

# MONIKANAVAÄÄNI ABC

**Jussi Honka**

jussi.honka@werk.23org

<http://jh.werk23.org>

<http://sound.werk23.org>

12.3.2006

Findie ry

<http://www.findie.fi>

## JOHDANTO

Tässä artikkelissa kerrotaan surroundäänien käytöstä elokuvan ääniformaattina tekijäperspektiivistä. Esityksessä keskitytään 5.1 formaatin ympärille, unohtamatta Dolby Surroundia sekä näiden formaattien taaksepäin yhteensopivuutta. Esitys pyrkii olemaan mahdollisimman ytimekäs. Lähestymiskulma on väkisinkin tekninen. Perinteiseen stereoääneen verrattuna surroundäänessä on paljon enemmän asioita, jotka pitää ottaa huomioon. Vaikka monikanavaääni onkin ollu maisemissa tavallaan jo 30-luvulta lähtien (90-luvulta eteenpäin kunnolla kuluttajien saatavilla), uusien formaattien takia tekniset ongelmakohdat vievät valtaosan tämänkin artikkelin huomiosta.

### 1.0 Kanavat ja kaiuttimet

### 2.0 Laitteet ja ohjelmistot

### 3.0 Kuuntelutaso

#### 3.1 Koekuuntelu

### 4.0 Panoroinnit

#### 4.1 Vaihevirheiden välttäminen

#### 4.2 Liikkeen panorointi

#### 4.3 Stereolevitys

### 5.0 Dynamiikka

#### 5.1 Bass Management

### 6.0 Formaattit

#### 6.1 Dolby Surround Pro Logic

#### 6.2 Dolby Digital, DD

#### 6.3 Dynamic Theatre System, DTS

### 7.0 AC3 ja metadata

#### 7.1 Perusparametrit

#### 7.2 Dialnorm

#### 7.3 Downmix

#### 7.4 Dynamic Range Control, DRC

#### 7.5 Muut parametrit

### 8.0 Surroundäänitys lyhyesti

### 9.0 Lopuksi

## 1.0 KANAVAT JA KAIUTTIMIT

5.1 Surroundissa on kuusi kanavaa. Nämä ovat

- Keskikanava (Center, C)
- Vasen ja oikea (Left ja Right, L, R)
- Takakanavat (Left Surround/Rear ja Right Surround/Rear, Ls, Rs)
- Matalien efektien kanava (Low Frequency Effects/Enhancer, LFE)
- Lisäksi on mahdollista laittaa taakse keskikanava (Center Surround, Rear Center, CS)
- LFE ei ole sama asia kuin subwoofer.

Surroundeja on kuitenkin erilaisia versioita

- Dolby Surround on L, C, R, S.
- SDDS on L, C, R, LS, RS, LFE ja kaksi keskikanavaa lisää LC ja RC.
- Kokeilumielessä on tehty 10.2 järjestelmä ja IMAX -teattereissa on 5.1 järjestelmän lisäksi vielä yksi kaiutin muita ylempänä, CH. Jollakin propellihatulla on koeluontoinen 20.4.2 järjestelmä. Siinä neljän subbarin lisäksi kaksi infraäänikaiutinta.
- Jne.

Nykyisin standardi, kuluttajalle suunnattu surroundjärjestelmä on 5.1 ja se on myös DVD-formaatin tukema. Samoin tuki löytyy digi-tv:n puolelta. Näin ollen nykyaikaista surround -kuuntelua varten tarvitaan viisi pääkaiutinta sekä subwoofer. Kaiuttimien tulisi olla ns. tarkkailumonitoreja kuten kaikessa äänityöskentelyssä. Monitorit ovat kaiuttimia, jotka pyrkivät värittämään ääntä mahdollisimman vähän. Pääkaiuttimien taajuusvaste pyrkii olemaan mahdollisimman suora luvatulla alueella (usein noin 50 Hz - 20 kHz, sub 16-120 Hz) ja säröarvot pienet. Käytännössä eri valmistajien monitoreissa ja eri malleissa on suunnattomia eroja.

Kaikkien viiden kaiuttimen tulisi olla samaa sarjaa. Tai ainakin etukaiuttimien. Takakaiuttimiksi voi valita saman valmistajan tai sarjan pienemmän mallin. Subwooferiksi suositellaan niin ikään saman valmistajan muiden valittujen monitorien kanssa sopivaa mallia.

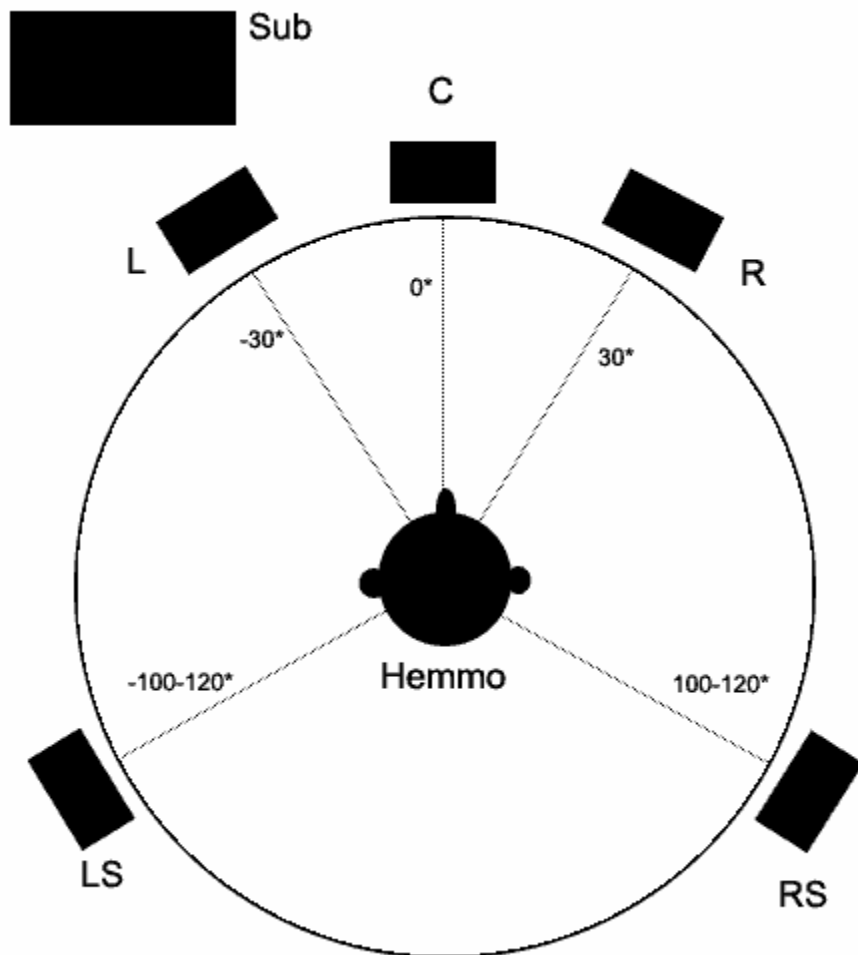
Kaiuttimet voivat olla joko

- Passiivisia
- Aktiivisia

Passiiviset kaiuttimet vaativat monikanavavahvistimen, joka vahvistaa signaalin ja jolla äänentasoa pystyy säätämään. Aktiiviset kaiuttimet eivät vaadi välttämättä mitään vahvistinta, sillä niissä on vahvistin rakennettu kaiuttimeen itsensä. Jonkin äänentason säätimen ne silti tarvitsevat. Sellaiseksi käy esimerkiksi mikseri, monikanavavahvistin tai yksinkertainen äänensäätöpotikka.

Äänenlaadullisesti aktiiviset ovat teoriassa parempia, sillä niihin on valmistaja rakentanut juuri sille kaiuttimelle sopivan vahvistimen. Passiivisten kanssa valittu vahvistin ei välttämättä ole paras mahdollinen kyseiselle kaiutintyypille.

Normaalimallissa kaiuttimet pitää sijoittaa ns. ITU -standardin mukaan ympyrän kehälle seuraavan kuvan mukaisesti.



Kaiuttimien pitäisi sijaita vertikaalisesti samalla tasolla. Standardi ei määrittele subwooferin paikkaa, on huonekohtaista missä se soi parhaiten. Standardi määrittelee kuvan koon suhteessa kaiuttimien välimatkaan. Ison näytön tai kankaan välin tulisi olla L ja R kaiuttimien sisemmästä etukulmasta kulmaan, pienemmän tulisi olla sopusuhteisesti kaiuttimien välissä ja kulmien tulisi olla ympyrän kehällä. Huonetta on hyvä myös akustoida, mutta jätän sen asian käsittelyn tämän artikkelin ulkopuolelle.

## 2.0 LAITTEET JA OHJELMISTOT

5.1 surroundmiksausta varten tarvitaan monikanavalähtöinen äänikortti tai reaaliaikainen AC3-pakkaaja. Lähtöjä tarvitaan

- 6 analogista
- Tai 6 digitaalista (3 stereokanavaa)
- Tai yksi SPDIF -kanava pakatun AC3 -signaalin lähettämistä varten.

Kuusi analogista tai digitaalista ulostuloa vaaditaan diskreettiä kuuntelua varten. Analogiset ulostulot ovat helpommat, sillä niihin voi suoraan liittää joko analogivahvistimen tai aktiivikaiuttimet. Digitaaliset ulostulot vaativat muuntimen väliin, joka muuttaa digitaalisen signaalin analogiseksi.

Digitaaliset ulostulot ovat yleensä joko S/PDIF:iä tai AES/EBUA. SPDIF on kuluttajaformaatti ja signaali kulkee optisen tai RCA-liitännän kautta, AES/EBU ammattiformaatti ja kulkee XLR-liitännän kautta. Eroja on myös impedanssissa.

Jossei diskreettejä ulostuloja ole, voi käyttää yhtä SPDIF ulostuloa, joka lähettää AC-3 tiedostoa surroundvahvistimelle. Tällöin vaaditaan koneelta tai äänikortilta potkua suorittaa reaaliaikainen AC3 -muunnos, sekä softaa jolla sen voi tehdä.

Molemmilla tavoilla kuuntelussa on etunsa. Diskreetti on 1:1 sen kanssa mitä parhaillaan tehdään. Toisaalta AC3 on usein lopullinen formaatti ja sen läpi monitoroituna pystyy kuuntelemaan miten äänet pakkauksen jälkeen käyttäytyvät.

Käytetyltä äänileikkaus- tai äänimiksaussoftalta vaaditaan surround -ominaisuuksia tai useita eri lähtöjä. Jossei surround -ominaisuuksia ole, voi eri lähdöt reitittää (joko äänikortin tai fyysisen) mikserin taa lähtemään eri kanavoihin. Tällöin panoroinnit tehdään vasta softan ulkopuolella ja se saattaa vaikuttaa liikkuvien objektien panorointien tekemiseen vaikeuttaen sitä. Tällöin voisi olla hyvä ajatus ottaa softan send -automaation käyttöön ja pitää sitä surroundpanoroinnin sijaisena.

### 3.0 KUUNTELUTASO

Kuuntelutaso sidotaan tiettyyn desibelimäärään.

- Elokuvamiksaamossa se on 85 dB SPL (oikea taso kuitenkin debatin alainen)
- Televisiostudiossa 79 dB SPL.
- Tason mittaamiseksi kaiuttimiin ajetaan vaaleanpunaista kohinaa -20 dB FS:n tasolla ja vahvistetaan signaalia, kunnes mittari näyttää ulostulevaksi tasoksi joko 79 tai 85.
- Subwoofer mitataan soimaan 10 dB kovempaa. Tämä vastaa noin 4 dB kuulovaikutelman nostoa.
- Äänentasomittarin tulee olla C-painotettu. Saatu taso on referenssitaso jolla tulisi kuunnella.

Tasot ovat tarkkaan määritelty elokuvateattereissa ja televisiostudioissa:

- Elokuvateatterien äänentoisto on kalibritu samaan referenssitasoon (85 dB SPL). Näin tiedetään miltä elokuva loppukuuntelijalle kuulostaa.
- Samoin televisiossa.
- Miksatessa äänien balanssi pysyy samana. Jos äänentaso vaihtelee, balanssi muuttuu joka vaihdolla.
- Standardoimattomissa (koti)studioissa kuunteluvoimakkuuden standardointi kuitenkin vaikeaa ellei mahdotonta. Puutteellinen akustiikka ja suhteessa heikompi monitorointi suurimmat ongelmat. Apuun tulee:

### 3.1 Koekuuntelu

Käytännössä kun tekee avoimille kuluttajamarkkinoille DVD -miksausta, miksausta Betalle tai jollekin muulle formaatille, äänentaso pitää vaihdella koekuuntelumielessä. Samoin voi vaihdella kaiuttimia. Loppukuuntelija saattaa katsoa elokuvan netistä, televisiosta, tykillä tai se saatetaan esittää elokuvateatterissa esimerkiksi festivaaleilla. Koekuunteleminen auttaa huomaamaan puutteet ääniraidassa eri formaattien välillä. Esimerkiksi normaalia elokuvamiksausta televisiosta

toistava ei kuule hiljaisia ääniä lainkaan samalla kun tehosteet saattavat tulla liian lujaa. Toisaalta televisiota varten muokattu miksaus kuulostaa kovalta ja tasapaksulta kankaalta.

Koekuunteleminen auttaa:

- Selvittämään tarpeen tehdä useampia eri miksausiksi eri formaateille
- Näkemään mahdollisuudet kompromisseihin
- Standardoimattomissa tiloissa ymmärtämään tilan ja kuuntelun puutteet sekä niistä johtuvat vääristymät ääniraidalla ja tekemällä tarvittavia korjauksia.

#### 4.0 PANOROINNIT

Panoroiteihin ei mitään yleispäteviä sääntöjä. Totut konventiot kuitenkin tässä:

- Keskikanavaan panoroidaan yleensä aina:
  - a) Dialogi, jotta katsojan fokus pysyy kuvan keskellä
  - b) Synkronitehosteet (=foleyt) samasta syystä.
  - c) Kuvan keskellä olevat tehosteet
  - d) Pienet tehosteet, ellei kerronta vaadi levittämistä
  - e) Musiikkia poikkeustapauksissa. Esimerkiksi solisti tai sooloinstrumentti. Diegeettinen musiikki tarvittaessa.
  
- Vasempaan ja oikeaan kanavaan panoroidaan
  - a) Dialogin ja synkronitehosteiden kaikuja
  - b) Atmosfääriraidat
  - c) Isot efektit, kaikista isoimmat lisäksi C+S
  - d) Musiikki
  - e) Kankaalla liikkuvat äänet, mukana myös C.
  
- Taakse panoroidaan
  - a) Atmosfäärejä
  - b) Tilojen ja efektien kaikuja
  - c) Musiikin kaikuja
  - d) Katsojan läpi, ohi tai yli menevät tehosteet, esimerkiksi lentokoneen lento
  - e) Satunnaisia pistetehosteita
  
- LFE -kanavaan laitetaan
  - a) matalaa jyminä tehostamaan voimakkaita kohtauksia. Jyminä voi olla kohinaa tai kopio alkuperäisestä äänestä, sen alempi kerrannainen tai aivan jokin muu ääni.

Kanavista tärkein on keskikanava. Se määrittää äänellisen keskikohdan kankaan tai ruudun keskellen. Stereokannassa panorointien kohdistus riippuu kuulijan sijainnista suhteessa kaiutinpariin niin, että panoroinnit kohdistuvat aina lähemmäs sitä kaiutinta, jota lähempänä katsoja on. Tätä kutsutaan niin sanotuksi ”phantom imageksi”, haamukuvaksi. Stereokuuntelussa ”sweet spotin”, eli kuuntelupaikan, jossa haamukuva sijoittuu tarkkaan kaiuttimien keskelle, merkitys on suurempi kuin surroundissa. Surroundissa keskikohta pysyy keskellä, olipa kuulija missä kohtaa tahansa katsomoa. Huomautettakoon, että phantomkuva syntyy tietenkin myös LC ja RC -kanavien väliin, mutta koska kaiuttimien välimatka on lyhyempi kuin LR, on haamukuvan kohdistaminen

tarkempi. Ongelmia saattaa syntyä myös, mikäli LR kanavien stereokannan keskikohta eroaa huomattavasti keskikanavan signaalista, jolloin jollakin äänellä saattaa olla kaksi keskikohtaa.

Etukanavat luovat pääinformaatioisällön. Ihmisen huomion täytyy pysyä kankaalla. Kuuloalue on kuitenkin pallomainen 360 astetta. Ihminen siis luonnostaa kuulee ääniä joka puolelta ympäristöstään, joten äänten lisääminen katsojan ympärille ei poikkea luonnollisesta ympäristön havaitsemisesta. Vertailun vuoksi näköalue on vain ovaalin muotoinen, eteenpäin suuntaava ja tarkennusalue melko kapea. Tärkeää on huomata, että 360 asteen kuuloalue on evoluution tulosta ja syntynyt tarpeesta tarkkailla ympäristön epäilyttäviä tai kiinnostavia ääniä. Siispä jos takaa kuuluu jotakin poikkeavaa, kiinnitämme siihen huomiomme ja vilkaisemme mitä siellä on. Näin myös elokuvateattereissa. Ilmiö on saanut nimen "exit sign effect", koska katsoessaan taakse ihminen huomaa poistumiskylin ja tajuaa olevansa teatterissa. Takakanavien pääasiallinen funktio onkin vain lisätä katsojan immersiota viemällä kankaan tilat katsomoon.

Oikealla ja vasemmalla kanavalla on kuitenkin pääpaino tilojen luonnissa. Takakanavat vain lisäävät siihen ympäröivän ulottuvuuden lisää. Pääinformaation äänipohjissakin siis tulisi olla aina edessä. Efektit panoroidaan eteen ja niillekin vain takakanava tuo lisää ympäröivyyttä ja tehoa. Poikkeuksena efektit, jotka liikkuvat katsojan "läpi" tai joiden informaation halutaankin tulevan katsojan takaa. Tällöin pitää aina muistaa, ettei taakse, eikä subwooferille, saa lähettää kerronnan kannalta tärkeää informaatiota. Takakanavat ovat usein loppukuulijalla heikosti sijoitetut tai ne saattavat jopa olla suunnatut pois kuulijasta seiniä kohden diffuusin äänikentän aikaansaamiseksi. Subwooferia ei välttämättä ole kuuntelijalla lainkaan. Tästäkin syystä voidaankin todeta takakanavien (ja LFE:n) olevan tarkoitettu vain ääniraidan ehostukseen.

#### **4.1 Vaihevirheiden välttäminen**

Yksi monoääni saa kuulua maksimissaan vain kahdesta eri kaiuttimesta. Jos sen levittää useamman kaiuttimen ympärille pienikin kuulijan päännliike saa aikaan korvin kuultavan vaihevirheen ääneen ja ääni tuntuu silloin liikkuvan ja muuttaa taajuusspektriään päännliikkeen mukaan. Vaihevirhettä syntyy toki myös stereokannassa soivalla monoäänellä ja tämä ilmenee anomaliaina yli 2 kHz menevien äänten kohdalla, mutta on vaikeahko haivaita.

Vaihevirheen mahdollisuus aiheuttaa ehkä eniten ongelmia surroundmiksausessa ja pitää ottaa huomioon jo aikaisin äänileikkauksivaiheessa. Esimerkiksi LCR -kanaviin menevät efektit voi suunnitella siten, että kaikissa kolmessa kanavassa on erilaista äänimassaa. Vähintään yhdessä niistä on oltava kahdesta muusta eroavaa ääntä. Saman äänen koptioiminen kolmeen (tai useampaan) paikkaan tuottaa varmasti ongelmia.

Samana äänen saa kuitenkin kikkailemalla laitettua useampaan kaiuttimeen. Esimerkiksi LCR -kanaviin menevässä efektissä keskikanavaa on tällöin syytä viivästä noin 20-30 millisekuntia jottei se ole "ristiriidassa" LR kanavien signaalin kanssa. Alle 20 ms viiveet aiheuttavat vaihevirhettä, yli 30 ms äänet saatetaan kuulla kahtena eri äänilähteenä. Tästä ei kuitenkaan ole yksimielisyyttä ja lähteestä riippuen puhutaan jopa 50 ms raja-arvosta. 30 ms on ainakin varma valinta. Usein vastaavaa levitystä tulee käytettyä atmosfäärien kanssa, jolloin eteen ja taakse laitetaan sama pohja. Taakse menevää signaalia viiväistetään ja sieltä kenties vielä leikataan alapäätä pois. Taiteellisesti mielenkiintoisempaa on tietenkin rakentaa eteen ja taakse aivan omat atmosfäärit.

#### **4.2 Liikkeen panorointi**

On huomattava, että panoroidessa liikettä kaiuttimien välissä monoääni panoroituu huomattavasti tarkemmin kuin stereokanta. Stereokantaan LR tehty panorointi liikkuu kankaan poikki laajan phantomkuvan mukaan, monona tehty liike panoroituu myös keskikanavaan ja phantomkuvat

syntyvät pienempien yksiköiden väliin (LC ja CR). Näin panoroinnin kohdistus on tarkempaa. Panoroinnit etu- ja takakaiuttimien välissä eivät ole ikinä yhtä tarkkoja kuin panoroinnut etukaiuttimien kesken. Takakaiuttimet muodostavat laajan stereoparin ja ovat myös melko etäällä etukaiuttimista ja mahdollisesti loppukuulijalla väärin sijoitetut. Näin ääni lokalisoituu epämääräisemmin kaiuttimien väliin. Haamukuvaa ei välttämättä edes synny, vaan ääni saattaa kuulua kahdesta eri lähteestä. Tämä on jälleen yksi syy, minkä takia takakanavia käytetään enimmäkseen vain tilojen luonnissa ja jätetään pistetehosteet etukanaviin.

### 4.3 Stereolevitys

Usein on tarvetta levittää stereokantaa suuremmaksi. Tätä varten voi

- Stereon toista puolta viivästä 20-30 ms
- Stereon puolia voi ekvalisoida erikseen niin, että luo kuoppia ja korostuksia, siten, että kun toiseen laitetaan kuoppa, toista korostetaan tms.
- Käyttää "stereomager" -ohjelmaa luomaan vaihteistuksella laajempi stereokuva. Mono ja Dolby Surround -yhteensopivuus pitää testata.
- Laittaa toiseen, tai molempiin itsenäisesti, hidas flanger, phaser tai liikkuva delay. Jälleen mono ja Dolby Surround yhteensopivuus pitää testata.
- Tehdä toinen puoli kaiulla.

Näistä vaihtoehdoista kaksi ensimmäistä kohtaa ovat yksinkertaisemmat, kolmannen kohdan kanssa voi tulla ongelmia yhteensopivuuksien kanssa. Kaksi viimeistä ovat puolestaan kokeellisempia vaihtoehtoja.

### 5.0 DYNAMIIKKA

Dynamiikalla tarkoitetaan useimmiten hiljaisten ja kovien äänien suhdetta toisiinsa. Sen voi myös panoroitien osalla käsittää ymmärtävän laajojen ja kapeiden äänien sekä kohtausten suhteella. Esimerkiksi hiljaisessa huoneessa oleva kohtaus voi kuulua pelkästään keskikanavasta kun taas pyssynpaukkeinen pakomatka moottoritiellä valtaa kaiken tilan. Dynamiikkaa vaihtelemalla äänikerronta pysyy mielenkiintoisena, oli vaihtelu sitten äänentasollista tai "äänikuvallista".

Koska kaiuttimia on "normaaliin" stereoon verrattuna neljä enemmän, joista subwoofer tosin poikkeuksellinen, on tilaa ja dynamiikkaa rakentaa isoja äänitehosteita enemmän kun jakaa tehosteet kaiuttimien kesken. Yksi elokuvamiiksan keskeisiä asioita on laaja dynamiikka. Televisiossa dynamiikkaa puolestaan kavennetaan jopa lähes olemattomiin. Äänentasollista dynamiikkaa miettiessä pitää aina ottaa huomioon myös loppuformaatti. Ainoastaan elokuvateatterissa voi käyttää suurinta mahdollista äänentason vaihtelua. DVD:llä pitää jo ottaa huomioon loppukuuntelijan olosuhteet ja muilla formaateilla (TV, Beta, internetvideot, VHS jne) dynamiikkaa ei mielellään sallita senkään vertaa.

Koska yksi kaiuttimista on LFE -kanava, jonne ajetaan vain matalia ääniä, voi pääkaiuttimien kuormaa siltä osin helpottaa. Matalat taajuudet vievät ääniraidalta paljon enemmän kaistaa kuin korkeammat äänet. Vanhoilla optisilla ja magneettisilla nauhoilla raskas matala jyminä saattoi vallan poistaa yläpään kuuluvilta. Sama pätee edelleen, muttei teknisen kehityksen ansiosta niin voimakkaana ilmiönä. Siirtämällä pääkanavista matalaa sisältöä LFE-kanavan hoidettaviksi, mahtuu pääkanaviin enemmän yläpään informaatiota. Näin kasvatetaan edelleen dynaamista alaa. Matalat taajuudet voi huoletta ajaa LFE-kanavaan suuntavaikutelman kärsimättä. Ihmisen on vaikea kohdistaa alle 100 Hz:n ääniä oikeaan paikkaan.

## 5.1 Bass Management

Matalien taajuuksien siirtoa varten on kehitetty bass management. Se on järjestelmä, joka siirtää pääkanavista kaiken informaation 80 tai 120 Hz:n alta subwooferin hoidettavaksi. Tästä on sekin hyöty, että subwoofer toistaa alemmas kuin pääkaiuttimet ja tällöin kaikki pääkanavissa olevat matalatkin jyrinät kuuluvat. Pääkaiuttimien kuorma myös helpottuu ja tällä saattaa olla vaikutuksia alemman keskialueen toiston paranemisena. Elokuva miksatessa bass managementtiä pitää käyttää jotta raidoilla olevaa matalaa informaatiota pystyy tarkkailemaan. Esimerkiksi matalat jyrinät saa kuuluviin ja voi poistaa tarvittaessa.

## 6.0 FORMAATIT

Kuluttajaformaatteja on kolme:

- a) Dolby Surround (nykyisin Dolby Surround Pro Logic 1 tai 2) (analoginen)
- b) Dolby Digital (digitaalinen, pakattu)
- c) DTS (digitaalinen, pakattu)

Näiden lisäksi on olemassa elokuvateatteriin erilaisia formaatteja, mm. SDDS. Niistä ei sen enempää. Mainittakoon kuitenkin, että SDDS on 7.1 formaatti, jossa etukanavia on viisi ja formaatti on tarkoitettu todella isoille kankaille (esim. 20x30m).

### 6.1 Dolby Surround Pro Logic

Dolby Surround Pro Logic on analoginen järjestelmä, joka tuottaa matriisin avulla stereoäänestä nelikanavaisen version. Stereosta erotetaan L, C ja R sekä yksi surroundkanava. Mikä tahansa stereoäänite on purettavissa Dolby Surroundiksi, mutta jollei äänitettä ole miksatu dekooderin läpi, ei lopputulos välttämättä ole halutunlainen

- Samassa vaiheessa oleva tulee keskikaiuttimesta
- Eri vaiheessa oleva LR
- Taakse lähtee vastakkaisvaiheiset vasemman ja oikean kanavan signaalit viiveellä ja taajuuskaista rajoitetaan alueelle 200 - 7000 Hz.

Pro Logic on dekooderin nimi ja PL2 on siitä kehittyneempi versio, jossa takakanavat ovat stereona ja muitakin ominaisuuksia on lisätty. Alunperin nimitys Dolby Surround oli kuluttajaversio elokuvateatterin Dolby Stereosta ja se oli kolmekanavainen (LRS). Dolby Surround -matriisointua stereoversiota kutsutaan usein nimelle LtRt (Left total, Right total). En tämän syvemmin perehdy Pro Logic -matriisiin.

### 6.2 Dolby Digital, DD

Dolby Digital on diskreetti digitaalinen ääniformaatti. Toisin kuin Dolby Surroundissa, DD:ssä kanavat ohjataan tarkasti oikeaan kaiuttimeen. Dolby Digitalin tulisi olla taaksepäin yhteensopiva Dolby Surroundiksi. Kanavia on 1-6 (L, R, C, LFE, LS ja RS) ja on mahdollista lisätä taakse keskikanava (CS). Tämä toteutetaan Dolby Surroundista tutulla Pro Logic matriisilla ja tällöin DD saa peräänsä lyhentee EX.

- Tiedosto on nimeltään AC3 ((Perceptual Audio Coding ver. 3). Sen pakkaussuhde on noin 11:1. DVD:lle menevän 5.1 tiedoston suositeltava pakkaus on 448 kbps, stereosignaalin 192 kbps. Pakkaussärö joskus kuultavissa.
- Signaali menee tarkasti panorointien mukaan. Jokainen kanava on ennen AC3 - pakkausta oma tiedostonsa joka ohjataan oikeaan kaiuttimeen (pl. EX)
- LFE kanava on pelkkiä matalia taajuuksia varten. Sen taajuuskaista on 3 - 120 Hz.
- Pääkaiuttimien taajuusvaste on 3 Hz - 20 kHz.
- Sisältää metadataa, eli tietoa dekooderille miten tiedostoa tulisi lukea. Parametrejä ovat mm. Dialnorm, Downmix ja Dynamic Range Control.
- Standardiformaatti DVD:llä. DD:tä ymmärtää jokainen DVD-soitin ja vahvistin. Elokvateatteriversiota kutsutaan nimellä Dolby SR-D (Sen pakkaus 384 kbps).

### 6.3 Dynamic Theatre System, DTS

DTS on myös diskreetti ääniformaatti ja sisältää samat kanavat kuin DD:kin, sillä erotuksella, että takakeskikanava on myös diskreetti (DTS ES). Voidaan puhua siis todellisesta 6.1 formaatista.

- Pakkaussuhde noin 4:1, 1400 kbps, on muitakin vaihtoehtoja. Paperilla parempilaatuinen kuin DD, käytännössä pakkausalgoritmit niin erilaiset, että jotkin teatterit luopuneet DTS:n käytöstä epämääräisen alapääntoiston takia.
- LFE kanavan taajuusvaste 20 - 80 Hz, etukanavat 20 Hz - 20 kHz, takakanavat 80 Hz - 20kHz.
- Harvinaisempi kuin DD, pidetään "Hi-Fi" -formaattina.
- Ei sisällä metadataa.

Tässä artikkelissa käsitellään vain DD:n ominaisuudet. Halukkaat voivat selvittää DTS:n ominaisuudet itselleen jostain muualta.

## 7.0 AC3 JA METADATA

### 7.1 Perusparametrit

Dolby Digital ei ole sama asia kuin 5.1, vaan siinä voi olla käytössä kanavia yhdestä kuuteen, esimerkiksi 1.0, 3.1 tai 5.0. Pakkausmäärän voi määrittää olevan välillä 32-640 kbps.

- 448 kbps on vakio 5.1 äänelle
- 192 kbps stereolle.
- Monoäänen koodaamiseksi on kaksi eri koulukuntaa. Dolby suosittelee monon olevan 1.0, mutta jossain piireissä monoääni 2.0. 1.0 on oikein, mutta 2.0:a käytetään siksi, että monesti kuluttajilla keskikaiutin on laadultaan heikompi LR kaiuttimia. Näin mono soi stereokannassa, Pro Logic matriisin läpi keskikaiuttimesta. 2.0 monon bitrate on 192 kbps, 1.0 monon 96 kbps.
- 3.1, 4.0 tai vastaavia erikoisempia kanavamääriä varten bitratea ei ole tietääkseni määriteltä tarkasti.

Kanavien määrä AC3:ssa merkitään seuraavasti

- 3/2 tarkoittaa kolme etukanavaa, kaksi surroundia
- 2/0 on vakio stereoääni
- 1/0 yksi etukanava, eli mono
- Jne.
- LFE lisätään erikseen. Merkintä /N ei siis ole subwooferien määrä.

AC3:n metadatan kolme tärkeintä parametriä yllä mainittujen lisäksi ovat

a) Dialnorm

b) Downmix

c) Dynamic Range Control

Oikein mitattu ja koodattu kolminaisuus, dialnorm, dynamic range control ja downmix, saavat yhdessä aikaan sen, että 5.1 materiaali on täysin yhteensopiva aina elokuvateatterista monotelkkariin.

## 7.2 Dialnorm

Dialnormilla kerrotaan dekooderille tai vahvistimelle materiaalin dialogin keskimääräinen taso. Dialnormin suurimmat hyödyt tulevat digitelevisiosta myötä. Sen avulla ohjelmamateriaalissa dialogi soi kautta linjan yhtä lujaa riippumatta tv-kanavasta tai materiaalin laadusta. Nykyisellä analogisella verkolla toistettavan materiaalin voimakkuus on tapauskohtaista. Esimerkiksi mainokset tulevat usein lujempaa kuin vaikkapa elokuvat. Dialnormin avulla kuluttaja ei teoriassa joudu koskemaan äänentason säätimiin kerran ne sopiviksi asetettuaan.

- Dialnorm määritellään analysoimalla dialogin keskimääräinen taso.
- Dialnormin asteikko on 0 - -31 dB. Luku 0 tarkoittaa, että kyseistä ohjelmamateriaalia vaimennetaan 31 desibeliä. Luku -31 tarkoittaa, ettei materiaalia vaimenneta lainkaan.
- Jos dialnormin lukema on esimerkiksi -23 dB, materiaalia vaimennettaisiin  $(31 - 23 =) 8$  dB.
- Dekooderi soittaa siis kautta linjan kaiken dialogin -31 dB:n tasolla hiljentämällä lujempaa soivat.
- -31 dB on kovien rymistelyelokuvien erikoistaso, Standarditaso elokuville on -27. Ilmeisesti digiv:n standarditaso Suomessa on -18 dB.

Tästä seuraa suoraan, että jos miksausessa määritellään dialogi soimaan -31 desibelin tasolla, on ääniefekteille kaikista kovimpien kohtausten huippukohtiin mahdollista laittaa 31 dB dialogia voimakkaampia ääniä (tällöin huiput 0 dB FS -tasolla). Näin elokuvan dynamiikka on iso. Jos taas ohjelmamateriaali on -18 dB:n tasolla, ei huippukohtiin ole varaa enää kuin 18 dB jne.

Dialnormin mittausta tehdään Laeq mittarilla. Se tarkoittaa keskimääräistä äänenpainetasoa A-painotetulla asetuksella. A-painotus tarkoittaa, että mittari on herkin puheäänien taajuuksille. Minulle on toistaiseksi epäselvää, miten dialnormin voi pätevästi mitata ilman Laeq -mittaria. Doom9 -foorumilla on asiaa käsitelty, mutta tätä kirjoittaessa en ole sitä vielä täysin sisäistänyt. Dolby ohjeistaa vertaamaan kaupallisten elokuvien tasoon ja siten määrittämään dialnormin, mutta metodi vaikuttaa epäluotettavalta ja vähintään epätarkalta.

### 7.3 Downmix

Kaikkien monikanavamiksausten pitää olla stereo- ja monoyhteensopivia. Mielellään myös Dolby Surround -yhteensopivia. Jokainen DVD-soitin lähettää ulosmenevänä signaalina niin 5.1 äänen ja siitä tehdyn ns. stereo-downmiksauksen. Downmiksausta varten voi AC3:n metadatatassa määritellä arvot, jolla downmiksaukseen vaikutetaan. Downmix parametrit ovat

- Etukanavaa summataan LR kanaviin joko -3 dB, -4.5 dB, -6 dB tai vaimennusta ei tehdä yhtään.
- Takakanavia summataan -3 dB, -6 dB tai ei vaimenneta
- 90 degree phase shift. Se on takakanaville laitettava vaiheenkääntö, jotta ne ovat paremmin Dolby Surround yhteensopivat.
- LFE kanavaa ei summata ikinä!

Testaamalla löytää sopivan tason kullekin materiaalille. Monoinformaation summaaminen sellaisenaan LR kanaviin nostaa sen tasoa 6 dB:tä. Siksi lähtökohtaisesti kannattaa laittaa monon summauksen tasoksi -3 dB. Takakanavien tason määrää se, miten paljon haluaa tilojen ja pohjien stereossa kuuluvan. Mikään downmix -parametri ei vaikuta 5.1 äänen toistoon.

Downmix ei voi ikinä mennä särölle. Eli jos ajatellaan, että elokuvan huippukohdat käyvät 0 dBFS:n tasolla LR kanavissa ja sen lisäksi keskikanavassa käydään myös nollassa samassa kohtaa, normaalisti summaamalla ääni menisi välttämättä särölle. Downmiksatus näiden kolmen kanavan summa ei kuitenkaan yliohjautu, sillä AC-3:ssa on runsaasti headroomia.

### 7.4 Dynamic Range Control, DRC

Dynamic range control toimii yhdessä dialnormin kanssa. Sen avulla laajaa dynamiikkaa käyttävän materiaalin huippukohtia voi leikata ja pohjia nostaa, jotta materiaali ei toistu liian lujaa ja kaikki tarpeellinen kuullaan. DRC:tä käytetään siis litistämään dynaamista alaa. Tästä on hyötyä, jos elokuvaa katsellaan myöhään yöllä eikä haluta häiritä naapureita tai muita perheenjäseniä tai jos elokuvan ääni toistetaan vaikkapa television kaiuttimen kautta.

DRC toimii siis yhdessä dialnormin kanssa. Dialnormista se katsoo tason, jonka ylä- ja alapuolta käsittelee. Käsitteilyn määrää saa säätää. Elokuville on muutama vaihtehto

- Film "Standard".
- Film "Light".
- None.

Mikäli dialnorm on oikein säädetty, perusasetus on tietenkin "standard". Jos aivan niin kovaa kompressiota ei haluta käyttää, voi valita "light" -asetuksen. Jos minkäänlaista kompressiota ei laiteta, valitaan kohta "none". Nonen käyttö on perusteltua tilanteissa, joissa dialnormia ei syystä tai toisesta kyetä varmuudella mittaamaan oikein. Väärin mitattu dialnorm yhdessä DRC:n kanssa kompressoii materiaalin väärin ja ääniraita saattaa kuulostaa todella omituiselta ja pumppaavalta. Toisaalta asetuksella "none" hiljaiset äänet saattavat esimerkiksi television kaiuttimesta kuunneltuna kadota tyystin ja kovimmat tulla aivan liian lujaa.

## 7.5 Muut parametrit

Bitraten, kanavamäärän ja ”Kolmen D:n” lisäksi on useita muita parametrejä joihin voi vaikuttaa. Sample Rate on lähdemateriaalin näytteenottotaajuus. RF Overmodulation Protection estää säröytymistä jos signaali lähetetään televisioon antenniliitännän kautta. Surround channel 3 dB attenuator tarkoittaa takakanavien miksaustasoa, ja se on laitetaan päälle jos miksaus on tehty elokuvamiksaamossa tai menee filmille. Loput parametrit, esimerkiksi Original Bit Stream tai Room Type ovat toistaiseksi toisarvoisia, ilman käytännön sovellusta tai pelkästään informatiivisia. Esimerkiksi Bit stream modessa on monia vaihtoehtoja, mutta näistä ainoa käytössä oleva on ”Complete Main”, eikä dekooderi tee tällä informaatiolla nykyisin mitään. Jollei paremmin tiedä, kannattaa jättää muut parametrit perusasetuksille.

## 8.0 SURROUNDÄÄNITYS LYHYESTI

Perinteinen stereoäänitys mikrofoni-parilla ei aina riitä surroundkäytössä. Keski- ja takakanavatkin vaativat omat mikrofoninsa. Erilaisia mikrofoni-tekniikoita on useita erilaisia, ja monet niistä ovat syntyneet klassisen musiikin äänittämisen tarpeisiin. Elokuvaäänityksen tarpeet ovat siihen verrattuna hieman erilaiset.

- Mikrofonien määrä ja sijoitus riippuu valitusta mikitystekniikasta. Tekniikoita niin useita, etten ala tässä luettelemaan. Yhtä standarditekniikkaa ei vielä kehitetty, liekö koskaan?
- Kaksi stereoparia, toinen eteen ja toinen taakse, yksinkertaisin, mahdollisesti myös tylsin.
- Foley, dialogi ja pienet efektit pärjäävät yhdellä mikillä. Tilan voi luoda kaikuprosessoreilla.
- Tehosteet vaativat useampaa mikrofonia, mikäli surroundkenttää ei haluta konstruoida osista.
- Atmosfääriehin riittää neljä mikkiä, kaksi eteen kaksi taa, keskikanavaan ei yleensä kannata tuoda atmoa -> sotkee dialogin selvyyttä. Stereoparillakin pärjää, levitykset viiveellä tai luo eri kannat uniikeista atmoista.
- Muut äänet pärjäävät myös neljällä mikillä, tapauksesta riippuen voi äänittää vain LCRS tai kuten atmojen tapauksessa jättää keskikanavan pois. Viidellä mikillä äänittäminen myös mahdollista, ongelmana tällöin kanavien riittäminen (useissa kenttä-äänittimissä vain neljä kanavaa). Kuten atmoissa, stereollakin pärjää.

## 9.0 LOPUKSI

Surround ei ole itseisarvo. Se että on kuusi kanavaa käytössä, ei tarkoita, että niihin pitäisi koko ajan ajaa signaalia. Itseasiassa niihin ei pidä ajaa mitään signaalia ellei sille ole perustelua. Loppu.