

Akustik – del 2

Musikrum och kontrollrum

Text: Björn Asplind

Foto & Illustrationer: Björn Asplind & Fredrike Asplind

Tar man en titt tillbaka på rumsakustik i musikrum, eller på den akustiska utvecklingen i studiornas kontrollrum, kan man konstatera att olika genrer har genom historien påverkat de tekniska lösningarna, både för lokaler och instrument. Ibland utvecklade den befintliga akustiken instrumentens konstruktion och orkesterns sammansättning, och ibland har instrumentens klangbild påverkat den akustiska utformningen av lokaler. En symfoniorkester, ett brassband eller ett rockband kräver alla olika akustiska förutsättningar. Även kunskap inom akustikområdet har haft stor påverkan på ljudbilden genom åren.

Akustik brukar räknas till området fysik, men när det gäller rumsakustik, och då särskilt musika-kustik, är det minst lika mycket en fråga om psykologi. All musik och allt musicerande utnyttjar funktionen hos vår hörsel och den del av fysiken som behandlar ljudvågors egenskaper, akustiken. Fysiken talar om hur signalen modifieras på vägen från ljudkälla till lyssnare och psykologin förväntas tala om hur man uppfattar denna signal. Denna kombination av två vetenskapsgrenar har visat sig vara mycket komplicerad. Utomhus finns det ingen akustik i någon egentlig bemärkelse, däremot uppstår vissa akustiska fenomen, om ljud får studsas mot väggar och andra föremål. Det går även att skapa akustik på konstgjord väg, med hjälp av elektronisk apparatur. Vi ska dock ägna oss åt det man kallar rumsakustik.

Lite historia

Akustikens betydelse går långt bak i historien. Den hade stor betydelse när man inte kunde förstärka ljudet med hjälp av elektronik. Skall man försöka identifiera förändringar i arkitektoniska och akustiska kriterier för musikhallar kan man klassificera dessa i fem tidsperioder. Den Klassiska perioden (1750-1820), Romantiska perioden (1821-1900), Pre-moderna perioden (1901-1950), Modern I (1951-1980), och Modern II (1981-2000). De olika hallar som byggdes under dessa perioder kan kategoriseras efter olika rumsformer; skokartong, solfjäderform, hästskoarena, semiarena, samt oregelbunden stil. Skokartongstilen är den rumsform som byggts i samtliga perioder. Dessa salar byggdes ganska smala, rektangu-

lära i bottenytan och med högt tak. De var också rikligt dekorerade med pelare, piedestaler, statyer, och hade tak med balkar och ornament. Allt detta bidrog till den goda akustiken.

Det genomsnittliga antalet sittplatser och rumsvolym har ökat genom åren med cirka 400 platser till 2 500. Rummens genomsnittliga dimensioner har ökat från en volym på cirka 17 000 kubikmeter till cirka 22 000. Den genomsnittliga takhöjden har också ökat. Till ett genomsnitt på cirka arton meter. Den genomsnittliga efterklangstiden är idag 1,94 sekunder och är det högsta värdet under hela tidsepoken.

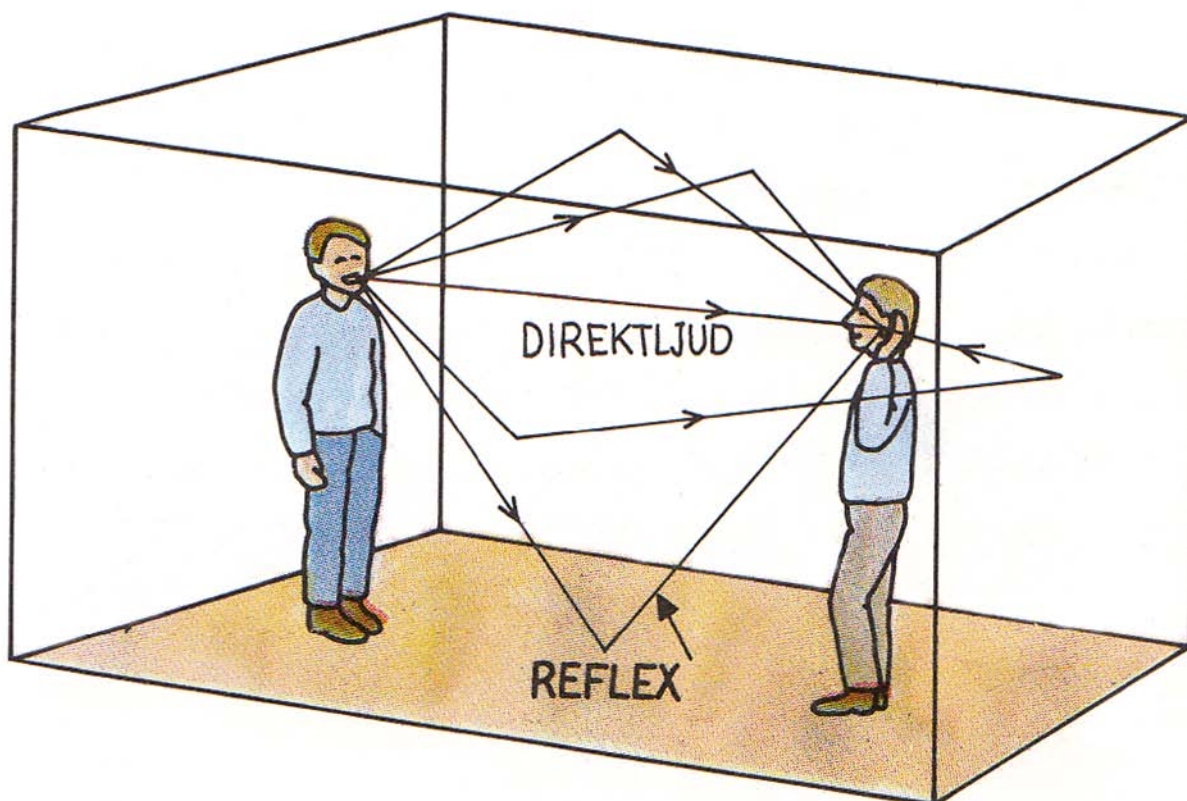
Några av världens förnämsta konsertsalar är av skokartongmodell: Grosser Musikvereinsaal i Wien 1870, Concertgebouw i Amsterdam 1888 och Symphony Hall i Boston som byggdes 1900. På grund av sin smala, rektangulära form ger de bästa äldre salarna mycket sidoreflexer. Mängden av dekorativa element sprider ljudet jämnt i rummet och den stora takhöjden ger en lång efterklang. Allt detta tillsammans resulterar

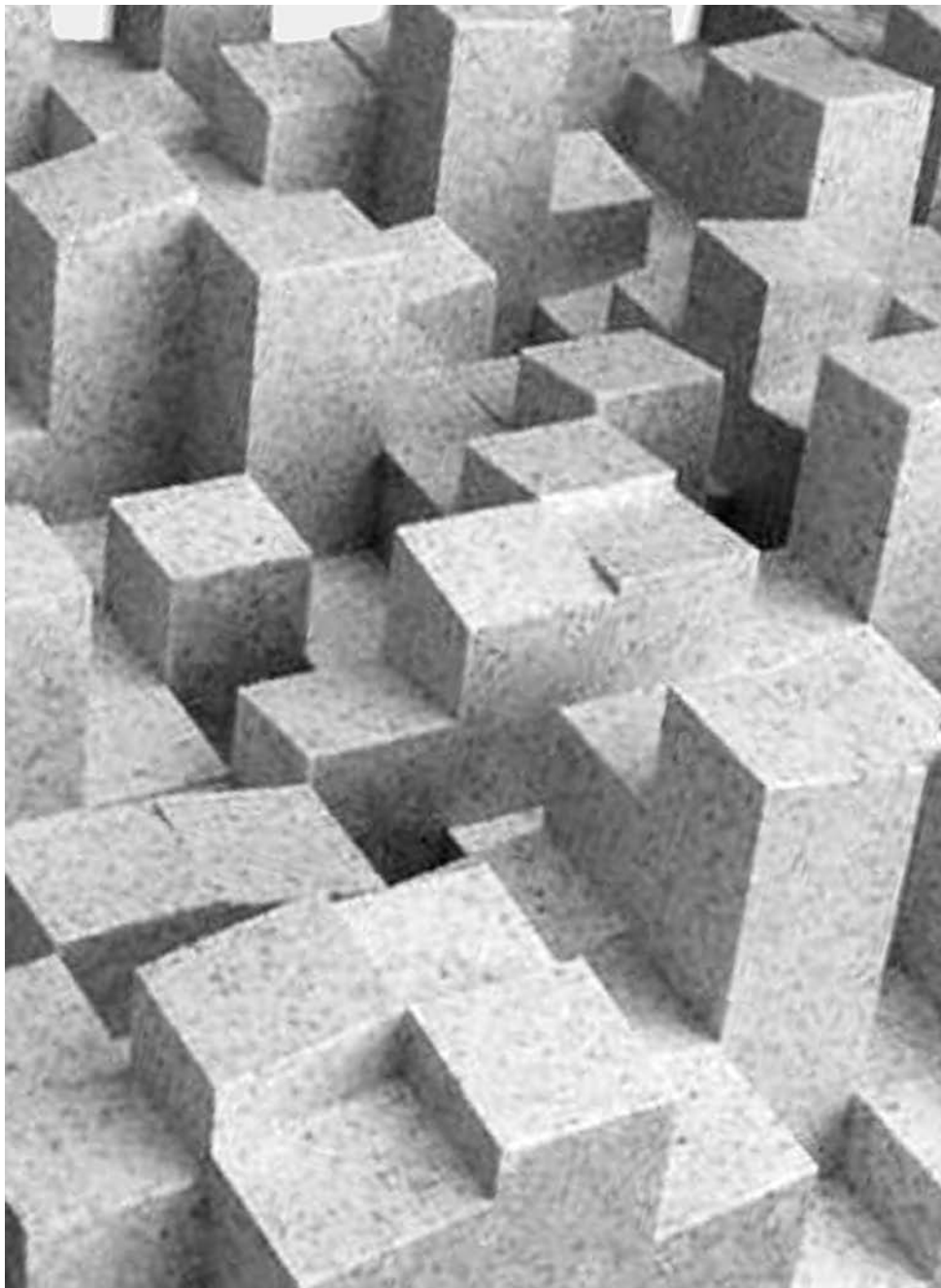
i god akustik.

De konsertsalar som byggts under tidigt 1900-tal (solfjäderform) har däremot ofta varit mindre bra, ibland rena katastrofer. Nu byggdes salarna bredare, för att ge plats åt större publik. Dekorationerna försvann och väggar och tak kom att utgöras av stora, mer släta ytor. Akustiken i dessa var ofta inte lika bra som i de äldre salarna. Det dröjde dock länge innan man förstod varför. I dessa breda salar, var taket ofta konstruerat för att reflektera ljud mot publiken. Detta gav ljudet klarhet och briljans som passade bra för tal. Dock blev ljudet samtidigt ganska tunt och gav föga klang åt musiken som spelades i rummet.

I början av nittonhundratalet gjorde också vetenskapen sitt intåg i rumsakustiken genom Wallace Clement Sabine, som definierade uttrycket "efterklangstid". Det är den tid det tar för ljudnivån i ett rum att sjunka 60 dB efter det att ljudkällan stängts av.

Allt eftersom forskningen inom rumsakustiken gjorde framsteg, blev man medveten om ►





de tidiga reflexerna. Dessa första reflexer från väggar och tak har visat sig ha stor betydelse för akustik i musiksammanhang.

Teknikanvändningen ökade kraftigt under den senare delen av 1900-talet och nya musikformer skapades. Elektroniken blev ett viktigt grundelement och elektroakustiken fick samma betydelse som instrumentmakarna hade på sin tid. Idag vet man tillräckligt om rumsakustik för att kunna bygga bra konsertsalar, eller i varje fall för att kunna undvika dåliga lösningar. Under olika tids-epoker kan utvecklingen av instrument förklaras med förändringar i den miljö i vilken musiken framfördes. Lokalens akustiska kvalitet har stor betydelse för musikernas förmåga att spela och olika sorters musik kräver olika akustik. Man har någon gång definierat konst som en vetenskap med mer än sex variabler. I så fall är rumsakustik verkligen en konst!

Ljud reflekteras, med vissa begränsningar, på

samma sätt som ljus och man kan rita ljudstrålar för att visa hur ljud fortplantar sig i ett rum. När vi ser en bild är vi mycket medvetna om perspektiv och djup: parallella linjer som går in i bilden och som så småningom tycks sammanfalla. Djupupplevelsen i bilden förmedlas också av färgförskjutningar, dis, skuggor och liknande.

På liknande sätt kan en bra inspelning också förmedla en upplevelse av ett akustiskt perspektiv, eftersom hörselupplevelsen påverkas kraftigt av ljudinformationens tidsförlopp. När vi lyssnar på en levande orkester hör vi direktljudet, men vi hör också de tidiga reflexerna, det vill säga den klangliga filtrering som det större avståndet ger. Dessa rumsreflexer ger oss ett perspektiv och en djupupplevelse. För att erhålla bra akustik måste mätningar och beräkningar göras i fyra dimensioner. Tre rumsdimensioner och tiden. Sedan måste de också vara meningsfulla ur lyssnarens perspektiv.

De flesta lyssnare vill att musiken ska hänga ihop och inte bara bestå av en massa spikar. Reflexerna i rummet förlänger dessutom direktljudet så att det låter starkare utan att nivån ökar. Många moderna inspelningar har ett inspelat ljud som inte klingar i någon akustisk verklighet. Instrumenten ger då oss ofta en plattare ljudupplevelse samt en känsla av djup- och perspektivfel.

Hårt dämpade "supertorra" studior är svåra att spela i och akustiska instrument låter dåligt. Enbart direktljud plus elektronisk efterklang ger ett mer spretigt sound och ger dålig loudness. Rent allmänt så behövs alltså studioakustik. Väl diffuserade, oregelbundna reflexer från väggar, golv och tak på lagom avstånd ger liv och djup åt såväl akustiska som elektriska instrument. Kan vi bara kontrollera de fula basresonanserna så ger akustiken ett mycket mer musikaliskt resultat. Det är förbluffande hur lite äkta efterklang kan förgylla musik.

Kontrollrummets utformning från tidigt 1950-tal

Här följer de senaste femtio årens olika akustiska designidéer för kontrollrum både i broadcast- och musikstudior fram till dagens standard. Det är under denna period som den tekniska utvecklingen har påverkat förutsättningarna för inspelningsteknik. Olika och ibland ganska kontroversiella skolor har dykt upp genom åren. På den tiden var kontrollrummet ett litet apparaturrum, vanligen placerad i hörnet av studion och oftast akustiskt obehandlat.

Vi kan idag fortfarande hitta sådana rum i operahus, teatrar och konserthus. Dessa rum är oftast till för inspicienten som har huvudansvaret för den tekniska utrustningen.

Under denna tid var det ofta hängivna tekniker som gjorde allt själva. De akustiska justeringarna grundades främst på vad deras öron uppfattade. Akustisk mätutrustning var mycket sällsynt samt inte tillgänglig. De fanns främst på akustiska laboratorier.

Dåtidens absorber var perforerade plattor av trä eller fiberplattor med hål borrade i olika mönster. Bakom dessa fanns mineralull. Dessa absorber var vanligtvis absorberande i mellanregistret och i högre frekvenser. Konstruktionen är sällan verksam under 125 Hz (vilket ännu i dag är standard i byggakustiska konstruktioner). Detta innebär att den lågfrekventa efterklangstiden, mer eller mindre är okontrollerad.

Här följer några milstolpar inom de akustiska förändringar som genomförts från mitten av 60-talet.

1965 – 1967

Trumset- och basplattformar isolerades från studios bjällklag med spiralfjädrar. Användningen av lövträ på studioväggar och golv infördes. Mattor på studiogolv installerades. Isobås byggdes.

1969 – 1970

Kontrollrum började byggas i jämnhöjd med studiogolvet. Man började använda sig av akustiska membraner (ljudfälla eller Bass Trapp).

Öppna studioburor (dämpning 24 dB/SPL 90 Hz) konstruerades och byggdes.

1972 – 1982

Hidley designade och byggde det första quadraponic mixkontrollrummet.

1983 – 1989

Det första nonmiljö-kontrollrummet byggdes. Man installerade en betongomgiven monitor i eget bjälklag i väggen. Man gjorde en betongfyllnad av monitor i bjälklaget med vägginramning. Det infördes tjocka filter för kontrollrum och studio för bättre lågfrekvensreglering. Utvecklades gjorde också tio hertz Infrasonic-designade kontrollrum.

1991 – 1998

Användning av tre hertz fjäderdämpade rumsisoleringar (i samarbete med Thomas Rast). Studios brusnivå och klimatanläggningsbuller bestämdes att i drift vara 10 dBA (från fyra hertz) för Infrasonic-studio/-kontrollrum.

Kontrollrummets betydelse för slutresultatet

Man bortser ibland från att ett kontrollrum har flera funktioner. Dels är kontrollrummet det verktyg som, tillsammans med högtalarna, ska hantera eller auralisera ljudteknikerns och/eller producentens insatser i den kreativa processen för en ljudproduktion. Men kontrollrummet bör också efterlikna akustiken i de genomsnittliga lyssningsmiljöer som slutprodukten skall spelas i.

Rummet är den del av din ljudanläggning som tillför flest fel. Det är viktigt att man inte snålar med kunskap, samt de ekonomiska resurserna vid byggandet. Att spendera mycket pengar på ett par monitorer utan att göra något åt rummet kan vara bortkastade pengar. Rummet är den svagaste länken, och medverkar till att du inte får utbyte av dina dyra högtalare. Hur stor inverkan har då lyssningsrummet på ljudet? Jo, rummet kan tillföra amplitudavvikelse på +/-15 dB eller mer, som dessutom innebär tvära kast mellan förstärkning och försvagning vid olika frekvenser. Högtalare är mer jämna i detta avseende.

Rummets efterklangstid måste vara kortare än det inspelade materialet för att kunna särskilja klangen från inspelningssituationen. Lyssnar du på en bastrummas kick i två olika kontrollrum, ett rum med och ett rum utan tillfredsställande absorption av låga frekvenser så får du två mycket olika lyssningsuppfattningar just beroende på efterklangen.

Den tidiga efterklangstiden är kanske det

Ett LEDE-rum ger dig följande

Djup, bredd, höjd och enskilda utplaceringar av instrument blir betydligt tydligare än tidigare. Ljudets tidsmässiga förhållanden blir tydligare än tidigare.

Precisionen i ljudbilden ökar, individuella ljudkällor blir punktformiga. Basen blir tajt, torr, snabb, djup och nästan skrämmande kraftig jämfört med tidigare. Dynamiska kontraster i basområdet som tidigare inte kunnat uppfattas hörs nu. Ju mer bas man absorberar, desto mer bas kommer att höras.

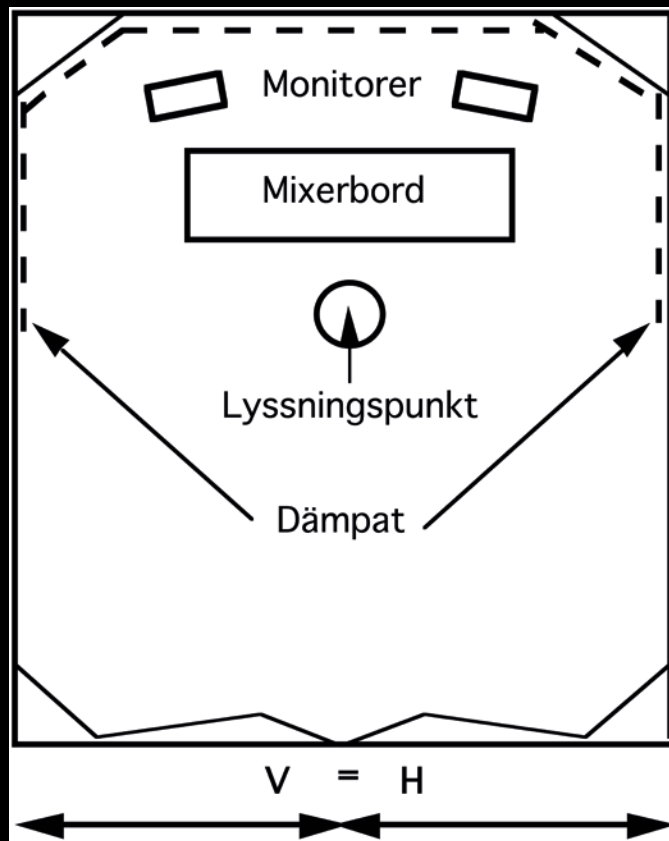
Först kan det tyckas att man har tappat stereobredd, men det är för att man inte längre

har en väggreflex som lägger till en extra virtuell ljudkälla vid sidan om högtalarna. På musik, inspelad med rätt mikrofonuppställning sträcker sig dock ljudbilden djupare och längre ut åt sidorna än någonsin. Detta innebär konkret att man fått ett större dynamikomfång. Små detaljer kommer att höras bättre när de inte längre dränks i starkare ljud och efterklang. Stora dynamiska utbrott kom-

mer också att komma mer till sin rätt. De allra flesta lyssningsrum har sin allra största påverkan från cirka sextio hertz upp till femhundra hertz, vilket kraftigt färgar instrument och mänskliga röster. Dessa kommer nu låta betydligt mindre svullna och mer naturliga. Man märker skillnaden genom att röster plötsligt låter helt naturliga i LEDE-rummet. Det fungerat utmärkt både för samtal och för musiklyssning.

En ny generation av kontrollrum

På tidigt 60-tal var Tom Hidley engagerad i att bygga nya studior för de stora skivbolagen. Kontrollrummen var avsedda för de som hade skarpa öron för akustik. Det finns lite publicerat om hans designidéer, men desto mer om hans affärsidéer. Hans idé byggde på att många kontrollrum borde låta lika. Då skapas möjligheten att kunna skicka inspelningar till varandra runt om i världen och ändå få samma lyssningsupplevelse som där det spelades in. Hidleys tolk-



ning av ljudbilden realiserades i en serie av kontrollrum med följande gemensamma drag: Absolut symmetri längs ett mittplan i rummet för att skapa en stabil stereobild, inga reflektioner som kommer från den bakre väggen, inga reflektioner som kommer från taket, högtalarna inbyggda i och fästa tillsammans med den främre väggen i rummet, och en kort efterklangstid i kontrollrummet ner till de låga frekvenserna (63 Hz-oktavband).

Det senare har redan nämnts av designers som Bill Putnam och Mike Rettinger, och detta kan vara den enskilt viktigaste akustiska parametern i ett kontrollrum. Av oklara skäl rekommenderades tidiga reflektioner tillsammans med det direkta ljudet från högtalare fram i rummet.

För att få så mycket ljudabsorption i ett så brett frekvensområde som möjligt, skapade Hidley sina berömda "basfällor" som består av delar av mineralull hängande vertikalt sida vid

▶

sida på en höjd på ungefär 2-3 meter. Effekten kan jämföras med effekten av de kilar mineralul-lsskivor som finns i en ekofri kammare. Kilarna skapar en impedansanpassning mellan luften och de akustiska gränserna för rummet, så att ingen, eller mycket lite, reflektion kommer tillbaks från de olika frekvenserna i rummet.

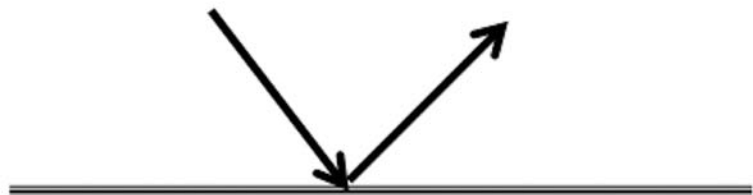
Kan vi bara kontrollera de fula basresonan- serna så ger akustiken ett mycket mer musik- aliskt resultat. Det är förbluffande hur lite äkta efterklang kan förgylla musik.

En märklig detalj är att Hidleys "basfälla" som absorberar, inte är särskilt effektiv vid låga frek- venser. Denna basfälla var aldrig dokumenterad genom akustikmätningar, kanske på grund av svårigheterna att göra laboratoriemätningar vid så låga frekvenser. Det började byggas en hel del Hidley-kontrollrum i världen och till och med i lilla Sverige. Studio Bohus i Kungälv som bygg- des 1976 är just en sådan konstruktion.

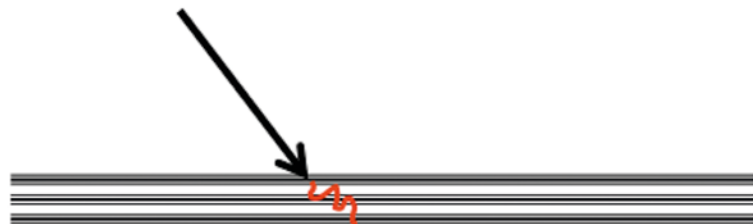
Tyvärr var inte Hidley-konstruktionerna så väl underbyggda som man borde önska så efter några år byggde de flesta studioägarna om allt eftersom. Även Studio Bohus. Varför? För att för- söka förstå detta måste vi gå tillbaka ett antal år till omkring 1978. På den tiden hade Hidley och hans företag Westlake Audio byggt en serie av mycket framgångsrika studiokomplex för stora kunder, både för fristående studioägare och stora skivbolag. Men med en ny och revolutionerande mätmetod som kallades Time Delay Spectrometry, dök en helt ny kontrollrumdesign upp, och allt har sedan dess förändrats. Senare lyckades George Lucas och Dolby skapa THX relaterade kontrollrum, en slags standard för mixning och uppspelning av film ljud. Mer om detta i senare artiklar.

LEDE-konceptet

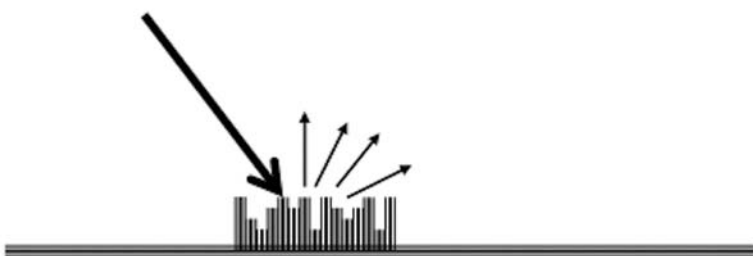
En av förklaringarna till att många inspelningar från 50-, 60- och början på 70-talet låter väldigt nära och torra, är de hårt dämpade kontroll- och inspelningsrum som användes. Detta upptäcktes tyvärr först då resultatet spelades upp i ett vardagsrum. Ibland var ljudet så horribelt att man var tvungen att göra om produktionen. Akustiken i kontrollrummet ledde alltså till att det var nästan omöjligt att bedöma klang och styrkebalans. Ljudteknikerns uppgift är ju bland annat att balansera och kompensera klangen så att det låter bra hemma hos lyssnaren. Detta förutsätter att akustiken i kontrollrum är så neutral som möjligt.



Reflexen träffar en hård yta varvid direktljudet får stöd, och då uppfattas som starkare.



Reflexen träffar en absorberande yta och dämpas bort. Varvid direktljudet får mindre stöd, och då uppfattas som svagare. Absorbentens konstruktion bestämmer vilka frekvenser som absorberas. Energin omvandlas till värme.



Reflexen träffar en diffusor som bryter upp ljudvågen och sprider den. Då minskar ljudets tryck på grund av att energin fördelas. Direktljudet får ett diffuserat stöd som av många uppfattas som mjukare.

Tidigare skulle ett kontrollrum vara ordentligt osymmetriskt. Idag gäller symmetrisk lyssning, vilket är uppenbart då all lyssning sker i stereo och man vill att vänster och höger högtalare skall låta identiskt. Därför måste ett kontrollrum vara identiskt lika på höger och vänster sida, räknat från en mittposition. Detta är anledningen till att kompressionstak introducerades. Kompressionstaket skulle ge bättre lyssningsbredd. Detta ersattes senare med så kallad tvådimensionell akustik, det vill säga, att man dämpade taket eller viss del därav maximalt. Fram till mitten av 80-talet gällde det att området kring högtalarna skulle vara försett med hårda och reflekterande ytor, gärna i något exotiskt stenmaterial, detta för att skapa tidiga reflexer hos ljudet.

Redan på 60-talet tillämpade man kunskapen genom att bygga mixningsrum enligt LEDE-konceptet (Live End – Dead End). Det tog dock tid innan konstruktionen etablerade sig. I och med att LEDE-rum etablerades, upptäckte man med all rätta att mycket tidiga reflexer från högtalarna gjorde mer skada än nytta.

LEDE-kontrollrum är i dag vanliga och har funnits i Sverige sedan slutet av 70-talet. Rum-

met är ekofritt från högtalaren till teknikerns öron. Den tidsskillnad som uppstår mellan det direktljud som når örat och de första reflexerna gör att man hör transienter tydligare. På så sätt kan man lättare avgöra kvaliteten på de olika ljud som kommer från högtalarna. Detta rum ger både en önskad tydlighet och en rumsklang. Egentligen borde det kanske heta "Dead End – Live End" eftersom det är kraftigt dämpat runt högtalarna, men akustiskt livligt och odämpat i motsatt ända. Vänster halva av rummet skall alltså vara lika med höger halva. Bakre delen av rummet bör vara konstruerat så att det diffuserar ljudet.

Konstruktiv och destruktiv interferens kan ske mellan direktljudet och det reflekterade ljudet från väggen bakom dig. Om väggen är tre meter bakom dig så kommer dess reflekterade ljud löptidsfördröjas cirka tjugo millisekunder (motsvarande sex meter). En frekvens vars våglängd motsvarar en period på tjugo millisekunder (ungefär femtio hertz) kommer då att resultera i att direktljudet och det reflekterade ljudet möts i fas och förstärker varandra i lyssningspositionen, det vill säga konstruktiv interferens. **mm**