

**Debreceni Egyetem  
Informatika Kar**

## **Zeneszerzés számítógéppel**

**Témavezető:  
Dr. Papp Zoltán  
Egyetemi adjunktus**

**Készítette:  
Szabó Miklós Csaba  
Gazdaságinformatikus**

**Debrecen  
2010**

# Tartalomjegyzék

Bevezetés .....	3
1. Alapismeretek .....	5
1.1. A hang .....	5
1.2. A zene .....	7
1.3. MIDI .....	8
1.4. WAVE.....	9
2. Eszközök .....	11
2.1. Hardver .....	11
2.1.1. Számítógép.....	11
2.2. Hangszerek, hangtechnika .....	11
2.2.1. Gitár .....	11
2.2.2. Mikrofon .....	12
2.2.3. Keverő.....	12
2.2.4. Midi billentyűzet.....	12
2.2.5. Hangkártya .....	13
2.3. Szoftverek .....	13
2.3.1. Cool Edit Pro 2.1.....	13
2.3.2. Nuendo .....	14
2.3.3. VST .....	16
2.3.4. Reason.....	17
3. Zeneszerkesztési koncepció .....	19
4. Hangfelvétel.....	21
4.1. Szintbelövés, A/D konverzió .....	21
4.2. Minőség.....	24
4.2.1. Zaj .....	24
4.2.2. A zaj kezelése, szűrése.....	25

4.3. Mintavétel .....	28
4.3.1. Gitár .....	28
4.3.2. Ének .....	29
5. Számítógéppel létrehozott sávok .....	31
5.1. Dob.....	31
5.2. Basszus.....	33
5.3. Orgona.....	34
6. Keverés .....	36
6.1. Mi az a keverés?.....	36
6.2. Effektek.....	36
6.2.1. Equalizer (Parametric) .....	36
6.2.2. Reverb .....	37
6.2.3. Delay .....	38
6.2.4. Chorus/Flanger/Phaser .....	38
6.2.5. Compressor .....	39
6.2.6. Limiter.....	40
6.3. Keverés menete .....	41
6.3.1. Gitár .....	41
6.3.2. Dob.....	42
6.3.3. Basszus.....	44
6.3.4. Orgona.....	44
6.3.5. Ének .....	44
6.4. Hangerőviszonyok .....	45
7. Utómunka (mastering) .....	47
7.1. Mi az az utómunka? .....	47
7.2. Az utómunka menete .....	48
Összefoglalás .....	51
Irodalomjegyzék .....	52

## Bevezetés

A mai világban – mint ahogy szinte minden területen – elképzelhetetlen, hogy a számítógép ne legyen segítségünkre a zene területén. Akár hallgatjuk, akár szerkesztjük, szerezzük a zenét, a számítógép szerves eleme ezeknek a folyamatoknak.

A téma, a számítógépes zeneszerzés/zeneszerkesztés, áll hozzám a legközelebb életem eddigi tevékenységei közül, több mint 10 éve. Autodidakta módon és utánaolvasva tanultam meg azokat a dolgokat, amelyek tudásom birtokában vannak. A zeneszerzés számítógéppel nem azt jelenti, hogy a zenemű megírását a számítógép végzi el helyettünk, miközben hátradőlünk a fotelben; egy eszközt jelent, aminek segítségével a tudásunk, kreativitásunk, a hang- és zeneszerkesztő programok adta számtalan lehetőség elegyét keverhetjük ki hallgatható formába. Tehát ahogy a gitár, zongora és a további hangszerek sokasága segítségünkre van abban, hogy zene születhessen, úgy a számítógép is megadja ezt a segítséget, mindamellert ha nem tudunk játszani egy hangszeren, ”ő” majd eljátssza, amit megírunk. Ha akarjuk, megszámlálhatatlan zenész bújjik el a számítógépben, akik az általunk megírt darabot eljátsszák. Kicsit kényelmesnek hangzik és nem túl eredetinek, de gondoljunk csak bele; a múlt nagy zeneszerzői minden hangszeren tudtak volna játszani, és elő is tudták volna adni egymaguk a szimfonikus és nagyzenekari műveiket, vagy egyáltalán egy olyan darabot, amit több hangszerre írtak? A kérdést mérlegelve a választ mindenki nagy valószínűséggel meg tudja adni. Ha az ”egyeditől az általánosig” modellt használom, és kiindulópontjának magamat jelölöm meg, akkor a zene elengedhetetlen egy ember életében. Nagyon erős pillér a kommunikáció eszközei között. A hallgató számára olyan érzelmeket közvetíthet, olyan élményt adhat, amit egyébként lehet, hogy sosem tapasztalna meg. Ha az ember teljes életet, mint olyat szeretne élni, abból a zene nem hiányozhat... és nem is hiányzik már ősidők óta. Már az őskorban is készítettek a fellelhető anyagokból hangszereket, s ezekkel valamilyen – számunkra, ma élő embereknek – kezdetleges zenét adhattak elő, főleg különböző szertartások kíséretéeként. Az idők elteltével egyre több hangszert találtak ki, és egyre inkább válik az önkifejezés eszközévé a zene létrehozója számára. Az egyszerűsítés végett, elhagyva a rengeteg árnyalatot a hangszerek evolúciójában, a legegyszerűbb, fekete-fehér kontrasztot használva mutatok rá, hogy igenis, mára a számítógépet is hangszerként lehet jegyezni, akár csak az ősidőben dobként használt, kifeszített bőrdarabot. Természetesen nem a

számítógéppel való ütogetésére gondolok. Erről megoszlanak a vélemények. Számomra az, hogy a számítógép segítségével megvalósíthatom a bennem megihletődött dallamokat, amiket életem során a külső és belső környezetemben történt dolgok idéznek elő, nagyon fontos. Az önkifejezésnek ez a formája áll hozzám a legközelebb, és a visszajelzések alapján egyre jobban művelem, amit magam is így vélek látni. Nem rejtem véka alá, hogy ezzel szeretnék foglalkozni profi szinten, és örülök, hogy eme szakdolgozat témája is ennek bemutatásáról szólhat. A dolgozatomban bemutatom, hogyan készül el egy kész zenemű (könnyűzene). Természetesen ezt nem úgy kell értelmezni, mint egy gyógyszer receptjét, hogy a lépések sorozata, a mértékek stb. mind kötöttek. Számtalan eljárás létezik. Még csak a műfajon belül sem lehet készpénznek venni a leírást, amit alkalmazni fogok. Hovatovább; csak ha magamat veszem, akkor én sem készítek két zenét pontosan ugyanolyan koncepció alapján. Mielőtt belekezdenék a lényegi részbe, pár alapismerettel nyitok, ahonnan folyamatosan átvezetem a dolgozat menetét a zene írására, a szoftverek általam használt funkcióira, közben általános ismereteket is közölve, ami a témában felmerül.

# 1. Alapismeretek

## 1.1. A hang

Tudományos megfogalmazása szerint a hang a fül, a hallás által érzékelt inger. Az emberi beszéd, a zene, a zenei hangrendszerek alapeleme. A hang vibráló tárgyak által keltett nyomáshullámok sorozata. A hangoknak szükségük van valamilyen közegre (szilárd, folyékony, légnemű), amelyben terjedhetnek, különböző sebességgel hosszanti mechanikai rezgéshullámként. Egyetlen közeg van, ami nem közvetíti a hanghullámokat, ez a vákuum.

Hangsebesség

Levegőben*	-	340 m/s (1 Mach)
Vízben	-	1450 m/s
Betonban	-	1660 m/s
Fenyőfában	-	3320 m/s
Vasban	-	4990 m/s

\*normál páratartalom, 15 °C, tengerszint

Az emberi fül a kb. 20 Hz alatti és a kb. 20 kHz fölötti hangokat nem érzékeli. A 20 Hz-nél kisebb rezgésszámú hangot infrahangnak nevezzük. Ezt a frekvenciát ugyan a fülünk nem érzékeli, de a testünk annál inkább. Ezeket az alacsony frekvenciájú rezgéseket legtöbbször a robbanások generálják. A 20 kHz és 1 GHz közötti hangok esetében ultrahangról beszélünk. Ugyan ezt a frekvencia-tartományt sem halljuk, de ilyen hangforrás közelében ingerültebbek vagyunk, fáj a fejünk. Egészségügyi területen nagyon jól hasznosítják. 1 GHz és 10 THz közötti hangok a hiperhangok.

A hangrezgés időbeli lefolyása szerint:

- zenei hang (ha a rezgés periodikus, lehet összetett rezgés is)
- zörej (ha a rezgés nem periodikus, de hosszabb ideig tart)
- dörej (ha a rezgés pillanatszerű lökéshullám)

A hangmagasságot a legmélyebb részhang, a hangszínt a frekvenciatartományi viselkedés (amit a burkológörbe szemléltet), a sáv szélesség, a különböző frekvenciájú hangok amplitúdó és fázisviszonyai stb. együttesen határozzák meg. Ha a felhang frekvenciája az alaphang

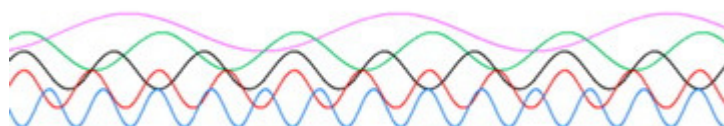
frekvenciájának valamilyen egészszámú többszöröse, akkor felharmonikusnak is szokták hívni.

A hanghullámok sokáig láthatatlanok voltak az emberek számára. 1957-ben találták fel a spektrum analízátort, ami a zene jelszint eloszlásának dinamikus kijelzésére szolgál.

A bel (rövidítése: B) az egyik leggyakrabban használt egység a telekommunikációban, az elektronikában és az akusztikában. A Bell Telephone Laboratory mérnökei "fejlesztették ki", a telefonkábel 1 mérföld hosszú darabja okozta hangerősség csökkenés mértékének meghatározására. Eredetileg TU (átviteli egység) volt a neve, de 1923-ban Alexander Graham Bell tiszteletére átnevezték a ma ismert nevére. A bel, mint egység, túl nagynek bizonyult a napi használatban, ezért a decibel (dB) terjedt el a mindennapi gyakorlatban. A bel használatos még a zaj teljesítmény szintek mérésénél.

Több eltérő frekvenciájú és intenzitású jel zavaró sokasága tulajdonképpen a zaj. Különböző zajokat különböztetünk meg, mint például a fehér zaj, a rózsaszín zaj, barna zaj. A rózsaszín zaj a hangtechnikában egyértelműen jelen van, olyan véletlenszerű zaj, amelynek a teljes vizsgált frekvenciatartományban (általában 20Hz - 20kHz) a hangnyomásszintje oktávonként 3 dB-lel csökken. Leggyakrabban többutas, aktív hangrendszer beállítására használják. A zajokra olykor fel sem figyelünk, ellenkező esetben pedig kifejezetten idegesítőnek találjuk őket. Az emberi szervezetre gyakorolt hatásuk a következő:

- 30 dB: pszichés
- 65 dB: vegetatív
- 90 dB: hallászervi
- 120 dB: fájdalomküszöb
- 120-130 dB: maradandó halláskárosodás
- 160 dB: dobhártyarepedés
- 175 dB: halálos



A 0 dB mást jelent a stúdióban és a mindennapokban. A dB értéket referenciaszinthez hasonlítjuk. Ha valamire a fizikai világban azt mondjuk, hogy 60 dB hangos, akkor a 0 dB-hez viszonyítunk (ami a teljes csend). A digitális és analóg rendszereken a 0 dB nem csönd, hanem a maximális torzításmentes hangosság mértéke. A stúdióban a süketszoba zajszintjét jelenti, míg a stúdióon kívül a teljes csendet. A süketszoba olyan hangszigetelt szoba, amelynek belső falait és felületeit hangelnyelő anyaggal borítják be a hangvisszaverődés minimalizálásának érdekében.

## 1.2. A zene

A zene, a hangok és a csend érzelmeket kiváltó elrendezése, létezésének lényege az idő. A pontos meghatározás nem könnyű, de abban általában egyetértés mutatkozik, hogy a zene a hangok tudatosan elrendezett folyamata.

A zene egy művészi kifejezési forma, a hangok és "nem-hangok" (csendek) időbeli váltakozásának többnyire tudatosan előállított sorrendje, mely nem utasít konkrét cselekvésre, viszont érzelmeket, indulatokat kelt és gondolatokat ébreszt. Az olyan hangkombinációkat, amelyek ugyan tudatosan jönnek létre, de konkrét üzenetük van (vagyis valamilyen cselekvésre ösztönöznek), általában nem nevezzük zenének. Kizárólagos céljuk a figyelem felkeltése. (Autóduda, dallamkürtök, szirénák, telefon, ébresztőóra, tömegközlekedés felhívó hangjelzései, rádióadók szignáljai, áruhoz kapcsolt dallamok, templomi harang, egykoron a vadászok vagy a katonák kürtjelei stb.)

Kizárólag a megfigyelő nézőpontján múlik, hogy mit tekint zajnak vagy zenének. A két fogalom nem zárja ki egymást: bizonyos körülmények között a zene is lehet zaj (például rockzenei koncert átszűrődő hangjai, mikor aludni szeretnénk), máskor a hétköznapi értelemben vett zajt is zeneként értelmezhetjük (vonat ritmikusan zakatoló hangjai, patadobogás). Mindkét csoportba tartozhatnak a természet hangjai, de bizonyosan az emberi beszéd is. A zene a legtágabb értelemben: minden zenekeltés céljából előidézett hanghatás.

Itt bátran behozhatjuk a képbe a számítógépet, amivel zenekeltés céljából hanghatásokat idézünk elő. Profi zenéléshez elengedhetetlen egy minőségi hangkártya, aminek sajnos elég borsos ára van, továbbá, hogy a számítógép teljesítménye is viszonylag haladjon a korral, noha nem feltétlenül a legkorszerűbb, minden játékot futtató konfiguráció szükséges. A sok

memória és a nagy processzor-teljesítmény, amik meghatározóak. Egy-egy virtuális hangszer rengeteg memóriát és "hertz-et" le tud foglalni a szimpla behívásával, anélkül, hogy bármilyen feladatot is kapna.

### 1.3. MIDI

1982 júniusában az amerikai NAMM (National Association of Music Merchants) kiállításon ültek össze a nagy szintetizátorgyártók. Ekkor létrehoztak egy szabványt, mely MIDI (Musical Instruments Digital Interface, Hangszerek Digitális Kapcsolata) néven vált ismertté. Ez a szabvány lehetővé tette, hogy az egyik szintetizátor billentyűzetéről meg lehessen szólaltatni egy másik szintetizátort, és hogy a szekvenszerek (dalszerkesztők) segítségével szinkronizáltan tudjunk visszajátszani előzetesen felvett szerzeményeket. A kommunikáció sebessége: 31250 bit/sec. Szabványosították a MIDI csatlakozót, a szabvány csatlakozó a DIN-csatlakozó (öt-pólusú tuchel dugó) nevet kapta. A MIDI soros kommunikációs vonal. Ez azt jelenti, hogy a MIDI adóeszköz és a vevő között egyszerre csak egy bit átvitele történik. Ennek a módszernek az előnye, hogy a két eszköz közötti kapcsolat kábelezése egy érpárra csökken, így kisebb a meghibásodás lehetősége. A MIDI kábel egy árnyékolt, sodort érpár, ajánlott maximális hossza 15 méter, jó minőségű kábellel ez túlléphető. A csatlakozóknak három típusa létezik: Az OUT jelű csatlakozón az eszköz mikroprocesszora küldheti ki az üzeneteit, az IN jelűn fogadja a beérkező jeleket. A THRU-ként jelölt csatlakozó szintén kimenet, az IN-re érkezett jel másolatát érhetjük el itt.

A szabványos MIDI fájlok SMF (Standard MIDI Files) formátumúak. A szabványosítás célja az volt, hogy minden hangkezelő programban használhatóak legyenek az anyagok. Az SMF-specifikáció a MIDI-fájlok három típusát vezeti be. 'Format 0', vagy 'Type 0' nevet kapnak azok a fájlok, melyek ömlesztetten egy sávon tartalmazzák a teljes dalt, míg a 'Format 1', vagy 'Type 1' fájlok a dalszerkesztőben született struktúrájának megfelelően, sávokra bontva. A 'Format 2', vagy 'Type 2' fájlok nem folytonos, hanem részekre vágott zenedarabokat tartalmaznak. A MIDI nem olyan típusú zeneanyag, mint amelyet szalagos magnóval is elkészíthetünk egy mikrofon segítségével. A leglényegesebb különbség a szalagos-mikrofonos eljáráshoz képest, hogy a MIDI csupán hangszeres zene. Egy dologban hasonlít a magnetofonos eljáráshoz, annak is csupán a stúdiókban használt változatához, ez a sávonkénti, illetve a szólamonkénti felvétel és a sávonkénti visszajátszás lehetősége. A

szólamankénti szalagos felvételhez képest viszont van egy néhány jelentős előnye, amelyek hasonlítanak a szövegszerkesztőkben megszokottakhoz, az írógéppel elkészített dokumentumhoz képest. Az elkészült anyag rendkívül rugalmasan módosítható. Törölhető, javítható akár egyetlen hang, részlet, másolhatóak az ismétlődő részek (refrén), anélkül, hogy újra be kellene vinni a gépbe az adott részletet. Az ilyen típusú anyagokat elkészíthetjük közvetlenül az alfabetikus billentyűzet segítségével, illetve a számítógéphez kapcsolt, elektronikus rögzítésre alkalmas zongorabillentyűzetről, vagy az egér segítségével.

Én rendelkezem egy MIDI billentyűzettel, amivel fel tudok játszani a zeneszerkesztő programba dallamokat. Az eszközök fejezetben látható, ez hogyan is néz ki.

A legfontosabb megjegyezni, hogy a MIDI jel csak és kizárólag adat, amely 0-kból és 1-esekből áll. Néhány fontosabb MIDI adat:

- hang megszólalásának időpontja
- ereje
- hossza
- rengeteg modulációs lehetőség a hangon

A zenén túl máshol is alkalmazzák a MIDI kommunikációt:

- világítások vezérlésére pl. színházban
- Digitális DJ-zés
- VJ-zés (Visual Jockey; nem zenéket kever, hanem képeket, videókat)
- különböző szoftverek vezérlése (pl. az általam használt Cool Edit Pro)
- egyéb

## **1.4. WAVE**

A wave, rövidebben wav, digitálisan tárolt, tömörítetlen audió fájl, hanganyag a számítógépen. A zeneszerkesztők szinte mindegyikében kezelhető formátum ez – kivéve a csak MIDI alapokra helyezett programokat, ami nem annyira jellemző manapság. A wav állomány minőségét a mintavételi frekvencia és a minta felbontása határozza meg. A mintavételi frekvencia az egy másodperc alatt vételezhető jeleket adja meg, a bitráta pedig a mintavételezett hang dinamikatartományát, vagyis a teljes csend és a lehangosabb hang amplitúdója közötti felbontást. Nézzük egy példán keresztül: a cd minőség 44100 Hz-es és 16

bites, tehát másodpercenként 44100 mintavételezett kilengést mutat a  $0-2^{16}$ , vagyis a 0-65536 tartományban. Az előbbi két jellemzővel rendelkező hangfájl mérete körülbelül annyiszor 10 MB, ahány perces a felvétel. Ez a CD minőség. (gondoljuk csak meg, hogy a 700 MB-os CD-re 80 percnyi hanganyag fér) Ahhoz, hogy külső – nem a számítógép által generált – hangmintánk legyen ilyen wav formátumban, fel kell vennünk azt számítógépre egy analóg/digitális konverteren keresztül. A hangfelvétel témakörben ezt részletesebben tárgyalom.

## **2. Eszközök**

### **2.1. Hardver**

#### **2.1.1. Számítógép**

Asztali számítógépes konfiguráció:

- Processzor: AMD Athlon 64 3200+, valódi órajele 2 GHz-ről 2.4-re emelve
- Memória: 2x512 Mb DDR
- Merevlemez: 60 Gb Western Digital
- Videókártya: 32 Mb NVIDIA GeForce 2 MX
- Optikai meghajtó: Pioneer DVD-RW DVR-109
- Hangkártya: E-MU 1212m

Monitor: Philips 19" 1600x1200-as felbontással

Billentyűzet, egér

Windows XP SP2

### **2.2. Hangszerek, hangtechnika**

#### **2.2.1. Gitár**

Elektromos, 6 húros gitár



## 2.2.2. Mikrofon

Jefe AVL 2600

Dinamikus mikrofon beszéd- és énekhangosításra. Frekvencia átvitel: 60 Hz-16 kHz, dinamikatartomány: -72 dB



## 2.2.3. Keverő

Alto AMX 80

Ezen az eszközön keresztül veszem fel a számítógépre a gitár-, illetve mikrofonhangokat.



## 2.2.4. Midi billentyűzet

Miditech i2 Control 37

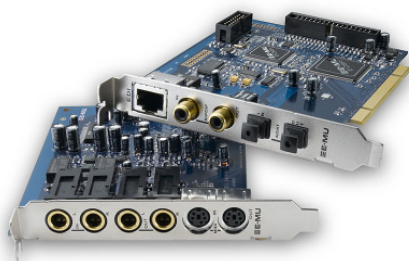
Ezzel az eszközzel dallamokat játszhatok fel a számítógépre MIDI-n keresztül.



## 2.2.5. Hangkártya

E-MU 1212m

Az E-MU kártyacsalád legkisebb professzionális tagja. Hangminősége a legalább két kategóriával feljebb levő, többszázezer forintos kártyák világát, kiváltságait idézi. Fontosabb paramétereit: maximális felvételi bitmélysége 24 bit, maximális mintavételi frekvenciája pedig 192 kHz, dinamika tartománya 120 dB, felső kategóriás A/D, illetve D/A átalakítók, beépített DSP effektek – amik nem terhelik a CPU-t –, ASIO 2.0 támogatás. Utóbbinak köszönhetően felvételekor a hangkártya bementére kapott jel a számítógép többi részét és magát a Windows operációs rendszert kikerülve egyből a felhasználói programba jut, csökkentve ezzel a késést (latency). Ugyanígy a MIDI jelek kommunikációja is ultra alacsony késéssel valósul meg, így a MIDI billentyűzetemen a billentyű leütése után szinte azonnal megszólal a virtuális hangszer - esetemben 4 ms múlva. Mondhatni valós időben.

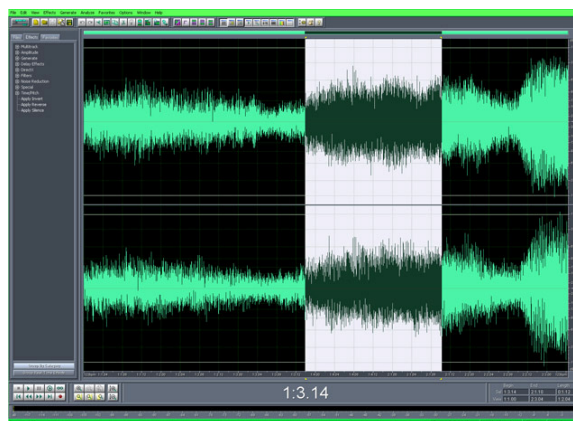


## 2.3. Szoftverek

### 2.3.1. Cool Edit Pro 2.1

2003 óta Adobe Audition néven fut. Professzionális hangszerkesztő program. Stúdió minőségű felvételeket készíthetünk vele. A maximális mintavételezési minősége 192 kHz és 32 bit, ami messze meghaladja a 44.1 kHz/16 bites CD minőséget. Hangstúdiók, rádiók, és profi felhasználók mind ismerik. Ha felveszünk, vagy betöltünk egy hangfájlt, monó felvétel esetén egy, sztereó felvétel esetén két sávot láthatunk. A bal sáv kerül felülre a jobb alulra. Vízszintesen az idősor halad, amit állíthatunk, hogyan számláljon: másodpercenként, beállított ütemenként, ha film hanganyagról van szó, akkor képkockánként (többféle), illetve a mintavételezett pontonként. Utóbbi, a már említett egyik jellemzője a hanganyagnak, vagyis a rezgésszám. Ha a mintavételezés 44100 Hz-es, akkor, ha eléggé felnagyítjuk a

hangfájlnézetét, láthatjuk kirajzolódni az egyes mintavételezett pontokat, amikből egy másodperc alatt 44100 követi egymást. Meg is számolhatjuk... A függőleges kiterjedés az amplitúdóé. Kéngését mutathatja decibelben, százalékban, és a mintavétel felbontásában, ami pedig a másik jellemző. Ha tehát a hanganyag 16 bites, akkor a teljes intervallum



0-65536 szintből áll. A  $65536/2$  helyen a teljes csend "hallható". Minden alapszerkesztési feladatot elvégezhetünk vele, és a jól ismert billentyűkombinációk sem működnek másképp. (kijelölés, kivágás, törlés, másolás, stb.) Természetesen ezen felül, a professzionalitásának köszönhetően, szinte bármilyen műveletet végre tudunk vele hajtani. Rendelkezik az összes alapvető effektel, aminek listáját külsőleg bővíthetjük is akár DirectX audio effektekkel. Ez a verzió még nem rendelkezik VST támogatással (lásd a 2.3.3. részt), aminek köszönhetően mégjobban megnyílna a lehetőségek tárháza.

### 2.3.2. Nuendo

A Nuendo médiagyártó rendszer. 200 csatornás hangstúdió, 200 csatornás automatizált keverővel, profi hangeditáló, hangfeldolgozó és mastering funkciókkal, flexibilis surround hangkezeléssel, professzionális videószinkron támogatással. A program egyformán jól használható hagyományos hangfelvételi- és szinkronfeladatok esetén, monó, sztereó, vagy többcsatornás (surround) környezetben, internethang (mp3, RealAudio) előállítására, multimédia CD-ROM és videojáték hangjának elkészítésére, rádióreklámok (MPEG II) vagy TV show műsorok, DVD-hang (24 bit/96 KHz, 5.1) gyártására. AIFF, AIFC, WAVE, BWF, MP3, RealAudio, Windows Media Audio, REX, SD2, CD-audio hangformátumokat támogat – praktikusán bármilyen ma használatos formátumból és formátumra közvetlenül dolgozhatunk vele.

A célhardverre épülő audió munkaállomások esetén a sávok, hangcsatornák, effektezési és routing lehetőségek, illetve a rendszer korlátai egyaránt a hardver által meghatározottak. A natív elvű Nuendo rendszer nem kötődik semmilyen hardver konfigurációhoz, páratlan teljesítménye ellenére sem igényel speciális DSP hardvert, hanem a számítógép processzorán

működik.

A korszerű objektum alapú programozástechnika következetes alkalmazása közvetlen (drag and drop) kezelésmódot és teljes mértékben valós idejű működést biztosít a programban. A Nuendo több sávon elhelyezkedő klipeket is kezel, így egységesen és egyszerűen lehet többsávós hangeseményeket (pl. képhez kapcsolódó összetett hangzásokat) is együtt kezelni. Ennek eredményeként, pl. a surround klipek többszörös plugin-ek segítségével együtt effektezhetők, nem kell az egyes csatornákat külön-külön megmunkálni – természetesen szükség esetén erre is van mód.

A felhasználónak lehetősége van a grafikus editálás mellett edit-lista alapú (EDL-based) szerkesztésre is, sőt kétképernyős üzemmódban a kétféle editor-funkciót akár párhuzamosan is lehet használni, így mindig a megoldandó feladat jellegéhez illeszkedő munkamódszerrel és felülettel dolgozhatunk.

Páratlan segítség a korlátlan számú undo/redo lehetőség. Ez önmagában sem hétköznapi, azonban a program ezt felvételszakaszonként (klipenként) is szolgáltatja. Bármely klipben végzett bármely művelet bármely sorrendben visszavonható, módosítható, ill. újraalkalmazható. Erre az ún. edit-history lista ad lehetőséget, amely az adott klipben végrehajtott összes műveletet tartalmazza. A listában előre-hátra lépegetve (undo-redo) az éppen érintett műveleteket a program sorra "megmutatja", így nem kell emlékeznünk arra, hogy mit is csinált eredetileg az adott lépés.

Bár a Nuendo-t alapvetően audió alkalmazásokra fejlesztették ki, rendelkezik teljes körű és kiváló MIDI funkciókkal is. A MIDI felvételek ellenőrzésére, pontosítására és szerkesztésére szolgál a MIDI Editor. A Nuendo-ban használhatunk belső, ún. virtuális hangszereket, melyek révén olyan funkciók is megvalósíthatók, kizárólag szoftveresen, amelyekhez eddig drága külső céleszközökre (sampler, dob gép, szintetizátorok) volt szükség. A belső hangszerek MIDI vezérelhetők, és minta pontossággal időzíthetők.

A felvett és editált sávok keverése és effektezése a maximum 200 csatornás, virtuális keverőpulton történik, amely csatornánként 4 sávós EQ-val (parametrikusan állítható, grafikus kijelzővel), 4 csatornaspecifikus effekt-bekötési ponttal, 8 globális effekttel illetve 8 aux send kimenettel rendelkezik. A keverés folyamata teljesen automatizálható (total recall – hangerő, panoráma, EQ, surround hangkép, effektek és hangszerek paraméterei, stb). Az automatizált paraméterek sávonként vizuálisan is megjeleníthetők és utólag grafikusán editálhatók. A keverő csatornáiból tetszőleges csoportok képezhetők, illetve azok szabadon

irányíthatók a csoport-, a segéd- és a master-kimenetekre, valamint a fizikai hangkimenetekre. A mixer nem csupán monó vagy sztereó, de többcsatornás, surround keverésre és masteringre is használható.

A Nuendo keverőjének funkcionalitása szoftver-processzorokkal szabadon bővíthető. A program VST plugin struktúrával dolgozik, így már ma is több ezer hangprocesszor közül választhatunk. (A program nyitottságát bizonyítja, hogy a VST 2.0 specifikáció szabadon letölthető, így a Nuendo alá bárki fejleszthet plugin-eket.)

A program az ASIO 2.0 szabványt támogató hangkártyák szinkronlehetőségeit is támogatja. Érdekes lehetőség a hálózatos működés egyszerre több munkaállomáson, különböző stúdióhelyiségekben – akár különböző épületekben.

A külvilággal kapcsolatot tartáshoz bármilyen ASIO driver-rel rendelkező hangkártya használható, azonban saját audio interfészek is rendelkezésre állnak. A könnyű és hatékony munkavégzés érdekében a Nuendo mixere (és természetesen más funkciói, így a processzorok és a szoftver-hangszerek is) vezérelhető külső kezelőfelületekről. Virtual Studio Technology

### **2.3.3. VST**

Virtual Studio Technology, ami könnyen áthallik magyarra, vagyis virtuális stúdió technika. Egy szabvánnyá vált technológia, amit a német Steinberg cég fejlesztett ki. Két fő területe van; VSTi és a VST. A VSTi-ben az „i” azt jeleti, hogy instrument, vagyis hangszer. Tehát a VSTi-k olyan szoftverek, amelyek hangszerként használandók, behívva őket az ún. host programba, ami kezeli őket. Ilyen host program az általam használt Nuendo is.

A VST, „i” nélkül, pedig az effektekre vonatkozik. Rengeteg ilyen szoftvert találhatunk a piacon, illetve ingyenes szoftvereket is gyártanak milliószer. A profi zeneszerkesztéshez persze – noha nem mindig a legdrágább a legjobb, de – profi, akár megfizethetetlen árú VST szoftverekkel kell rendelkezni. Tehát nem is az árban van sokszor különbség a VSTi és a valódi hangszer – vagy effekt - között, arról nem is beszélve, hogy egy hegedűjátékot meg tudunk írni számítógépen, de lejátszani nem feltétlenül.

A VSTi-k kezelése a host programokban nem nagy ördögösség. Egyszerűen behívjuk őket pár kattintással a hangszerlistába, aztán hozzáadunk egy MIDI sávot, amivel vezéreljük a hangszerünket. A Vizsgadalba is kerül egy-két VST hangszer és VST effekt.

#### **2.3.4. Reason**

A svéd Propellerhead Software terméke a Reason zeneszerkesztő program. A beépített hangszerek, effektek és egyéb behelyezhető elemek egy virtuális rack-be helyezhetőek. Másik része a szekvenszer, ahol a szerkesztés zajlik. Nevét onnan kapta, hogy a megadott utasításokat szekvenciálisan hajtja végre, mint ahogyan a különböző programnyelvek végzik el a feladatokat. Tehát felfogható egyfajta programozásnak a zeneszerkesztők bővülése.

Az egyes eszközöket szabadon köthetjük egymás után, így létrehozható egy virtuális stúdió, melyet a szekvenszer segítségével programozhatunk kézzel, vagy MIDI-n keresztül. Kiváló hangzásvilágot és valódi hangszeres élményt nyújthat megfelelő kezekben. A Reason-höz kaphatóak Refill Pack-ek amelyekben rengeteg, a programmal használható formátumra tehetünk szert.

Az NN-XT és az egyszerűbb NN-19 sampler-ekbe tölthető fájlokat úgy készítik, hogy egy hangszer több hangját rögzítik különböző hangerővel. Ennek az aprólékos eljárásnak köszönhetően a midizés közben a hangszer valódi hangját hallhatjuk, még hozzá a lassítás és gyorsítás miatti torzulások nélkül. Mivel egy hangot többször és sokféle hangerőszinttel vesznek fel, így ha a MIDI billentyűnk leütésérzékeny, akkor ha gyengéden nyomjuk, akkor gyengéden is halljuk, mint a valódi hangszeren. Természetesen az összes hangerőárnyalatot nem utánozzák le, nem készítenek egy hangról milliónyi, más hangerővel készült felvételt. Már csak azért sem, mert az érzékenységnek 127 fokozata van a MIDI-ben. De még ez is rengeteg lenne. Az előző módon ecsetelt eljárással készülhet bármilyen hangszerről sampler-be tölthető verzió.

A virtuális hangszerek a Subtracktor, ami a kezdetek óta benne lakozott, a Malström, ami későbbi verziókban ütötte fel a fejét, majd a 4-es verziótól kezdve a Thor nevezetű szintetizátor, amiket említhetünk. Némelyek szerint ez utóbbi kizárja a VST támogatás hiányát. Én, személy szerint, ezzel nem értek egyet.

A Subtracktor 2 oszcillátorral rendelkezik, amikkel különböző – előre beépített – hullámformákat hallathatunk, és ezeket modulálhatjuk potméterek sokaságával.

A Malström szintén két hangforrással rendelkezik, de ezekben mintavételezett wav hangok találhatóak, amiket szintén sok-sok potméterrel modulálhatunk, míg ki nem jön a megálmodott végeredmény.

A Thor pedig az előző két szintetizátor együttes bonyolultságán is tútesz.

Ütem terén két eszköz áll a rendelkezésünkre. A Redrum és a DR-Rex. A Redrum egy 10 csatornás dob gép, melybe 10 különböző hangot tölthetünk be. Lehetőségünk van gazdagon változtatni a hangokon, pl. hangerő, hangmagasság, panoráma, a hang elejéről és végéről való vágás. Egy rácsos hálóban szerkeszthetjük meg a ritmusunkat.

A DR-Rex-be loopokat tölthetünk be, amihez egy ReCycle nevű kis programmal készíthetünk hangmintákból szeletelt loop-ot. Így egy dobritmus tetszőlegesen feldarabolható és használhatóak az egyes részek külön-külön.

Bizonyos deck-ek kompatibilisek más deck-ek fájl típusaival, így ütemet pl. NN-XT-ben is készíthetünk. Alapvető effektekkel is fel van szerelve, mint Screamer 4, ami egy többfunkciós torzító, Advanced Reverb, ami egy nagy tudású zengető, Flanger, Foldback Distortion, Phaser, Unison, Chorus/Flanger, Vocoder, Two Band Parametric EQ, egy egyszerűbb Reverb, és egy Delay.

Rendelkezésünkre áll még két keverő; egy 14 és egy 6 csatornás. A master (7-es fejezet) javítására pedig az MClass effektek emelik magasabb szintre a hangzást (Parametric EQ, Stereo Imager, Compressor, Maximizer).

A programban nem található kötöttség, mindenből annyit használhatunk, amennyit akarunk, a Combinator pedig segít csoportosítani a sampler-eket és az effekteket. A midi rész igen erős, és ha mindenképpen kellene kiegészítő programok, VST-k, 32 sztereó Rewire csatorna áll rendelkezésünkre amit összeköthetünk bonyolultabb zeneszerkesztőkkel mint pl. az Ableton Live vagy a Cubase stb. Esetemben a Nuendo-val.

A Reason sajnos nem támogatja a VST-t.

### 3. Zeneszerkesztési koncepció

Először is egy allegóriához nyúlnék, vagyis egy hosszas hasonlaltal illusztrálnám a Vizsgadal felépülésének menetét.

Képzeljünk el egy nagy kötömböt, amiben meglátjuk a közel kész, részleteiben viszonylag gazdag remekművet, a szobrot. Első lépésként, hogy megvalósulhasson, le kell fejteni a nagyobb kódarabokat, ennek megfelelően nagy durva vésőkkel és egy nehezebb kalapáccsal. Ezután megkapjuk a vázlatos formát, alakot, amit egyre jobban kidolgozunk a legapróbb részletekbe menően, mindig a megfelelő szerszámokat kiválasztva az adott munkafolyamat adott részéhez. Így formálódik egy zenemű is az ihlettől a végső, hallgatható állapotáig, vagyis addig a pontig, ahol "leránthatjuk a leplet a szoborról". Feltételezem, hogy az összes művészeti ágban hasonlóan ehhez a metódushoz nyúlhatunk; a "nem részletestől" a részletesig – függően a nézőponttól, hogy adott alkotási folyamatban melyik véglet a részletes. A Vizsgadal munkafolyamata körülbelül ezt a koncepciót követi. Ez egy zenemű elkészítésének példája egy embertől – tőlem. Az általános igazságot viszont megismerhetjük az LGT együttes egyik slágeréből... „Mindenki másképp csinálja.”

A dalszerzők gyakran használnak zongorát vagy gitárt egy dal írásakor. Ezek azok a szerszámok, amikkel lefejthetjük a nagyobb kódarabokat, amikkel kialakíthatjuk a nyers formát, amit majd elkezdhetünk finomítani. Én gitárral a kezemben, akkordokat próbálgatva találok ki valami tetszetőset, s vele párhuzamosan gondolatokat próbálok fogalmazni verses formában. Közben már az akkordmenethez igazítva énekelgetem a kialakult sorokat, így meg is lesz az ének dallama, és nagyjából kialakítom a dal szerkezetét.

Ha kitaláltam a szöveget és hozzá a gitárkíséretet, meg is van a váz, amire építhetek a továbbiakban. A gitár felvételével fogok kezdeni. Az akkordmeneten túl tervezem, hogy a gitárral valamiféle dallamot is játszom, esetleg egy improvizációs szólójátékot is alkalmazok. Ezután az alap dobritmust fogom megalkotni, majd a basszus sávot írom meg. Ezt követően még egy-két színesítő sáv kap helyet a zenében. Az ének felvételére utoljára kerül sor, amikor már összeáll a készülő zene. Ez a sorrend azonban nem jelent kötött időrendet, hiszen az egyes későbbi munkafolyamatok indukálhatják a korábbiak korrigálását. Így szükség lehet párhuzamos szerkesztésre. Az egy témakörbe tartozó munkafolyamatokat csoportosítani

fogom. A Nuendo és Reason programok egyszerre fognak futni rewire módban, tehát a Reason-ben keletkezett hangok át lesznek irányítva a Nuendo bemeneteire.

A Vizsgadal szövege a következő lesz:

### *Vizsgadal*

*A vizsgadalomat hallgatod,*

*Dőlj hátra a fotelben!*

*Ezt a témát választottam,*

*Korántsem véletlen.*

*Ezt a bicajt hajtom már*

*Több mint egy évtizede.*

*Aki ismer, az tudja,*

*Csöppet sem fáradtam bele.*

*REF.: Legyél te is tanúja,*

*ki ezt a dalt hallgatja!*

*A zene szült engem a világra,*

*S most én szülöm vissza.*

*A vizsgadalomat hallgatod,*

*Ha akarsz, ugrálhatsz is rá.*

*Adj neki hangerőt, hadd szóljon,*

*ha a szomszéd még nem hallaná!*

*A távot, aki lemérte,*

*Azt mondta nincs vége.*

*Hajtom a kerót...*

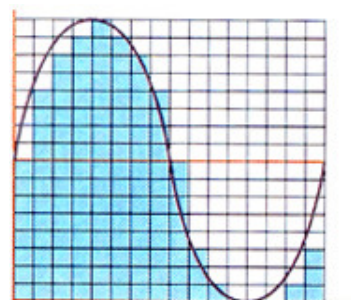
## 4. Hangfelvétel

A jó felvételi minőség alapja a gain struktúra figyelembevétele, azaz hogy hogyan állítjuk be a hangerőszinteket. Ez ugyanúgy érvényes a hangkártyákra, mint a számítógép-alapú stúdiókra, illetve az akkori időszakra, mikor minden analóg volt.

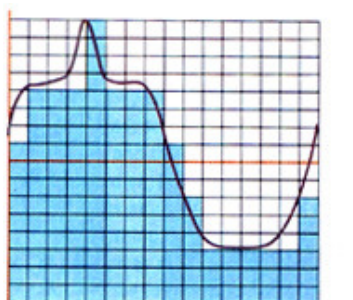
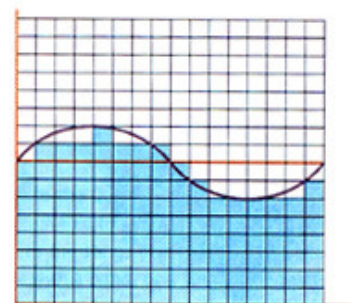
### 4.1. Szintbelövés, A/D konverzió

Még egy teljesen digitális rendszer esetében is a bejövő jel majdnem mindig analóg, ami azt jelenti, hogy egy mixer csatorna vagy egy voice-channel processzor használata szükséges, akár azért hogy az A/D konverziót végezzen, vagy hogy a hangkártya saját A/D bemeneteire optimális jelszintet adjon. Amennyiben a legjobb eredményt szeretnénk elérni adott felszereléssel, akkor a gain beállításokkal kell majd foglalkozni.

Ha az analóg bemenő jel szintje túl alacsony, akkor a felbontásból veszítünk, viszont ha túl magas, akkor a jel fog torzítani annak minden velejárójával. A felbontás a diszkrét lépések számát adja meg, amiben a digitális jel kifejezhető, és jól tudjuk, hogy minél több lépés van, annál pontosabb a mintavételi folyamat. Ha a jel túl alacsony szinten érkezik, akkor kevesebb lépés áll rendelkezésre ahhoz, hogy azt digitálisan le tudjuk írni, ezért a digitális megfelelője ennek az analóg hullámnak kevésbé lesz pontos, mintha minden bitet kihasználtunk volna. A következő ábrán egy teljes kivezérlésű szinuszhullámot láthatunk digitalizálás után. Az egyszerűség és a szemléletesség kedvéért most csak 16 lépést használtunk fel (ez azonos egy 4 bites rendszerrel, vagyis  $2^4$ ). Egy hagyományos 16 bites rendszer ennek a felbontásnak a több ezerszeresére képes ( $2^{16}$ , tehát 65536 lépték). Vegyük észre, hogy ebben a példában a minták (a kék négyzetek) a valós érték alá eső legközelebbi helyre kerültek, ezért néhány apró hiba keletkezik. Minél több beosztásunk van függőlegesen ugyanilyen magas területen (azaz a rendszer minél több bites), annál kisebbek ezek a hibák.



Ha egy szinuszhullám, amit nagyon alacsony bemenő szinten mintavételeztünk, akkor, ahogyan az előbb is, a minták a valós érték alá eső legközelebbi helyre kerültek, de a hullámforma alakja sokkal kevésbé hasonlít az eredeti jelhez, mert kevesebb lépést használ fel az ábrázoláshoz, a hiba relatíve sokkal nagyobb az eredeti jelhez képest, mintha maximumra vezérelt lett volna.



Ha az alacsony szinten mintavételezett jel szintjét megemeljük digitális hangerőszabályzás révén, mindössze annyi történik, hogy minden egyes értéket megszorozunk ugyanazzal a számmal (ami az egység és a legnagyobb digitális érték hányados). A lényeg, hogy vegyük észre, hogy bár a jel szintje azonos az első példában levőével, a digitális kép már jelentősen eltorzult. A kézzelfogható eredménye ennek a folyamatnak a jól hallható torzítás és zaj.

Néhány hangkártya rendelkezik ún. input gain szabályzóval, de ez definíció szerint a jel digitalizálása után helyezkedik el a láncban, ezért nem tud mit tenni a felbontás-veszteséggel. Ha már egyszer digitalizáltuk a jelet, a digitális tartományban nem lesz lehetőségünk többé arra, hogy a jel szintjét megemeljük anélkül, hogy torzítás és zajszintemelkedés lépne fel. Míg az analóg rendszerek felvételi minősége azon múlik, hogy milyen jelszintet tudunk küldeni a szalagra, addig a digitális felvételi minőség szorosan ahhoz a jelszinthez kapcsolódik, amit az A/D átalakítóra küldünk. Ha a rendszerben van digitális szintszabályzás, a legjobb stratégia az, ha ezt a szabályzót unity-ra állítjuk (0 dB-re, vagyis hogy ne emeljen és ne is halkítsa), és a bejövő analóg jel szintjét állítjuk addig, míg a mérők a megfelelő szintet nem mutatják. Ekkor azt tapasztalhatjuk, hogy a bejövő jel nagyon halk lesz. A legtöbb, hangkártyával rendelkező már észrevette, hogy nagyon magas analóg jelszintet kell rávezetni a kártyára ahhoz, hogy a digitális mérők megfelelő szintet mutassanak. Ez egy tervezési stratégia, ami az analóg felvételek sajátosságainak kiküszöbölésére találtak ki. Az analóg szalagnak nincs olyan jól definiálható maximális felvételi szintje, ami felett már nem célszerű felvételt készíteni. Van egy nominális maximum szint, ami felett a hangszín erősen torzítani kezd. A pop zenében a jelek folyamatosan néhány decibelnyivel "be vannak

nyomva a pirosba” (meghaladja a 0 dBFS-t), hogy hasznát vegyék a járulékos melegségnek, ami ennek a túlvezérléses torzításnak köszönhető.

A digitális rendszer kevésbé megbocsátó az efféle túlvezérléssel szemben, mert egyszerűen nagyobb érték ábrázolása nem lehetséges azon a ponton túl, mikor minden bit be van kapcsolva, ezért a jel simán clip-el, és ez a torzítás zeneileg hasznavehetetlen, sőt, kerülendő. A különféle bizottságok, akik ilyesmiről döntenek, mint pl. a felvételi szintek, azzal érvelnek, hogy a digitális felvevőknek ennél fogva nagyobb headroom-ra van szüksége, mint az analógoknak (ez tipikusan 12dB-re vagy 18 dB-re van az analóg nominális szint alatt) a túllövés elkerülésére. Épp ezért észrevehető, hogy egy analóg előfokot fel kell hangosítani kb. 12dB-re ahhoz, hogy a digitális méter 0 dBFS-t mutasson. A legjobb hangminőség elérésének a kulcsa egy digitális rendszer esetében az, hogy biztosítjuk, hogy az előfok vagy voice channel elég meleg jelet biztosít az A/D átalakító számára, de úgy töltse ki a rendelkezésre álló dinamika tartományt, hogy ne clip-eljen. Az analóg kompresszálas nagy segítséget jelenthet ilyenkor oly módon, hogy a jel átlagos szintjét felemeli a maximumhoz képest, mely által a digitális felvevő dinamika tartománya nem lesz elpazarolva néhány magas szintű csúcs miatt.

Egy jól megtervezett analóg előfoknak képesnek kell lennie arra, hogy a szinteket legalább +18 dB-lel tudja növelni. Azt is észrevehetjük, hogy a kimeneti szint akár 6 dB-lel is kevesebb lehet, ha a kimenet aszimmetrikus - persze a legtöbb nem profi hangkártya bemenete aszimmetrikus. Ez eléggé erőltető lehet egy előfoknak, ha az egy +4 dB-es bemenetet próbál erőlködve meghajtani, +16 dB környéke lesz szükséges ahhoz, hogy az az A/D átalakítót csúcsra tudja vezérelni, vagyis kihasználja. Ezen túlmenően a digitális headroom kalibrálása is változhat gyártótól függően (néhány sztenderd ugyanis nem annyira sztenderd, mint azt mi szeretnénk), ezért gyakran azt lehet tapasztalni, hogy a kártya bemeneti szabályozójának nullára állításakor rendkívüli nagyságú jellel kell bemenni.

Ha ez a problémával találkozunk, nézzük meg, hogy a hangkártyánk vagy audio interfészünk rendelkezik-e -10dBv kapcsolóval. Ha igen, használjuk ezt, és akkor a jel rögtön erősebb lesz. Ha nem, akkor nincs szerencsénk, olyan előfokra vagy voice channel-re lesz szükség, ami nagyobb meghajtásra képes.

Az első lépés a felvételi lánc beállításakor, hogy a mikrofon vagy vonal előfok szabályozóját olyan magasra állítjuk, hogy a jel csúcsai már majdnem bekapcsolják annak a clip LED-jét, vagyis hogy majdnem túlvezérelt legyen. A legegyszerűbb módszer erre az, ha olyan szintet

választunk, hogy a csúcsok épp kivillantják a LED-et, majd kicsit visszaveszünk az erősítésből, míg a jelenség megszűnik. Ha nincs semmink, csak a hangkártya, akkor nem tudunk mást tenni, mint hosszú ideig próbálgatni a szintekkel, és minthogy a nyers jel dinamikája igen nagy is lehet, megviccelheti a hangszint kijelzőket, főleg ha az illető zenész nem ismeri azok működését, nem tudja azokat értelmezni. Akik rendelkeznek analóg kompresszorral, szerencsésebbek. Ők a következőt tehetik még ezen felül.

Vegyük a kompresszort (lásd Effektek fejezetben), amit beállítunk olyan szintre, hogy a matéria lehangosabb részeinél 5-8 dB-t csökkentsen, majd az attack és release paramétereket úgy állítjuk be, hogy illeszkedjenek az anyag természetéhez (ezt lehet fül alapján). Alacsony ratio és soft knee beállítások kellenek még, hogy finom legyen a kompresszálas, de mivel minden kompresszor másképp viselkedik, a végső beállítást a fülünkre hagyatkozva végezzük el.

Végül pedig az analóg kimeneti szintszabályzót úgy állítsuk be, hogy a lehangosabb jelek néhány decibeles hirtelen csúcsainál maximumot mutasson a hangkártya bemenetén a mérő. A digitális méterek lehetnek az előfokban is, amennyiben abban van A/D átalakító (meg esetleg a kompresszor is...), vagy a felvételt készítő programban.

Érdemes időt áldozni a szintek optimalizálására, mert a hangminőség kárpótolni fog, főleg ha 16 bites kártyával dolgozunk, amin nem túl jó minőségű átalakítók találhatóak, amik sokkal kevésbé tűrőképesek, nagyobb torzítást és zajt produkálnak. Még a 24 bites rendszerek esetében sem engedhető meg a hanyagság, bár néhány decibellel nagyobb headroom-ot engedhetünk meg. Elméletileg 12 dB-el több headroom engedhető meg egy ilyen rendszerben, hogy ugyanazt a jel/zaj szintet kapjuk, mint egy csúcsra járatott 16 bites kártyán. A felvételi szintek körültekintő és aprólékos beállítása a legköltségkímélőbb megoldás.

## **4.2. Minőség**

### **4.2.1. Zaj**

Már az előzőekben volt szó minőségről, most viszont egy másik értelemben használom ezt a kifejezést. A hangfelvétel tisztaságáról, vagy ha úgy tetszik zajosságáról lesz szó. Minél kevesebb zaj adódik a felvételünkhöz, annál minőségibb lesz.

A zaj több eltérő frekvenciájú és intenzitású jel zavaró összessége. A jelek forrása és frekvenciaspektruma attól függ, milyen zajról van szó. Az akusztikus zaj az emberi környezetben gyakorlatilag állandóan jelenlevő – nemkívánatos – hangjelenségek összessége. A hangátviteli berendezésekben (mikrofon, hangerősítő stb.) is keletkezik a hangszórón keresztül megnyilvánuló akusztikus zaj. Az ilyen önzaj nagyságát dB-ben (régebben neper-ben) adják meg a maximális hasznos kimenő szinthez, a 0 dBFS-hez viszonyítva. Szubjektív hatása erősen frekvenciafüggő, ezért fon-ban való megadása is szokásos. Általában a környezetben fellépő akusztikus zaj, valamint a hangátviteli berendezésben keletkező önzaj nagysága szabja meg a hangátvitelben elérhető dinamikát.

A zaj színe egy adott zaj vagy hang hangnyomásszint értékeinek a frekvencia függvényében történő ábrázolása. Megkülönböztetünk folytonos színeképet, amikor nagyjából minden frekvencián van valamekkora hangnyomásszint érték, és vonalas színeképet, amikor csak bizonyos frekvenciákon van hangnyomásszint. Néhány színeképnek gyakorlati jelentőségük miatt külön nevet adtak. Ilyen a fehér zaj, barna zaj, rózsaszín zaj és még néhány.

A fehér zaj olyan, hangtechnikában használatos véletlenszerű zaj, amire igaz az, hogy a teljes vizsgált frekvenciatartományban (emberi érzékelő esetén 20Hz – 20 kHz) a hangnyomásszintje állandó.

Az olyan zajokat, melyek frekvenciája határozottan nem állandó értékű, de gyakorlatilag jól meghatározható frekvenciasávba esik, színes zajoknak nevezik. A fehér zajtól eltérően nincs a különféle színes zajspektrumoknak általánosan elfogadott meghatározása.

#### **4.2.2. A zaj kezelése, szűrése**

Amennyiben nincs komplett stúdió felszerelésünk, de mi mégis egy – viszonylag – jó felvételt akarunk készíteni, akkor a felvételi lánc helyes beállítása után felvett anyagon javíthatunk. Lehetőségünk van a Cool Edit Pro-ban zajszűrésre.

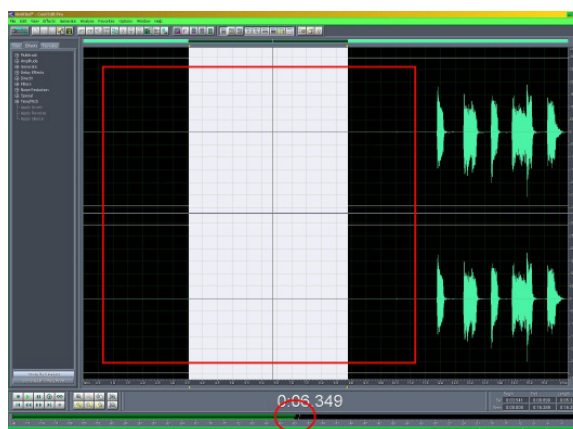
A zajszűrés működésének lényege, hogy van egy referencia zaj, ahol semmi nem szól a felvételen, majd ezt a zajt kivonjuk a felvétel olyan részéből, ahonnan éppen szeretnénk. Mintha egy kisgyereknek, aki nem tudja megkülönböztetni a gyomot és a petrezselymet,

megmutatnánk csak a gyomot, ami után már ki tudna gyomlálni egy olyan területet, ahol petrezselyem és gyom egyszerre van jelen.

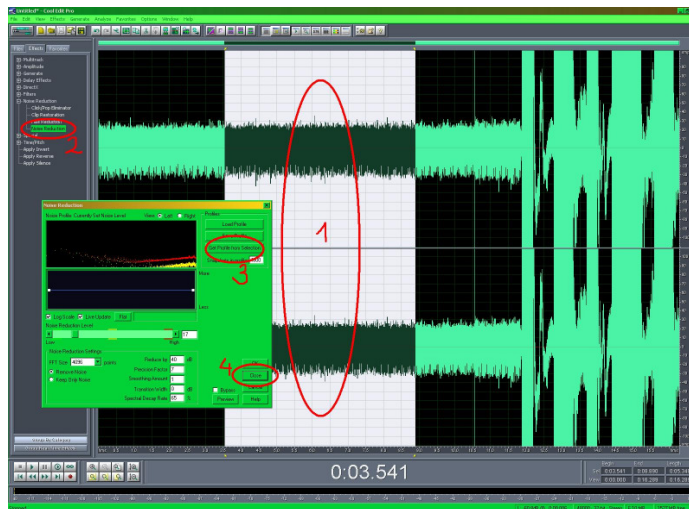
Az én felvételem is zajos. Bár, szerintem nincs az a tökéletes mintavételezési eljárás, amivel természetes rezgést digitálissá alakíthatnánk hiba nélkül. Az E-MU 1212m hangkártyám egy nagyon jó minőségű kártya (az Eszközök fejezetnél található némi tájékoztató róla), a keverő, amin keresztül a kártyába jut a hang, szintén elfogadható minőségű. A mikrofon viszont már jóval lemarad az előzőek minőségétől, de a leggyengébb láncszemet a felvételi körülmények produkálják; elég zajos gép, a szoba berendezése, kialakítása, a kábelek és azok elhelyezkedése egymáshoz, illetve a különböző elektromos berendezésekhez képest nem éppen a stúdiók világának precizitásával vetekszik... Ajánlatos minden nem szükségszerű elektronikai berendezést áramtalanítani (pl. monitort, ami ha ráadásul képcsöves, rettenetes mértékű zajt adhat hozzá a felvételhez)

A felvételem hallhatóan és – a programban – láthatóan tartalmaz fehér zajt. Ezt a zajt könnyen hallhatjuk, ha felhangosítjuk a felvett részből azt, ahol "semmi" sincs. (Megjegyzem, hogy a lejátszáskor hozzáadódik a lejátszó berendezés által produkált zaj is, de mivel ez állandó, a lejátszáskor észlelt különbség bőven kihallható) A felvételtől ki fogom szűrni ezt a fehér zajt, ami folyamatosan jelen van a felvételben. Természetesen ez a megoldás nem a legjobb, de a csillagokig érő árázással büszkélkedő, profi felszerelést nem tudja megengedni magának minden ember. Én sem.

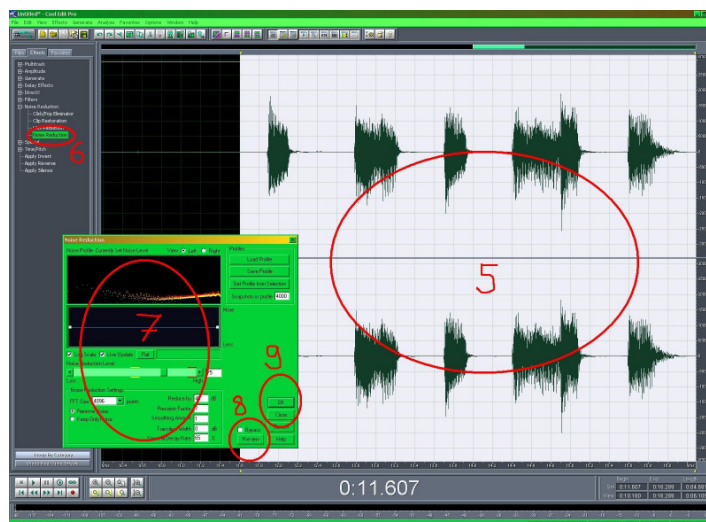
A zajszűréshez a felvételünkben lennie kell olyan résznek, ahová nem vettünk fel semmit, ahol csend van. Ezt könnyen kivitelezhetjük úgy, hogy a felvétel indítása után várunk pár másodpercet, vagy a végén hagyjuk tovább menni üresen. Ez azért lesz jó, mert ezzel megadjuk a zajszűrőnek a referencia zajt, amit el kell távolítania. Fontos, hogy ugyanazon



felvételen legyen az üres rész, mert így megegyeznek a fizikai körülmények a hangimpulzusok felvételi körülményeivel. Látszik az ábrán, hogy a hangfájlból pirossal keretezett rész csendet mutat, de az is, hogy a hangerő kijelzőn kb. -60 dB zajt jelez ki. Ha ránagyítunk, a "csendvonal" egyre nagyobb amplitúdót mutat, egyre jobban látjuk a zajt. A zajszűrés pontos menete a következő:



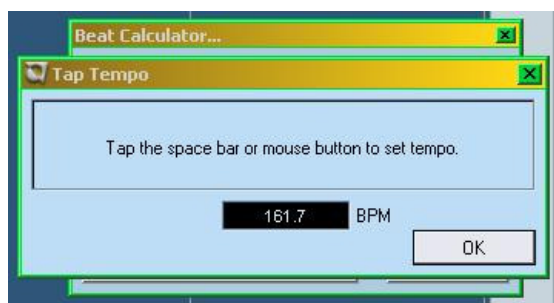
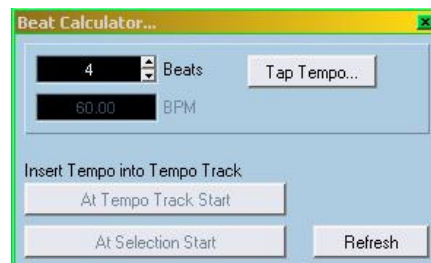
1. a felnagyított zajban kijelöljük azt a pár másodpercet, amiben viszonylag stagnálnak a rezgések (tehát nincs benne kiugró rész, pl. lemezjátszó pattogása, hangszer kézbevétele, stb.)
2. az effektek közül kiválasztjuk a Noise Reduction-t
3. rákattintunk a Get profile from selection-re (ezzel feltérképezi a zajt)
4. Close
5. kijelöljük a szűrni kívánt részt
6. megint a 2-es lépés, vagyis kiválasztjuk a Noise Reductiont, ahol már a feltérképezett zajjal együtt jelenik meg a kisablak
7. állítási lehetőségek a szűréshez, mint a szűrés mértéke, a frekvenciatartományban hol dolgozzon jobban stb.
8. ellenőrizhetjük a Preview gombbal, hogy éppen hogy szól a beállításunk
9. a szűrés végrehajtása az OK gombbal.



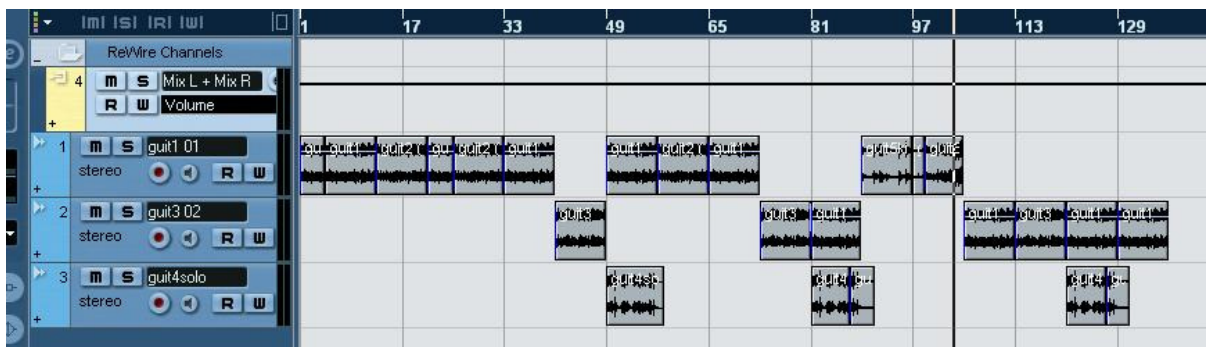
## 4.3. Mintavétel

### 4.3.1. Gitár

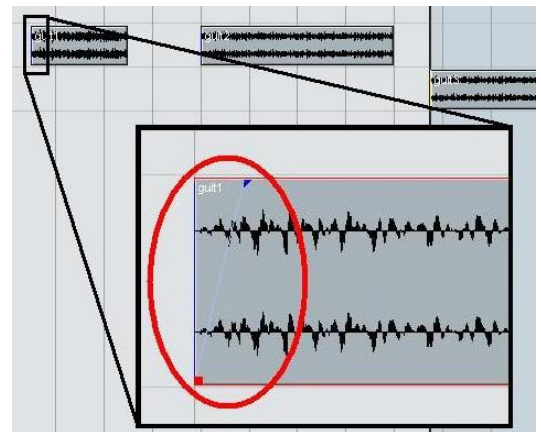
Elsőként a gitárral játszott akkordmenetet veszem fel. A felvételt 24 bit és 48 kHz-es minőségben rögzítem. Még az akkordok és a szöveg kitalálásakor kialakult a tempó, hiszen mindig kb. ugyanolyan gyorsan pengettem a gitárt. A tempó az egy perc alatti leütések számával egyenlő, ahogy a rövidítése is elárulja; BPM, vagyis Beats Per Minute. A pontos tempót pl. megállapíthatom a Nuendo zeneszerkesztőben található opcióval, a Beat Calculator-ral. Itt egy "Tap Tempo" gombra kattintva előugrik egy kis ablak, ahol egérgombot, vagy space-t kell nyomogatni úgy, ahogy a zene lüktet. Így, az emberi pontatlanságtól interaktívan változva mutatja nekünk a tempót. Jelen esetben 162 körül mozog, tehát megállapodom a



162 bpm-ben. Be is állítom a projektet erre a tempóra. Ha az előbbihez hasonló opciónk, vagy programunk nem lenne, akkor a tempó fogalmát meglovagolva, egyszerűen meghatározhatjuk úgy is, hogy kopogtatjuk az asztalt egy percen át, és megszámloljuk hányszor ütöttünk. (vagy fél percig és szorozzuk kettővel) Tehát megvan a tempó. Ezután bekapcsolom a Nuendo-ban a metronome funkciót, és Play gombot nyomok. Ekkor a program egy kattanás-szerű hanggal üti nekem az ütemet, amire támaszkodva fel tudom venni a gitárt. Így a felvett gitárjáték ütemben lesz, a továbbiakban könnyen dolgozhatok vele. Valószínűleg a tökéletes pengetés nem sikerül elsőre, hacsak nem vagyunk profi zenészek; becsúszik néhány hiba, így a játékot többször megismételve veszem folyamatosan az anyagot, míg azt nem érzem, hogy összejött a hibátlan verzió, esetleg több részből is összevághatjuk, a legjobban sikerült részleteket kiválasztva. Elvégzem a felvételen a zajszűrést. Megvágom a felvételt oly módon, hogy majd hogyanem loopokat kapjak, vagyis olyan darabokat, amelyeket ha végtelenítve játszanék, nem lenne benne akadás, valamint ütemben lenne – de ezt pontosan majd a zeneszerkesztőben állítom be.



A fenti ábrán a Nuendo munkafelületének egy része látszik, ahol a sávok vannak. Egyelőre 4 sáv látszik; a Reason kimenő összes jele és 3 gitár csatorna. Azért van 3 gitár csatorna, mert a dal koncepciójából adódóan 3-féle gitárhangzás szükséges, így 3 sáv is, melyeken más-más effekt beállítások lesznek. Látszik, hogy a gitár blokkok szépen követik egymást, ütemhez vannak igazítva. A blokkok elejét és végét (csak az elejét nagyítottam), rövid fel-, illetve lefutási idővel láttam el, elkerülve a hang megszólalásakor vagy elhallgatásakor a kattanásokat. A gitárjáték esetlegesen bővíthet a jövőben, vagy változhat is akár. A meglévő gitárfelvétel-darabokat hallgatva kitalálok alájuk valamilyen dobritmust a Reason-ben, amelyet a Redrum dobgéppel fogok elkészíteni.



### 4.3.2. Ének

Az ének felvételekor már a kész zene áll rendelkezésre. A felvétel 24 bit és 48 kHz-es minőségben lesz rögzítve – ugyanúgy, mint a gitár. Beállítom, hogy a program folyamatosan játssza azokat a részeket, ahol ének lesz, majd a felvétel rögzítését elindítom, és többszöri próbálkozással feléneklek az adott részeket, így pl. a refrént. Ha ez megvan, a hangszerkesztőben ott vannak a felénekelte példányok. Mindegyik felénekelte refrénben "ékeskedik" valamilyen hiba, de mivel többször vettem fel őket, a legjobb részeket összevágom. Természetesen, mivel nem vagyok profi énekes, ennek ellenére sem lesz katartikus élmény visszahallgatni, de nem akartam másra bízni, az egész zenét saját magam kívánom létrehozni. Minden versszakkal így járok el. Elvégzem rajtuk a zajsűrűséget. A kész

darabokat helyükre illeszttem a Nuendo-ban. Ügyelek arra, hogy az énekblokkok elejét és végét rövid felfutású hangosítással, illetve halkítással lássam el, nehogy kis pattanás kísérje a megszólalásukat, vagy elhallgatásukat. A refrén többször fordul elő, így azokat annyiszor másolom. Időközben jön az ötlet, hogy néhány helyen többszólamú vokált is tegyek az ének alá. Ezeket szintén feléneklek az előbbi módszerrel, s beillesztem őket a megfelelő helyekre. Az ábrán az egy ének sáv látszik és két másik, a különböző szólamú vokálok.



## 5. Számítógéppel létrehozott sávok

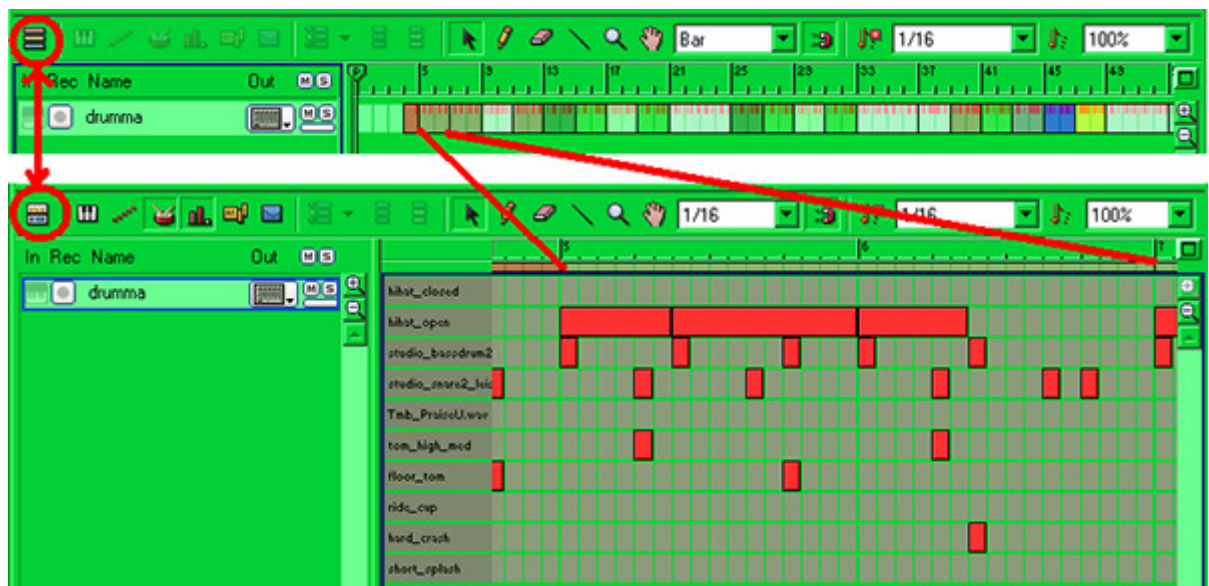
### 5.1. Dob

Nagyjából megvan a gitár, s most hozzá elkészítem a dobot. Az, hogy folyamatosan "összehallgatom" a gitárral a dob készítését, ami azért lesz jó, mert jobban össze tudom dolgozni, jobban a gitárra tudom szabni. Harmonikusabb lesz, mintha sose látták volna egymást.

A következő ábrán látható a Reason Redrum nevű dobgépe.



Látható a jól elkülönülő 10 csatorna, ahova egy-egy hangot betölthetünk. Itt már be vannak töltve a hangok, amelyeket előzőleg gondosan összeválogattam a szájízem szerint. Minden hangon végeztem egy kis korrekciót, pl. hangmagasság változtatás, vagy ami mindegyiknél szükséges volt, a hangerő szabályzása. A dobgéphez tartozik egy szekvenszer sáv, ahol a kiadott utasítások szerepelnek. Két nézet között lehet váltani egy gombbal, ami az ábrán be van karikázva, és oda-vissza nyíl köti össze őket. A két nézet közül először az alsót nézzük! Ez a dob sávunknak a hálós szerkezete. A 10 sor a 10 hangszerünk sora. Vízszintesen az idő halad. Ezekbe a rácsokba rakhatjuk le a piros téglalapokat, amelyek azt jelzik, hogy mikor melyik szólaljon meg. Látható, hogy van az egyik sorban hosszabb téglalap. Ez abból adódik,



hogy az a hang egy nyitott lábcin megütése, ami hosszan szól, és a dobgépen úgy állítottam be egy kapcsolót, hogy amilyen hosszú a téglalap, olyan hosszan engedje lecsengeni a hangot. Látszik, hogy ez a rácsos dobritmus-részlet a felette lévő, másik nézetben kis színes blokkba van foglalva a könnyű mozdíthatóság és kezelhetőség miatt – pl. hogy ne kelljen még egyszer lepötyögni később, csak ezt a blokkot kell másolni, ami lényegesen egyszerűbb és gyorsabb.

Most, hogy megvan a dob és a gitár, már egyre könnyebb lesz a többi hangszert hozzáírni. A következő lépésben a basszust fogom megírni hozzá.

## 5.2. Basszus

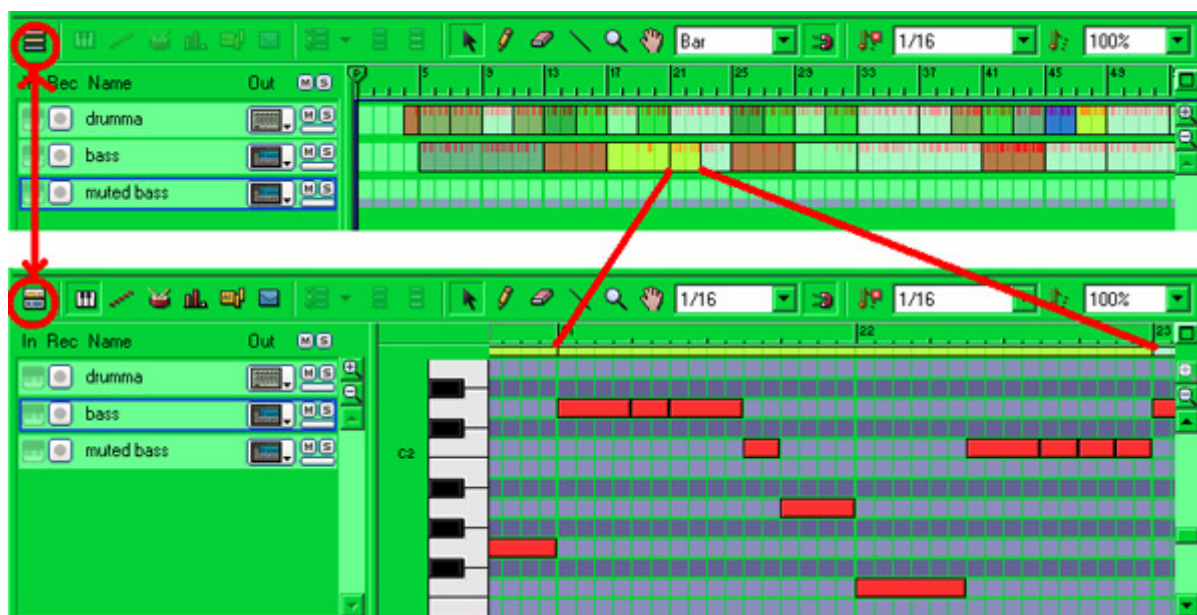
A basszus kíséretet a Reason NNXT sampler-ével fogom készíteni. Mivel a gitárral kitalált akkordmenet már a rendelkezésemre áll, a legegyszerűbb az lenne, hogy a basszust az akkordok alaphangjaival negyedütemenként végigpengettetném a sampler-rel, de ettől kicsit színesebb megoldást fogok alkalmazni. Tehát nézzük az NNXT-t:



Látható, hogy megannyi ”küttyü” található rajta, amikkel mind állíthatunk valamit ízlés szerint. A legfontosabb most az, hogy lássuk, hogyan is működik. A Reason ismertetőjénél már említettem, hogyan működnek a sampler-ek, most illusztrálva is láthatjuk. A kék részben függőlegesen sorakoznak a mintavételezett, valódi

basszusgitár-hangok. Ki is választottam egyet (pirossal bekeretezve), mire megjelent, hogy – felül, vízszintesen – a billentyűzen, vagy ha úgy tetszik ”zongorán”, mely billentyűkhöz van rendelve. A kijelölt hang speciel 5 billentyűhöz van kiosztva. Így, amikor a MIDI billentyűzetemen az ominózus 5 billentyű közül leütöm valamelyiket, akkor az a kijelölt mintavételezett basszusgitár-hang fog megszólalni. Szintén erre a hangra kiosztott 5 billentyű közül, ha lenyomok egy másikat, akkor is ugyanez a hang szólal meg, csak transzponálva, vagyis a hang magasságát emelve vagy csökkentve. A többi felvett basszusgitár-hang mind ki van osztva a fentebbi módszer szerint pár billentyűhöz. Amennyire látszik, a kék háttérű rész görgethető még lefelé, ahol további gitárhangok találhatóak. Ekkor nem egyszerre szólalnak meg, amik ugyanazokra a billentyűkre vannak kiosztva. A leütés erősségétől függően szólal meg egyik vagy másik. Ez a részletes mintavételezési eljárás azért szükséges, hogy minél élethűbben adja vissza a basszusgitár hangját. Ha pl. csak egy gitárhangunk lenne, és azt transzponáltatnánk végig a basszusgitár skáláján, a laikus fül is elborzadna tőle.

Tehát a dobsáv alatt a basszus sáv és utóbbi egyik blokkjának tartalma látható alább, amik között, a már jól ismert nézetváltó gombbal kapcsolgatók. (Van még egy harmadik, szintén basszus sáv, de csak a zene egy kis részleténél használom. Ez egy olyan basszus, amit úgy pengetnek, hogy enyhén lefogják a húrokat, ezzel tompítva a hangzását.)



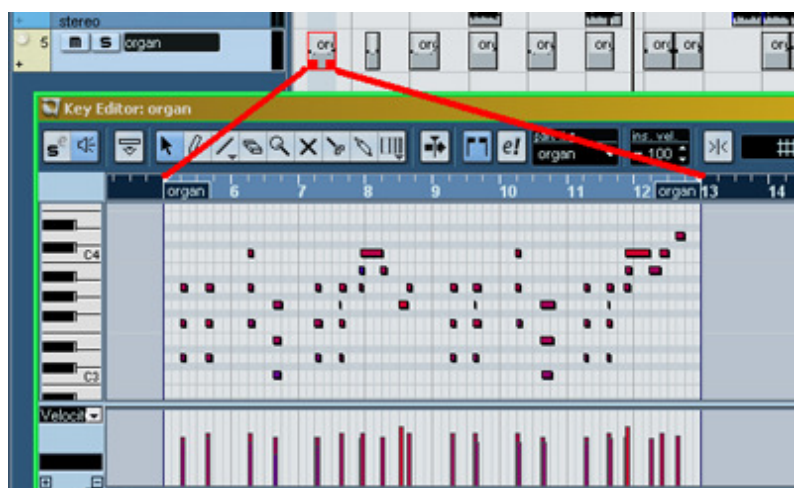
Látható, hogy itt a rácsozás nagyon hasonló, mint a dobnál. Függőlegesen vannak a (zongora) billentyűk, vízszintesen ugyancsak az idő halad. Itt is piros téglalapok ábrázolják a hangokat. A különböző magasságok az oldalt látható billentyűk megfelelői. Így, ha egymás után rakogatjuk a téglalapokat, különböző magasságokban, különböző hosszúságban, a lejátszást elindítva, lejátszsa nekünk szekvenciálisan az egymást követő hangokat.

### 5.3. Orgona

Az orgona hangját egy VST hangszerből csalogatom elő, ez a Cakewalk cég Dimension Pro nevű szoftvere. Betöltöm a hangszer a Nuendo VST hangszer listába, az adatbankjából kikeresem a megfelelő orgonát. A sok beállítási lehetőség ellenére nem nyúlok semmihez, tetszik ez az orgona.



Hozzáadok a projekthez egy MIDI sávot, amit beállítok, hogy az orgonáé legyen. Beállítom, hogy a MIDI billentyűzetemmel tudjak játszani az orgonával. A zenét loop-olom ott, ahova ki szeretnék találni valamilyen orgona dallamot, vagyis beállítok két marker-t, értsük úgy, hogy A és B pontokat, amik közötti rész folyamatosan ismétlődik. Ahogy hallgatom az ismétlődő részletet, próbálkozom kitalálni, hozzájátszani az orgona kíséretet. Mikor megvan, bekapcsolom a felvételt, és feljátszom. Megjelenik az orgona MIDI sávon az adat, amit a



billentyűzettel bevitem, vagyis eljátszottam. A Nuendo-ban, akár csak a Reason-ben, blokkokba lehet szedni az egyes részeket, illetve ugyanúgy a rácisos szerkesztő nézetre is lehet váltani. Ha a felvételen történt bármi hiba, pl.

mellétés, azt könnyen ki lehet törölni, vagy ha nincs ütemben egy-két hang, azokat a helyükre húzom. Ez az audió felvétellel ellentétben nagyon könnyű, és nincs kihatással a többi hangra. Néhány ilyen korrekciót elvégzek, majd ahova még orgonát szánok, ott ugyanúgy cselekszem, mint előzőleg. Látszik a rácisos szerkesztő nézetben, hogy az egyes hangok – az emberi pontatlanságból adódóan – nem pontosan a rácsozókba illeszkednek. Alattuk, azok a függőleges változó hosszúságú rudak, a leütés érzékenységét mutatják. Ilyen egy MIDI-n keresztül felvett dallam. A dal egyes részei vissza-visszatérnek, mint pl. a refrén, és az ilyen többször előforduló blokkokat csak másolom. Ezzel csúfíthatunk a dal eredetiségén, valódiságán, de a stúdiókban sokszor megteszik azt a lépést, hogy a legjobban sikerült felvétel darabokat többször felhasználják a dalon belül. Ez persze bármilyen felvételre érvényes, legyen az MIDI, audió, és bármilyen hangszer.

## **6. Keverés**

### **6.1. Mi az a keverés?**

Mondhatni kész a dal; az ének felvéve, a hangszeres rész is rendben van, de eddig – leszámítva egy pár gyors potméter tekerést – nem igazán foglalkoztam a sávok hangzásával. Mondhatnám, hogy túl nyers, nincs benne élet, rideg. Most külön-külön, minden sávon olyan munkálatokat fogok végezni, hogy ezt az élettelenséget eltüntessem, felélesszem, ami benne rejtőzik. A zeném hangképbeli összeállítása lesz a feladat a következőkben, nevezzük ezt keverésnek. A keverés ma már igazi tudomány, pedig elég egyszerűen kezdődött: a Beatles-nél vették észre a sztereó technológia felbukkanásával, hogy ha a vokalistákból kettőt jobbra, kettőt balra kevernek, akkor a teltebb hangzás mellett tisztább hangképet kapnak. A tiszta hangkép jelentőségét nem lehet eléggé hangsúlyozni: ha a térben úgy helyezzük el a hangokat, hogy azok a szerepüknek megfelelően hallhatóak, akkor sokkal érthetőbbé és élvezhetőbbé tehetjük a zenét. Ez pontosan ugyanúgy működik, mint egy jól strukturált könyv esetében: ha minden a helyén van, nem okoz nehézséget a tartalom megismerése.

A végső keverés mutatja meg egész addigi munkánkat, zenénk minden apró részletét. A keverés rengeteg kísérletezést igényelhet, amit ne sajnáljunk, hiszen így kaphatunk jó eredményt. Egy jó keverés saját zenénk új dimenzióit tárhatja fel előttünk.

A keverés során nemcsak hangerő és panoráma viszonyokat állítgatunk be, hanem effekteket is igénybe veszünk a jó hangzás elérése érdekében, kikeverjük a megfelelő szint a hangoknak.

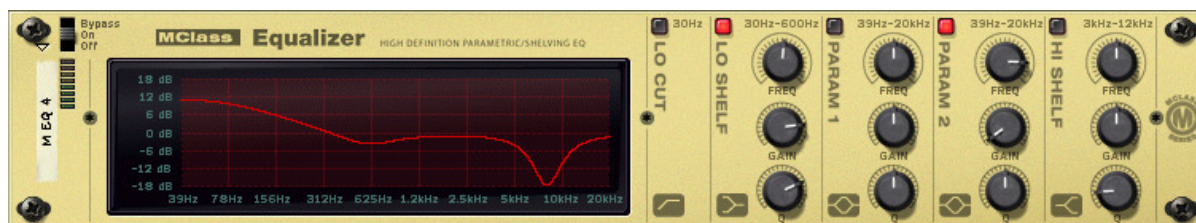
### **6.2. Effektek**

A következő pár effekt a legalapvetőbb effektek, amiket gyakran alkalmaznak a keverési munkálatokban. Az egységes kinézet miatt a Reason zeneszerkesztő effektjeivel illusztrálok.

#### **6.2.1. Equalizer (Parametric)**

Az equalizer (EQ) egy olyan effekt, amivel a hangszínt lehet szabályozni. A képen látható EQ egy parametrikus ekvalizátor, ami azt jelenti, hogy megadható a pontos frekvencia, s a körülötte lévő tartomány nagysága, amit korrigálni szeretnénk. Ha például van egy

felvételünk, ami zömmel csak magas hangokból áll, az ekvalizátorral megemelhetjük a mély tartományt igény szerint, illetve csökkenthetünk a magason abban a tartományban, ami zavaró lehet fülünknek. A képen pontosan ezt az esetet állítottam be.



Ha nem parametrikus ekvalizátorról beszélünk, akkor grafikusról. A parametrikussal ellentétben, ennek meg vannak határozva a frekvencia tartományai, amibe belenyúlhatunk. A legegyszerűbb ilyenre példa, amikor a lejátszó berendezésünkön találhatóak a Bass és a Treble potméterek, amikkel a basszust és a magas hangokat állíthatjuk igény szerint. Nem is gondolnánk, hogy ilyenkor egy nagyon alapvető stúdió műveletet hajtunk végre.

## 6.2.2. Reverb

A reverb, magyarul zengető, a legfontosabb effekt a kellemes zenei tér kialakításában. Mivel a természetben is lépten-nyomon megtalálható, az emberi fül igencsak hozzászokott és érzékeny rá. Zengetésben mindig van részünk, kivéve a stúdiók süketszobáit. A normál térben a hangok innen-onnan visszaverődnek, zengetést keltve. Bizonyára sokan tapasztaltuk, hogy egy üres szobában egy taps mennyire "visszhangzik", de ha telepakoljuk bútorokkal, akkor kevésbé (egyébként ezt csak a laikusok nevezik visszhangnak).

A fül sztereóterébe a hanghullámok minden irányból körülbelül 340 m/s sebességgel érkeznek, miután visszapattannak a tereptárgyokról és falakról. Amint ezek a hangok 60 dB alá esnek, elértük a zengetési időt (ezredmásodpercben, azaz millesecundumban van meghatározva). Az első visszaérkező hanghullámokat nevezzük "early reflections"-nek, és ezek határozzák meg legjobban a zengetés milyenségét, hihetőségét. Az effektgépnak tehát ezeket kell a legjobban szimulálnia.

Egy másik paraméter a zengetőn a magashang-attenuáció (a képen a harmadik, DAMP nevű potméter). Mivel a magas hangok a sűrűbb hanghullám révén hamarabb elveszítik energiájukat az ide-oda pattogásban, hamarabb eltűnnek a zengetett tartományból. Ha ezt nullára állítjuk, akkor túl csípős lesz az effekt és rendkívül természetellenesnek fog tűnni.

A képen látható effekt rendelkezik még a SIZE nevű potméterrel, amivel a zengető terének nagyságát szabályozhatjuk, illetve a DRY/WET potméterrel, amivel a nyers és az effektelt hang arányát adhatjuk meg.

A zengető minőségétől és árától függően egyéb paraméterek is megtalálhatók. Fontos tudni, hogy a zengetés nagyon nagy processzorkapacitást igénylő effekt – ezért is van, hogy a szoftveres zengetők minősége alulmúlja hardveres társaikét.



### 6.2.3. Delay

A delay angol szó magyarul késleltetést jelent. Magyarul nevezik visszhangnak. Egy bejövő jelhez adja hozzá önmagát, késleltetve azt. Egy delay effekt általában a következő paraméterekkel rendelkezik;

- az ismétlés ideje, ami millisekundumban, vagy tempóhoz mérve van megadva
- ismétlés gyakorisága (feedback);
- a "száraz" – eredeti – és "nedves" – effektelt – hangok aránya (dry/wet vagy mix)

A képen látható digitális delay rendelkezik még a panoráma potméterrel, amivel beállítható a delay aránya a jobb és bal csatornákra nézve.



### 6.2.4. Chorus/Flanger/Phaser

Lényegében a delay effektel előállítható effektek. A chorus a bal és jobb csatorna közötti delay idejét eltolja 20-40 ms-mal. Eközben egy úgynevezett LFO (Low Frequency Oscillator) változtatgatja/modulálja a hangmagasságot. Az LFO feladatát képzeljük el úgy, mintha egy ember csavargatna egy potmétert lassan oda-vissza. A chorus-sal ahhoz hasonló

hatást érhetünk el, mintha többen játszanák ugyanazt a hangot. Nem hiába a beszédes elnevezés.

A flanger működése nagyon hasonló a chorus-hoz, csak itt nem a delay-ezett hangok vannak eltolva, hanem valamelyik csatorna – általában a halkabb – van késleltetve a másikhoz képest 0.1-10 ms-mal, az LFO pedig a delay-t modulálja. Az alábbi effekten 4 állítási lehetőség adott;

- delay mértéke
- feedback; a visszacsatolás eltolása
- rate; az LFO gyorsasága
- mod amount; a moduláció mértéke



A phaser a flangerhez nagyon hasonló hangzású effekt, mely a feedback-et is eltolja, így még kiemeltebben idegeníti el az eredeti hangot. Régebben szalagos magnóval érték el ezt a hatást: két ugyanolyan felvételt játszottak le egyszerre és az egyiket kézzel lassították vagy gyorsították a másikhoz képest.



## 6.2.5. Compressor

A dinamikát befolyásoló effekt. Egy jel dinamikája a legkisebb és a legnagyobb hangerő közti különbség. A kompresszor működési elve roppant egyszerű: erősíti a halk hangokat és csillapítja a hangosakat.

A tömörítés (kompresszió) arányát a Ratio potméterrel lehet beállítani. Pl. ha az arány 4:1, akkor a bemenetre érkező 4 egységnyi hangos jel a kimeneten 1-es erősségre csökken. A threshold a küszöb beállítására való, amivel megadhatjuk azt a pontot (dB-ben kifejezve),

amitől kezdve kompresszáljuk a jelünket. A gain potméter (az ábrán output gain) a kompresszorból kimenő – már tömörített – jelet erősíti, illetve csillapítja. Az attack potenciométer segítségével megadhatjuk, hogy a küszöb (threshold) átlépése után mennyi idő elteltével kompresszálja a jelet (általában 0-100 ms).

Találunk még a kompresszoron release time potmétert; ennek az a nagyszerű hatása, hogy miután a jel újból eléri a threshold-ot, ezzel a potméterrel beállított ideig (ms) még tömörítve marad. A rosszul beállított release time-nak sajnos hallható eredményei vannak; ilyenkor azt halljuk, mintha valaki a hangerőt csavarná föl-le, föl-le...

Az ilyen kellemetlenségeket elkerülhetjük a release time korrekt beállításával, a hold, illetve sustain potenciométerekkel, melyeket nem minden kompresszoron találunk. E két utóbbival végezzük el a kompresszor "finomhangolását".



## 6.2.6. Limiter

A limiter egy olyan kompresszor, aminek ratio-ja 11:1-re (vagy ennél nagyobb értékre) van állítva. Használatával elkerülhető, hogy a jel a megadott paraméterek feletti hangerőn szólaljon meg. Amikor életbe lép a megadott hangerőküszöb átlépésekor, csak a határérték feletti hangokat modulálja, a küszöbérték alatti hangerőn megszólaló hangokra viszont nincs hatással, vagyis az erőteljesebb jelek csúcsa mindig ugyanakkora, míg a halkabb hangoknál érvényesül a szándékos dinamikaváltás. Gyakran használják rádiónál, tévénél, nehogy torz jelet sugározzanak.



## 6.3. Keverés menete

### 6.3.1. Gitár

A gitárokhoz egy speciálisan gitárhoz megalkotott szoftvert hívok segítségül, mely VST effektként hívható be a Nuendo-ban. Guitar Rig a neve. Ebben a multieffektben igazi eszközök kerültek modellezésre. Rengeteg előre gyártott beállítás (preset) található, beszédes nevekkal (pl. Pink Numb Lead nevű beállítás, mely a Pink Floyd - Comfortably Numb jellegzetes gitárhangzását adja vissza). A multieffekt jobb oldalán található a rack rész. A baloldalon található az eszközök, melyeket kategóriákba soroltak (a képen az erősítők csoportja látható). Ezeket az eszközöket tetszés szerint pakolgathatjuk a jobb oldalon lévő rack-be. Ezek, ahogy sorakoznak, felülről lefelé vannak sorba kötve. A három gitár sáv közül az egyik kapta a képen látható beállítást. A felsorakoztatott effektek:

- compressor, hogy egyenletesebb hangzást kapjon a gitár
- erősítő, amivel egyfajta csillámos, meleg tónust értem el
- rotator; ezzel egy kis "maszatolt" hullámzást adok neki – nagyon keveset
- két olyan hanghatás modellező, mintha az erősítőt bemikrofonoznánk, majd továbbküldenénk a jelet nagy hangfalakra. Ezzel igazán élő hatást adunk neki.
- delay
- reverb



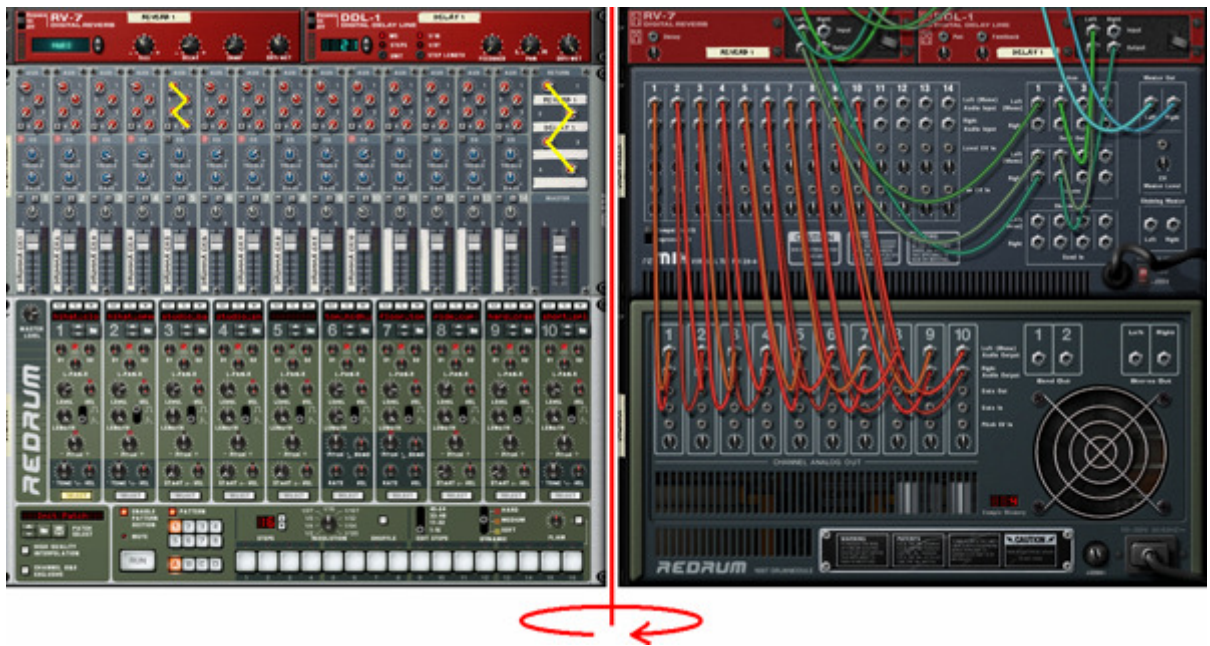
Ritkán szeretem alkalmazni a preset-eket, s ha mégis, akkor biztosan változtatok rajta, hogy megfeleljen az elvárásaimnak – vagy csak hiúságból, hogy egyedibb legyen.

Van egy gitár sáv, amin ugyancsak egy Guitar Rig landolt, csak egy kicsit torzabb, keményebb beállítást kapott, plusz egy Stereo expander effektet, ami jobban széthúzza a sztereó térben; telítettebb hangzás, teljesebb élmény. Ezt a torzított gitárt főleg a refrén alatt lehet hallani. Végül van a nem túl virtuóz gitárszólo, amit szintén az előző megoldásokhoz hasonlóan oldottam meg, kicsit balra tolva a sztereó képben. Hangerőviszonyaik egyelőre -6-8 dB körül mozognak, amelyek folyamatos korrigálás alatt állnak, míg a keverés teljesen véget nem ér.

Mivel keményen igénybe veszik a processzort ezek a megoldások, így a Nuendo-ban lehetőségünk van úgymond lefagyasztani a csatornát egy Freeze gomb segítségével. Ez azt jelenti, hogy a sávot kiexportálja wav-ba a projekt könyvtárába, minden beállítást tartalmazva, ami a sávon van. Így már csak szimplán le kell játszani a wav-ot, az effektek, plugin-ok pedig kikapcsolódnak, nem dolgoztatják a processzort.

### **6.3.2. Dob**

A dob a Reason-ben leledzik, és effekteket, finomhangolást is ott kap. A Redrum 10 csatornája, mind rendelkezik egy-egy sztereó kimenettel, amiket bekötöttem egy keverőpultba. Az ábrán látszik, hogy a rack-et meg lehet fordítani (TAB billentyűvel), és úgy huzalozni az eszközöket, mintha igaziak lennének. Ez azért lesz jó, mert a keverőhöz hozzáadott reverb és delay effekteket külön-külön, különböző mértékben alkalmazhatom a dobhangokra. Legfeljebb 4 effektet adhatunk a keverőhöz – az ábrán sárga vonallal kötöttem össze az effektek fő érzékenységét szabályozó potmétereket, illetve még az egyik csatornán, hogy lássuk, mindegyiken külön-külön be lehet állítani, hogy a két effekt milyen mértékben dolgozzon rajta. Ezzel elkerültem azt, hogy minden dobhangnak bekössek összesen 2x10 effektet. A keverőn található minden csatornán magas és mély hang korrekció, amiket pár hangnál igénybe is vettem. A panorámázást az egyes hangokra úgy oldottam meg, hogy elképzeltem magam elé egy dobfelszerelést (úgy, hogy hallgatom szemből, nem én ütöm), és mindent próbáltam odatekerni, ahol az valójában szól, pl. a lábcin kicsit jobbra, a lábdob és pergő középen, stb.



A keverőből kijövő, a már összekevert dobhangokat adja ki a sztereó kimenetén, ami továbbmegy a Reason egyik nagyon hasznos effektjébe, a Screamer 4-be. Ez nagyszerűen használható többfajta torzításhoz, kompresszálnálhoz. Én most a tape kompresszor funkcióját állítom be a dombra, ami nagyon komoly tömörítést végez rajta. Egyszerűen ez az effekt teszi a dob karakterét olyaná, amilyenek itt lennie kell. Határozott, csillogó, meleg tónust kap tőle. A szalagra rögzített hangzást emulálja, ezért is a neve Tape a kiválasztott funkciónak. Utána még bekötöttem egy ekvalizátort. Ezzel a mély tartományt emeltem meg kicsit, hogy a lábdob jelenlétét növeljem, illetve a középtartományból éppen egy kicsit, főleg a pergődob miatt. A dobsávot rewire-ön keresztül átküldöm a Nuendo-ba, ahol létre is jön neki egy csatorna.



### 6.3.3. Basszus

A basszusgitáron a következő effektek sorakoznak:



- ekvalizátor: a mélyet jócskán kiemelve
- a már bemutatott tape kompresszor: jóval erőteljesebben alkalmazva, mint a dobnál
- még egy ekvalizátor: szintén főleg mélyhang-kiemelésre
- zenetű: nagyon minimális

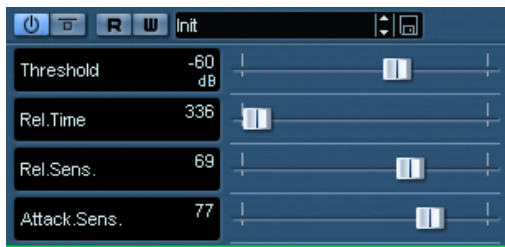
A basszust szintén átküldöm a Nuendo-ba rewire-ön keresztül, így automatikusan hozzáadódik egy csatorna a keverőpulthoz.

### 6.3.4. Orgona

Az orgona hangján kellett a legkevesebbet dolgozni. Kapott egy ekvalizátort, amivel emeltem a magas-közép tartományon (4kHz körül), és a 200 Hz alatti frekvenciákat levágtam, mert a koncepció szerint nem képezik szerves részét a zenének – inkább csak zavaró elemek, mert kiolthatják más, olyan hangszerek mély tartományait, amikre viszont szükség van. Azután egy kompresszor került bekötésre, hogy kicsit kiegyenlítse a hangképet, majd egy visszhangot adtam neki. A keverőn kicsit jobbra toltam a panorámát, a visszhangot, viszont egy picit balra, így amikor megszólal az orgona, a jobboldalon dominánsabb, de a visszhang egy kicsivel később, ahogy megjelenik baloldalon, nagyon élvezhető hangzást ad neki.

### 6.3.5. Ének

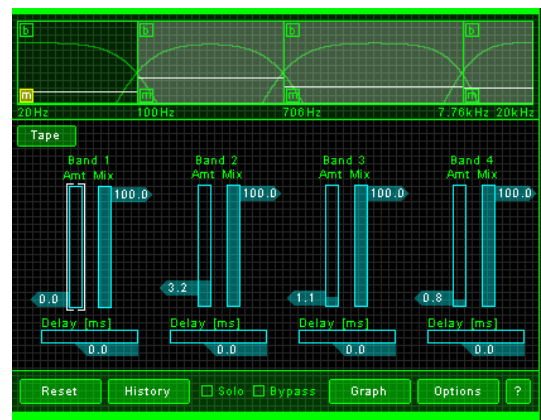
Az éneksávval kellett a legtöbbet foglalkozni. A legfontosabb célom az volt, hogy érthető legyen a szöveg, és hogy olyan hangzást adjak neki, ami teljesen beleillik a zenébe. Ehhez sokféle effektet alkalmaztam. Az első egy noise gate, ami a megadott küszöbérték (Threshold) alatti hangokat levágja. -60 dB-re állítottam. Ez nagyon halk. Ezzel a módszerrel



eltüntethetjük a nemkívánatos, haszontalan zajokat, például éneklés közben, ha összecstannak egy picit az ajkak, levegővétel – bár ez utóbbit, koncepció szerint benne hagytam. A noise gate után compressor jön, tömörítem vele a hangot, majd

visszhang és zengető effektek követik egymást, egyikkel sem túlozva. Most az iZotope cég Ozone nevű komplex mastering programjából néhány funkciót használok. Az első egy ekvalizátor, amivel levágom a felesleges nagyon mély hangokat. Aztán egy exciter nevű effekt jön. Ha a függőleges potmétereit átállítjuk, megzavarhatna, hogy szimpla equalizer-

ként működik, de ezzel a funkcióval a felharmonikusokat gazdagíthatjuk. A felharmonikus hang, az a hangmagasság, amelyet egy, a hosszának felében, harmadában, negyedében stb. megrezgetett húr vagy levegőoszlop szólaltat meg. Az énekhang vagy a hangszer hangszíne ezeknek a felharmonikusoknak (vagy felső részhangoknak)



az erősségén és egyéb tulajdonságain múlik, mikor az alaphang megszólal. Ezért halljuk ugyanazt a normál "A" hangot (440 Hz) másképpen minden egyes hangszeren. Ezért lehet a hangszereket megkülönböztetni. 4 résztartományra bonthatjuk a teljes frekvencia tartományt, és ezt az exciter-t más-más mértékben alkalmazhatjuk rajtuk. 100 Hz-ig a hangot le is némítottam, nincs rá szükség. 100-700 Hz tartományban alkalmaztam nagymértékben, a másik kettőn éppen csak egy kicsit. A sort egy deesser zárja, ami a fület zavaró tartományban lévő s, sz, cs hangokat csökkenti.

A vokálok compressort kaptak és zengetőt. Az egyik vokált teljesen jobbra, a másikat teljesen balra panorámáztam.

## 6.4. Hangerőviszonyok

Az egyes csatornák hangereit egymáshoz képest beállítom a keverőpult csúszó potenciómétereivel. Mindegyiket olyan hangerőre állítom, hogy szerepének megfelelően eléggé kihalljuk, de ne nyomja el egyik sem a másikat. Fontos szempont, hogy a fő

kimeneten (utolsó oszlop) nehogy torz jelet kapjak, tehát folyamatos kontroll alatt tartottam, nehogy "kiüsse a pirosat" – nehogy a 0 dBFS fölé emelkedjen a hangerő. Ha ezeket elvégeztem, már készen is áll a mix, hogy az utolsó munkafázisba lépjen. Jöhet az utómunka.



## 7. Utómunka (mastering)

### 7.1. Mi az az utómunka?

Az utómunka (mastering) a felvét elkészítés legutolsó fázisa, amikor a zene eléri végleges, CD-re írás előtti formáját; kiegyenlített frekvencia menetet, sztereóképet, optimális hangerőérzetet kap. Az így keletkezett anyag megjelentetésre alkalmassá válik, a médiában és más lehallgató rendszereken is optimális élményt fog nyújtani.

A végtermék rendkívüli mértékben függ a felhasznált eszközök és a szaktudás minőségétől. A mastering az elkészült, lekevert anyagot a végső formájába önti. A művész elképzeléseinek és a technikai követelményeknek ízléses egyensúlyát állítja be. Nagyon magas technikai színvonalat, szaktudást, rugalmasságot követel. A technikai lehetőségekhez képest a maximumot próbálja nyújtani a hallgatóság számára, mind hangképben és hanginformációban, mind a művészi koncepció közlésében. Az adott piaci igényekhez igazodva, komplett, egységes, gyártáskész állapotra hozza a zenét. Röviden fogalmazva; kihozni a zenéből, amit csak lehet.

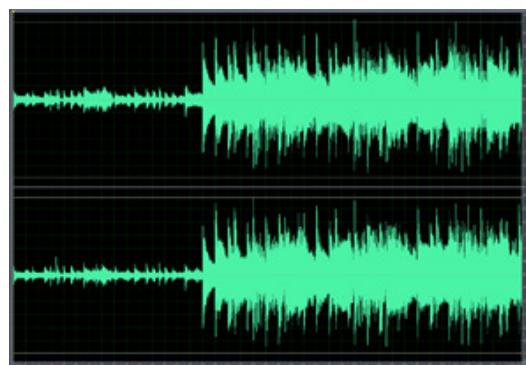
A mastering által általánosan használt eszközök a frekvenciamódosítók, vagyis a már sokszor emlegetett ekvalizátorok, dinamika processzorok, vagyis kompresszorok, limiter-ek, továbbá térérzet és fáziskompatibilitást korrigáló eszközök, fel- és lekeverés, vágás, zajcsökkentő és restauráló eljárások. Ezek lehetnek analóg és digitális alapúak. Fontos összetevő a tökéletes akusztikai és lehallgatási körülmény, melynél lényeges szempont az általános (HIFI, TV, rádió, autó HIFI) berendezések valós reprodukálhatósága. A szaktudás, helyes eszközök és eljárások megválasztásán kívül nagyon fontos az alkalmazott eszközök minősége is. A kiváló mastering berendezések minőségükben teljesen kompromisszummentesek. Az utómunka folyamata ezen eszközök megfelelő alkalmazása a kész mixen.

A mastering nem korrekciós eljárás abban az értelemben, hogy az anyag hibáit "javítsa". A gyakorlatban viszont lehetőség van a mastering folyamán a hibákat bizonyos mértékig "csillapítani", sőt, kisebb tévedések teljesen javíthatók vele. A mastering alapvető célja, hogy "sztenderdizálja" a zenét abban az értelemben, hogy minden lehallgatási körülményt tekintve a lehető legtöbbet hozza ki az eredeti koncepcióból. A kiváló mastering, mint utolsó munkafázis elengedhetetlen előfeltétele a megfelelően előadott, felvett és kevert anyag.

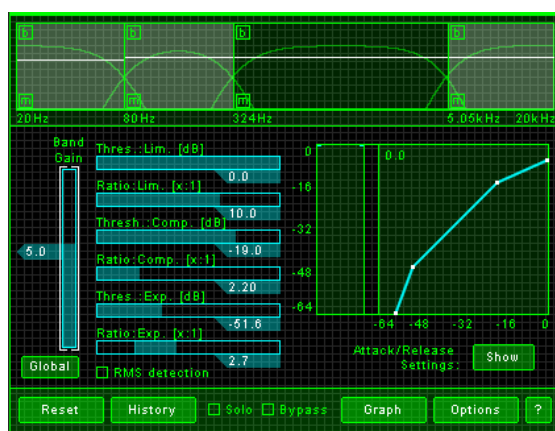
Én nem vagyok profi hangmérnök, így a megfelelő szaktudás és tapasztalat híján vagyok. Mivel én írtam és alkottam meg a zenét, a fülemben fészkelte már nagyon magát, így nincs "friss fülem". Az ultra magas minőségű eszközöknek és körülményeknek is híján vagyok. De jártam már utána annyit a témakörnek, és rendelkezem olyan eszközökkel, hogy egy egészen élvezhető master-t adjak a Vizsgadalnak. Röviden fogalmazva; kihozom a zenéből, amit csak tudok.

## 7.2. Az utómunka menete

Kész a keverés. Már most elég jól hangzik a Vizsgadal, de nem is sejteni, mit lehet még kihozni belőle. Ha most összehasonlítanánk más – célszerűen hasonló stílusú – zenéssel, akkor éreznénk, hogy az enyém egyelőre halkabb érzetet kelt, pedig a hangerőmérő meg-megüti majdnem a 0 dBFS értéket. Ez azért van, mert hiába lengenek ki így az amplitúdók, csak rövid ideig hallatják magukat, mert hamar lecsengenek. A jobboldali ábrán látható (a dal kezdésének képe). Bele is vágok az utómunkába.



A fő hangkimenetre, ahol összekeverve kijut minden csatorna hangja, szintén ugyanúgy tehetek effekteket, mint a keveréskor mindegyik hangszerre. Az első dolog, amin átereszttem a hangot az iZotope Ozone. Pontosabban csak néhány funkcióját kapcsolom be. Nézzük meg tehát ezeket!

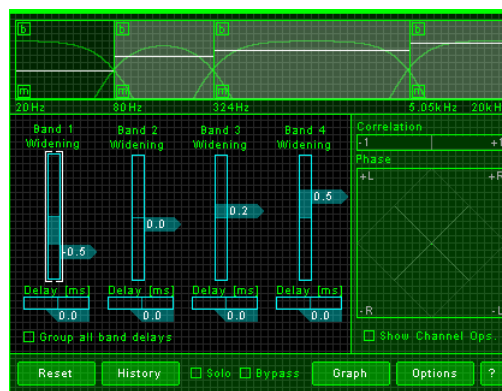


Az első egy multiband kompresszor. Ez annyival másabb az egyszerű kompresszornál, hogy fel lehet osztani a zene frekvenciatartományát több részre, amiket külön-külön kompresszálnak. Az ábrán 4 ilyen kompresszálandó tartomány található, amiből a 324 Hz-5 kHz-es tartomány van kijelölve, s aminek beállításait láthatjuk. Az

állítási lehetőségek teljesen megegyeznek egy egyszerű kompresszoréval.

Ezután jön az exciter, melynek működéséről már volt szó. Igaz csak az egyik frekvencia tartományon alkalmaztam (a fentebb említetten) és ott is minimális mértéken. Itt most az egész zene 324 Hz-5 kHz-es tartományának felharmonikusait emeltem meg kis mértékben.

Az Ozone-ból még a stereo imager funkciót kapcsoltam be, ami a sztereóképbe nyúl bele. A már előzőleg beállított 4 frekvencia tartományra lehet alkalmazni ezt is. Célszerűen csökkentettem a szubbasszus hangok (ez jelen esetben a 80 Hz-ig tartó hangokat jelöli) sztereóképben való túlzott elterülését; "monósítom". Ezeket a hangokat úgysem igazán érzékeli az emberi fül, hogy honnan



jönnek, s így még annyira sem zavarja a többi frekvencia elterülését. Ezért is keverik csak egy mélyládára a házimozsi rendszerekre szánt szubbasszus hangokat. A 80-324 Hz-es tartományt nem bántottam, 324 Hz és 5 kHz között minimálisan széthúztam, 5 kHz-től még jobban széthúztam a sztereóhangzást. Egyre jobban szól a vizsgadal.



A láncban a következő elem a PSP Vintage Warmer, ami nagyon profin össze tudja gyúrni, tömöríteni a jelet (KNEE). A zene hangosság érzete már kezd kielégítő lenni. Ezzel már nagyon közel vagyok a végeredményhez. Itt még egy kicsit emelek a mély frekvencián (LOW). Korrigálom a kimenő jelet (OUTPUT), nehogy torzítás jelentkezzen, majd elküldöm az utolsó állomására.

Ez a Waves mastering effekt csomag egyik legfontosabb eleme, az (L2) Ultramaximizer.

Ezzel az eszközzel a végső hangosság érzet növelést végzem, illetve limitálom a kimenő jelet. Látható a bal felén a két fontos állítási lehetőség; a threshold és az out ceiling. A threshold-dal megadjuk azt a küszöbértéket, ahol működésbe lépjen, az out ceiling-gel pedig



azt az értéket, amitől hangosabb ne legyen. Ezt az értéket célszerű  $-0.3$  dB-re állítani, ugyanis ha 0-án hagyjuk, néhány rendszer rosszul értelmezheti és esetleg recsegést hallat.  
Készen is van a Vizsgadal.

## Összefoglalás

Láthatjuk és hallhatjuk, hogy a számítógép segítségével lehetséges megalkotni, ami ihletként megfog az emberben. Használtam felvétel rögzítésére, a hanganyag szerkesztésére, a dal megírásához erre alkalmas szoftverekkel, hangszerként... vagyis egy egész stúdió bújik meg benne a zenészekkel együtt. Az ilyen célra használt számítógépeket, angol rövidítése szerint, DAW-nak hívják (Digital Audio Workstation). Én is ezt varázsoltam a számítógéemből. Ebben az összefoglalóban nem is érdemes több szót ejteni, mert akármennyire is igyekszem szavakkal kifejezni, a legjobb összefoglalót maga a végeredmény meghallgatása adja meg.

A zene a CD mellékleten található, mp3 formátumban. Hallgassuk meg!

## Irodalomjegyzék

A hang

<http://www.gr-szechenyi.hu/~schlauszky.szilard/segedletek/multimedia/hangtechnika.pps>

<http://musicdivision.hu/index.php?cikk=11>

A zene

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Zene>

MIDI

<http://mek.niif.hu/01200/01232/html/index.htm>

<http://musicdivision.hu/index.php?cikk=8>

Szintbelövés, A/D konverzió

<http://www.absolute.hu/cikkek/practicals/?page=peakfitness>

Zaj

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Zaj>

Nuendo

<http://www.almalap.hu/200104/nuendo.html>

Keverés

<http://www.drumandbass.hu/cikk.php3?cid=619>

Effektek

Emil Rulez régi oldala, amely már nem érhető el

<http://www.drumandbass.hu/cikk.php3?cid=606>

Utómunka

<http://www.mastering.hu/?pagenav=5>

<http://www.freeweb.hu/hmika/Lexikon/Html/Felharm.htm>