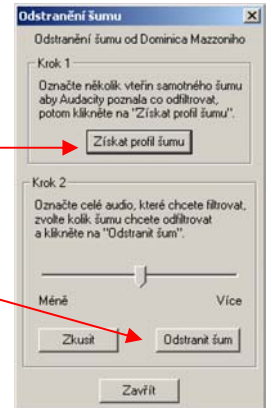
**Ticho** – označená časť nahrávky sa modifikuje na ticho,

**Vyjmout** – označená časť nahrávky sa vyberie a uloží do clipboardu,

V niektorých prípadoch je jednoduchšie označiť tú časť nahrávky, ktorú chceme ponechať a potvrdíme voľbu *Úpravy – Oříznout*, pričom sa odstráni okolie vybratej časti nahrávky.



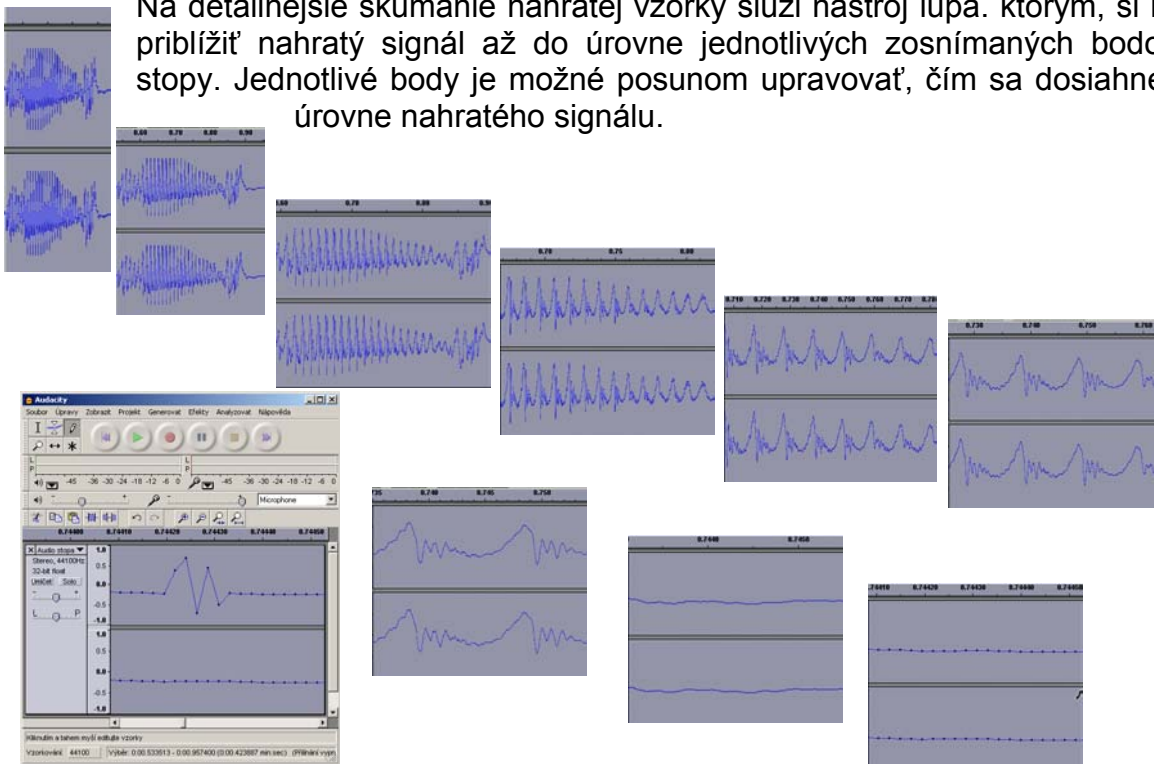
Pri nahrávaní zvuku zvyčajne zaznamenáme aj drobný šum, ktorý by sme radi zo vzorky odstránili. Označíme časť nahrávky predstavujúcu nežiadúci šum. Cez ponuky *Efekty* volíme nástroj *Odstránenie šumu*. V prvom kroku získame profil šumu z vyznačenej časti vzorky. Následne potvrdíme voľbu *Odstránenie šumu*, pričom môžeme voliť úroveň odstránenia šumu.



Z ponuky dostupných efektov sa pomerne často využíva postupný náběh úrovně zvukového signálu v úvode nahrávky (fade in) a postupný pokles úrovně signálu v závere audio súboru (fade out).

Pokiaľ potrebuje zvýšiť úroveň nahratého signálu, využívame nástroj *Zesílit*.

Na detailnejšie skúmanie nahratej vzorky slúži nástroj lupa, ktorým, si môžeme priblížiť nahratý signál až do úrovne jednotlivých zosnímaných bodov audio stopy. Jednotlivé body je možné posunom upravovať, čím sa dosiahne zmena úrovne nahratého signálu.



Zaujímavou možnosťou z pohľadu skúmania kvality zvuku je generovanie zvukov. V ponuke generovať môžeme nastaviť priebeh, frekvenciu a amplitúdu vytváraného zvuku.



**Úlohy:**

14. Nahrajte v prostredí Audacity časť výkladu vybraného pojmu alebo javu vyučovaného vo vašom predmete. Odstráňte nežiadúce časti nahrávky. Audio súbor uložte o formáte mp3.