



Om man ska göra en högtalare av ett exotiskt material tar man gärna till en exotisk form också. Det gäller ju att inte bara höras utan också att synas! Trälådor blir gärna just lådformiga. Eftersom betongen gjuts kan man ge den andra former än de konventionella, både av ljudmässiga och estetiska skäl.

Test av betonghögtalare:

BETONG BÄTTRE ÄN TRÄ?

Högtalare görs oftast av trä. Det är ett lätthanterligt och trevligt material. Bevisligen går det också att göra bra högtalare i trä. Men frågan är om det inte går att göra ännu bättre konstruktioner i ett tungt och akustiskt mera dött material? Några svenska tillverkare hävdar att så är fallet.

Av Bertil Hellsten

■ I det svenska landet finns tre etablerade företag som tillverkar högtalare av betong. Två av dem har startat som högtalartillverkare och har ett delvis gemensamt förflutet. Det är Rauna och Opus 3.

Deras gemensamma historia startade i början av 1980-talet i Rauna AB där Bo Hansson och Olle Neckman tillsammans tog fram betonghögtalare. Så småningom skildes herrarna åt, och verkar nu på var sitt håll, Bo Hansson tillsammans med Jan-Erik Persson i Opus 3 och Olle Neckman kvar med Rauna.

Det tredje företaget är äldre, men har bara gjort högtalare sedan början av förra året. Betong har man däremot gjort sedan urminnes tider. Företaget är Skanska.

Varför gör man då högtalare av betong? Ja, betong och betong. Ingen av tillverkarna vill egentligen kalla sina material för betong. De använder i stället olika materialblandningar som går att gjuta och forma som betong, men har annorlunda akustiska egenskaper.

I en högtalare ska vibrationerna

strålas ut från membranet. Det har noggrant kontrollerade akustiska egenskaper med jämn och fin frekvensgång, låg distorsion och väl avvägt spridningsområde.

Dessvärre sätter ofta membranet hela lådan i svängning, och det innebär att också lådväggarna agerar som membran. Men lådväggarna har inte alls lika goda akustiska egenskaper, och försämrar alltså ljudet.

Lägg handen på en spelande högtalare, och känn om den vibrerar! Det gör den nästan alltid, men vibrationerna bör vara så små som möjligt. Stora vibrationer ger färgning av ljudet och stör den precisa stereobilden. Mätmassigt kan de märkas som oroligheter i frekvensgången. I tidplanet kan man se vibrationer som "efterbullen"

Akustiskt död

Högtalarbetongen ska vara akustiskt död och vara svår att sätta i vibration. Om man knackar på höljlarna ska det inte låta resonant eller ihåligt. Det gör det ofta om en trälåda. Men det är skillnad på

Forts. sid 12

Vårt test av Chaconne Delta är snudd på repris. I nummer 12 av Elektronikvärlden 1986 provade vi högtalaren Chaconne, utan Delta. Chaconne Delta är en vidareutveckling där man framför allt ändrat formen på betongpelaren.

Ty en pelare är det. Och en rejält tung sådan. Vikten är ca 44 kg. Höjden är en dm mer än ett normalt matbords, eller knappt 90 cm. Mot sin tidigare namne Chaconne skiljer sig Deltamodellen främst genom att "pelarens" genomskärning uppifrån har en i huvudsak 3-kantig form med hörnen avfasade så att genomskärningen blir en oregelbunden sexhörning.

Formen är till för att minimera alla risker för stående vågor och därav följande färgning av ljudet.

En domdiskant på 25 mm och en 20 cm bas svarar för ljudalstringen. De sitter tätt på fronten, tillsammans med en framåtriktad basreflexöppning. Allsammans kan täckas av ett svart tyg som spänts på en trådram. Något märkbar påverkan från tyget har inte kunnat märkas.

Mindre övertygande

Liksom hos betongkollegan Balder finns här en mycket god återgivning av detaljer och perspektiv. Stereobilden är bred och väl definierad. Men perspektivet är inte riktigt lika övertygande här.

Det blir en nyans luddigare och rummet en storlek mindre. Inte så att en katedral krymper samman till ett garage, men lite naggad i kanten blir den. Och enstaka instrument eller röster kan flyta ut en aning i kanterna.

En puls återges i tidplanen något mera utdragen och "nedsmetad" än motsvarigheten hos Balder. Förloppet när pulsen klingar ut är också lite anorlunda. Här får man en sammanhängande "energiskugga" efter själva pulsen, medan man hos Balder fick mera diskreta reflexer eller efterslingor. Man kan också se att det är tätare mellan de reflexer eller ringningar som finns.

Likväl placerar sig en solist tydligt framom musikerna i en bra inspelning. Om man blundar kan man knappast peka ut själva högtalarna som akustiskt sett försvinner ur rummet.

Den tonala balansen är ännu mera invändingsfri. Basen hänger med långt ner, mjuk och rund men ändå inte överdriven eller odistinkt.

Låg bas som känns mer än hörs,

Högtalarelementen sitter tätt monterade på en avfasad baffel som är vinklad något snett uppåt. Alla element sitter osymmetriskt i förhållande till baffelns kanter, vilket minskar riksen för kantreflexioner.

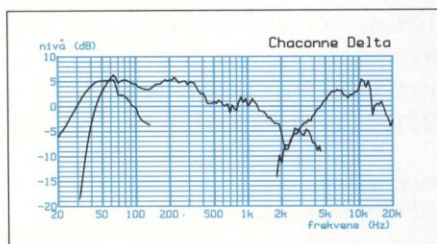
Chaconne Delta:

Tungviktare med stort register

Chaconne Delta bjuder på en något luddigare nyans i perspektivet jämfört med Balder. Men återgivningen av detaljer är mycket god och stereobilden är bred och väl definierad.

finns med i musiken också vid mycket högt ljudtryck. Inget besvär med att lågbasen ställer till problem med för stora konutslag och oljud av den anledningen.

Enligt mätningarna skulle återgivningen gå ned till ca 30 Hz med god amplitud, och det är i så fall aktningsvärt. Det motsägs inte heller av örat.

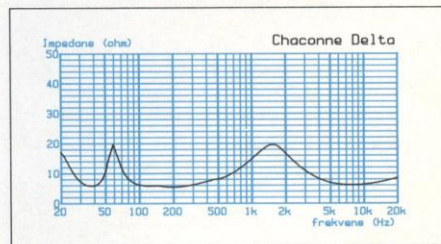


Frequensgång elementvis på 10 cm avstånd. Återgivning är ganska rät ända ned till ca 30 Hz, vilket låga värde också bekräftas av lyssningen.

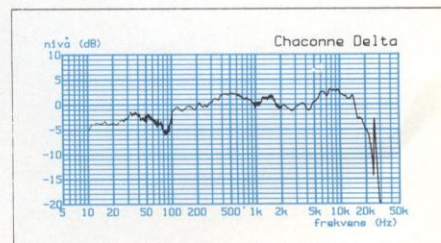


Alltid rent ljud

Här finns ingen tendens till grumligt ljud ens vid kombinationen av starka ljud och låga frekvenser. Det gör att man får full utdelning av all slags musik, även sådan med stor dynamik och starka partier som också innehåller lågfrekventa fenomen. I alla lägen står både



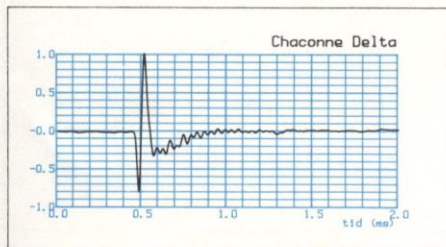
Impedans vid olika frekvenser. Lägsta impedans finns vid ca 200 Hz och är ca 4 ohm. Det är ett relativt lågt värde som ställer vissa krav på att förstärkaren ska kunna ge stor ström.



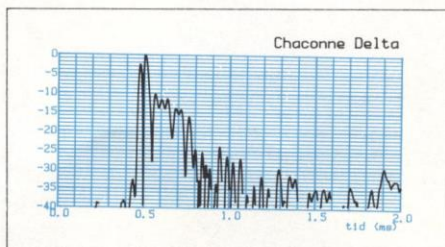
Frequensgång upptagen före rumsreflexer (se inledande text). Ett jämnt och städat förlopp med ett brant fall över 15 kHz.



Chaconne Delta har en komplicerad form med avfasningar åt alla möjliga håll. Allt är till för att minska risken för stående vågor i kabinetet. Av bilden kan man också sluta sig till att Chaconne Delta är den mest omfattande, och därmed tyngsta, av testets högtalare. Den väger ca 44 kg.



Återgivning av en smal spik. Svaret är snyggt och symmetriskt, men uppgången från underslängen efter toppen sker något långsammare än hos Balder.



Återgivning av smal spik, här med logaritmisk Y-axel. Figuren visar därmed angiven energi som funktion av tiden. Här syns tydligare hur signalen avklingar efter toppen. Efterslängarna bakas här samman till en sammanhängande massa, men är bara obetydligt större än hos Balder.

perspektiv och klang rena och naturliga.

Men högtalaren klarar också höga ljudtryck på mera måttlig lågfrekvent bas. Diskodunk av häftigt slag ger stor verkan. Så småningom når man en ganska tydlig gräns som inte kan överskridas. Den nås ganska tvärt och smyger inte igång en långsam förvrängning när man ökar ljudtrycket. När baselementet väl når sitt maximum slår det bara bestämt i botten utan att spräcka den övriga musiken i alltför hög grad.

Det är svårt att hitta register som sticker upp eller fattas. Möjligen märks ibland en viss övervasshet som kan höras som en ringande svans på vissa ljud i övre diskantområdet.

Frekvenskurvan är också städad i diskanten med bara små ojämnheter och ett kontrollerat fall över ca 15 kHz.

Den låga basen kan ibland bli en smula övertung och tappa balansen. Vid vissa inspelningar föreföll Balders bas mera väl definierad, i andra basen från Chaconne Delta.

Impedansen blir ca 4 ohm som lägst, vid 200 Hz. Det kan sätta förstärkare och kablar på prov. För att ge stor momental effekt måste alltså förstärkaren kunna ge stor ström. Likaså bör kablarna vara väl tilltagna för att inte dämpa vissa register.

Chaconne Delta är en mycket väljudande högtalare, med en orubblig balans i alla register vid alla nivåer. Den är också mycket detaljerad och ger ett fast perspektiv. Det senare dock inte lika imponerande som hos Balder.

Pris ca 6 000 kr

Skanskas Cheops är byggd som ett 2-vägs basreflexsystem, liksom de andra högtalarna i testet. Vikten är ca 30 kg; märkbart lägre än både Balders och Chaconnes. Också formen skiljer sig avsevärt. Här har man alltså gjort en pyramid, icke helt liksidig, med framsidan i två avsatser.

Basen sitter underst och består av ett 15 cm element. Det sitter en 20 mm domdiskant. Basreflexöppningen är riktad nedåt.

Den 3-kantiga formen gör att det helt saknas parallella väggar, och därför bör det finnas förutsättningar för små interna fenomen i pyramiden, eller lådan om man så vill.

Den stora fördelen med att bygga högtalare av betong ska vara ostörd återgivning av små ljud. Det ska i sin tur ge perspektiv och dimension åt ljudet.

Så fungerar det också med Cheops, men inte invändningsfritt.

Problem med golv

Högtalaren är avsedd att stå på golvet. Där blir avståndet från baselementets centrum till golvet ca 27 cm. Diskantelementet hamnar ca 45 cm över golvet. Delningsfrekvensen är uppgiven till 2 kHz, men förefaller att ligga högre; vid drygt 3 kHz.

Alla frekvenser under delningsfrekvensen kommer alltså från det undre elementet, tät intill golvet. Detta ger en tydlig reflex i golvet om det inte är mycket väl dämpat. Våra mätningar visar en snygg reflex ca 1 ms efter huvudpulsen. Mätningen är gjord på ett trägolv som delvis är täckt med en trasmatte.

Med en mjukare och större matta sjunker reflexen i amplitud, men försvinner inte helt.

Det gör den däremot om man pallar upp hela högtalaren på stolar, vilket vi gjorde för jämförelsens skull. Då försvinner reflexen helt, och de språng i frekvenskurvan som bildas av reflexer utjämnas också.

Av detta drar vi slutsatsen att det inte alltid är lämpligt att sätta en högtalare som strålar så höga frekvenser så nära golvet. En slutsats som många dragit före oss. Dock ej Skanska.

Men också med högtalaren uppställd ovanför golvet finns det rätt mycket "efterbuller" från höljet. Det syns bäst i tiddiagrammet med dB-skala. Om man knackar på Cheops hölje hör man också en tydligare resonans. Materialet är alltså inte så väl dämpat som de andras, och ger därmed bullertillskott. Också det förtar en del av den

Två element står för ljudet hos Cheops. Båda är ganska små till storleken; en 15 cm bas och en 20 mm diskant. Till dem kommer en basreflexöppning som är riktad nedåt, emellan högtalarens tre fötter.

Cheops:

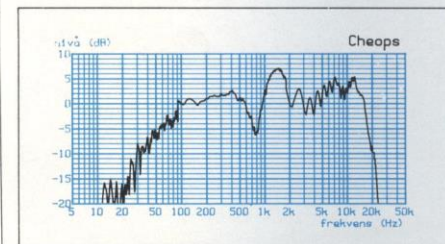
Pyramid med problem

Cheops, härskare över Egypten, byggde sig en pyramid på 147 m. Skanska Prefab har nöjt sig med drygt 50 cm. Så är inte heller målsättningen densamma. Inne i den egyptiska pyramiden skulle allt vara stillhet och tystnad. I Skanskas Pyramid ska det i stället råda liv och musik.

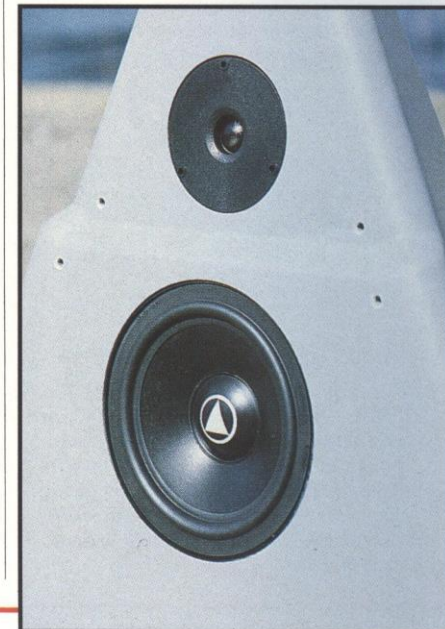
rumsliga skärpan, och ger en del färgningar i ljudet.

Innan vi började boka upp högtalarna på stolar och göra våld på den naturliga placeringen så lyssnade vi i originalposition.

Och vi fann att även Cheops har sina förtjänster i att kunna återge små ljud med en viss precision. Och därmed åter skapa luft och rymd i ett musikaliskt framförande.

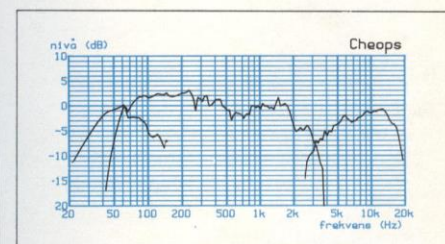


Frekvensgång upptagen före rumsreflexer (se inledande text). Däremot finns reflexer från golvet med, och den reflexen ger språnget vid ca 1 kHz. Om högtalaren höjs från golvet försvinner ojämnheten.

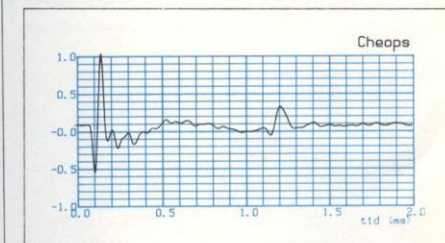


Men förmågan var märkbart klenare än hos Balder och Chaconne Delta. Det finns djup i rummet, och möjlighet till placering av instrument där de hör hemma, men förmågan är ingalunda imponerande. Enstaka röster flyter också gärna ut och simmar, stora och rumsligt uppblåsta, mellan högtalarna. Den precisa lokaliseringen blir svår.

Djuperspektivet blir lite ostabilt och kan t o m tippa och bli bakvänt: När en

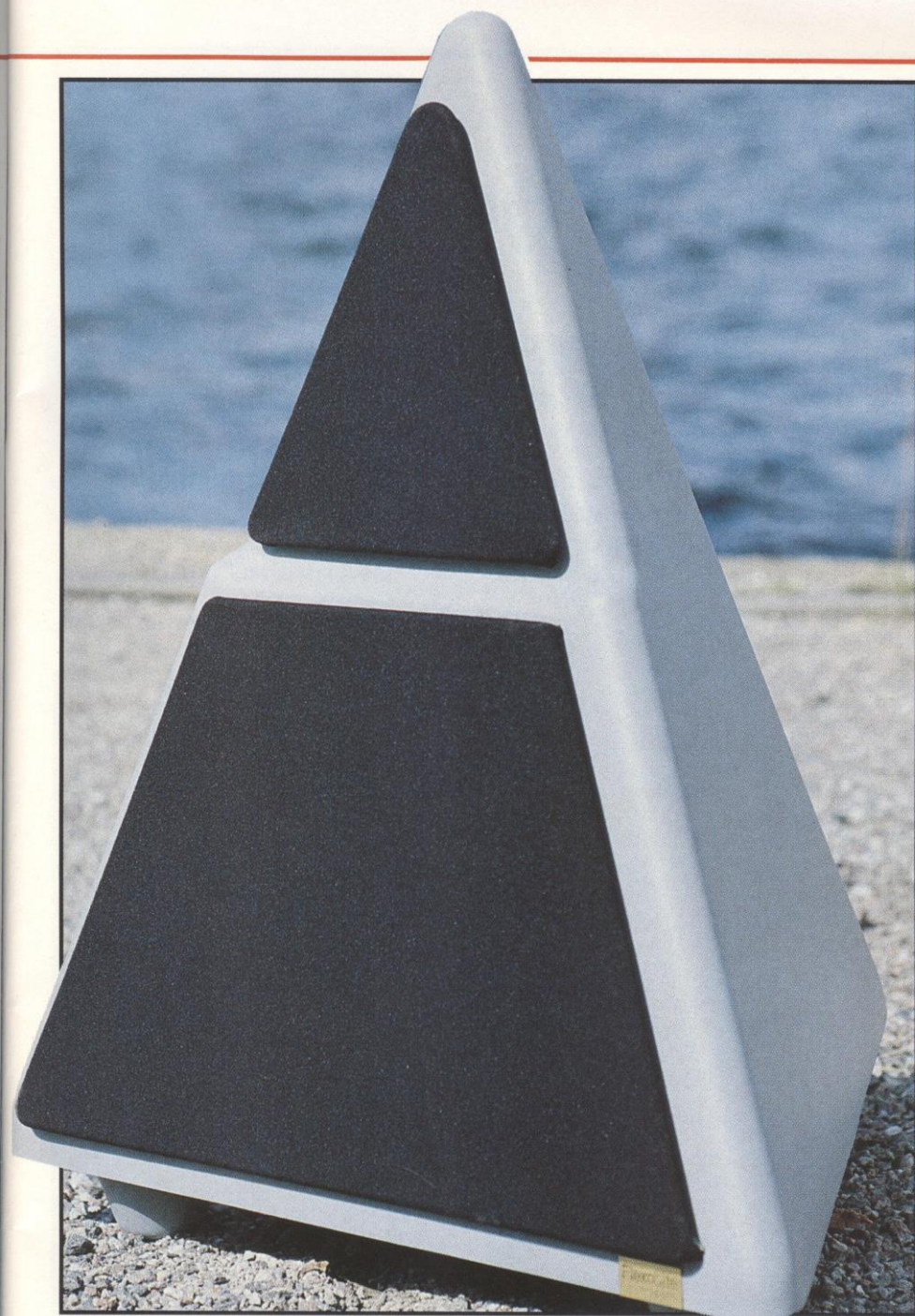


Frekvensgång elementvis på 10 cm avstånd. Under ca 40 Hz har återgivningen sjunkit kraftigt. I realiteten upplevs knappast återgivningen riktigt lika basduglig.

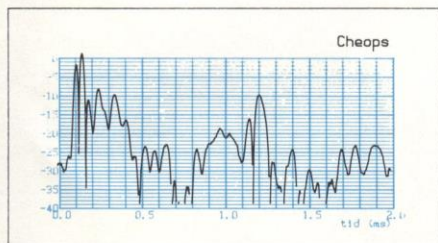


Återgivning av en smal spik. Svaret är till att börja med rätt snyggt och symmetriskt, men en tydlig reflex från golvet 1 ms efter toppen påverkar ljudet.

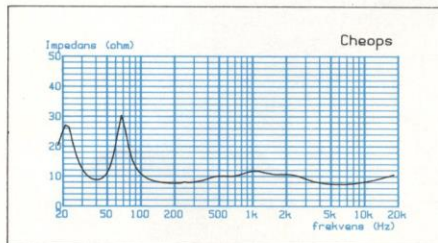
Pris ca 7 000 kr



Cheops-pyramiden från Skanska Prefab har ett spanande utseende, och är förmodligen också rationell att tillverka. Det innebär dock vissa risker att placera högtalarelement så nära golvet.



Återgivning av smal spik, här med logaritmisk Y-axel. Figuren visar därmed angiven energi som funktion av tiden. Här syns tydligare hur signalen pågår under en ganska lång tid efter toppen, och inte bara i den isolerade reflexen vid 1 ms. Om man höjer högtalaren från golvet försvinner den tydliga reflexen, men en hel del "efterbuller" finns ändå kvar.



Impedans vid olika frekvenser. Lägsta impedansen finns vid ca 7 kHz och är ca 5 ohm. Vid lägre frekvenser, där de största effekterna förekommer, är impedansen något högre men fortfarande ganska låg. Högtalaren är ingen snäll last och ställer höga krav på såväl stärkare som kablar.

solist annars stod framför orkestern kunde hon plötsligt hamna i bakgrunden bland dem, och förefalla vandra fram och tillbaka. Lite grand berodde detta på hur man placerade sig i förhållande till högtalaren.

När vi hade mätt och sett reflexen i golvet så höjde vi upp högtalarna på stolar, och fann då att rumsverkan blev markant bättre!

Men blev mindre bra. Den låga basen behövde hjälp av golvet för att komma fram.

Det är alltså ingen användbar lösning att hissa upp högtalarna, men visar att golvplaceringen dessvärre stör återgivningen på ett dåligt sätt.

Det går att hjälpa upp det hela genom att lägga mjuka mattor på golvet, men bäst ljud i perspektiviskt avseende fick vi med högtalaren 60 cm upp i luften.

Och så har inte tillverkaren tänkt sig det hela.

Varm bas

Om man placerar pyramiden på golvet får man däremot en fyllig och varm basåtergivning. Mätningarna säger att återgivningen är bra ned till ca 40 Hz, men det intrycket får man inte riktigt av lyssningen. Den lägsta basen verkar stum och kort, men framför allt liten och ljus. Förmodligen sker dubblingarna här som förtar den korrekta basupplevelsen.

I de övre registren finns en viss vasshet.

Sammansatt musik med många instrument och hög nivå accentuerar den och är en påfrestning för högtalaren. Resultatet blir gärna en viss skränighet som gör ljudet mindre njutbart. Om det dessutom finns djup bas med i anrättningen blir ljudet ganska skrälligt och föga njutbart.

Musiken klipps och distorderas alltså mycket tydligt vid höga ljudtryck. Mycket låg bas ger också snabb klippning. Mera högfrekvent dunkabas, runt 100 Hz, är lättare att handskas med. Här kan högtalaren åstadkomma ett ganska ordentligt ljudtryck.

Även vid måttligare nivåer blir klangen gärna torr och lite kantig.

Impedanskurvan går ned till 5 ohm, men gör det vid höga frekvenser; runt 7 kHz. Vid lägre frekvenser är impedansen bara obetydligt högre. Därför ställs det krav både på förstärkare och kablar. Hos enkla kablar stiger ofta förlusterna vid höga frekvenser, och det kan accentueras av den låga impedansen. Grova kablar av hög kvalitet, alltså!

Cheops är en högtalare som inte håller samma mycket höga klass som Balder och Chaconne Delta. Här finns brister både i klangligt och rumsligt hänseende. Det finns många högtalare av trä som är bättre.

Högtalaren är gjuten i specialbetong, mäter drygt 90 cm över golvet och väger ca 36 kg. Formgivningen för tankarna till ett ubåtsperiskop. Bestyckningen är två 15 cm basar med en 25 mm diskantdem emellan. Diskanten är förlagd i ett litet horn.

Tillverkaren har lagt särskild vikt vid att hålla den framåtriktade ytan runt högtalarna så liten som möjligt. En stor plan yta kan ge reflexer, och kan dessutom stråla energi om lådan vibrerar. Här ska inte lådan svänga med, men man har ändå hållit ytan så liten som någonsin möjligt.

Sålunda sitter de båda basarna på minsta möjliga yta som smalnar av i mitten där diskanten sitter. Det ger Balder det speciella utseendet som kan påminna om periskop eller pollare.

Elementen täcks av ett metallgaller som åtminstone i vårt testexemplar hade tveksam passform.

Båtventil, U-båtsperiskop eller pollare? Balder kan väcka visst uppseende redan genom sitt utseende. Men också dess musikaliska kvaliteter är anmärkningsvärda. Framför allt ger högtalaren en utomordentlig, närmast pedantisk, återgivning av musikens rymd och perspektiv.

Balder är, liksom de övriga betonghögtalarna i testet, en 2-vägs basreflexkonstruktion. Här använder man två ganska små element i basen. Lösningen med två element bidrar till att hålla frontytan på högtalaren liten.



Balder:

Betongpelare med perspektiv

Balder var son till Oden, och är mest känd för att ha blivit ihjälskjuten med en mistelpil. Men Balder är nu också en högtalare från Rauna. Konstruktionen är alldeles ny och blev klar just innan vår lyssning började.



Ljudmässigt har vi svårt att höra några skillnader med och utan galler.

Tittar i kors

Konstruktionen är avpassad så att högtalarna ska stå och "titta i kors" så att lyssnaren sitter ca 15° från en rät vinkel mot högtalarfrontens yta. Om man riktar högtalarna helt rakt blir diskanten för vass. Anledningen till att man ska rikta högtalarna "inåt" 15° och inte "utåt" (att alltså ställa dem mera parallellt) är att man på det viset får en större användbar lyssningsyta.

Högtalarens bästa hörbara egenskap är en enormt väl definierad och detaljrik återgivning. Små ljud återges rätt i tid och rum. Det är en egenskap som kräver bra inspelningar för att komma helt till sin rätt. I moderna mångkanal-mixar finns egentligen inget rum att återge, men tack vare detaljrikedomen blir återgivningen ändå mycket levande påträngande verklig.

Mänskliga röster är det svåraste att återge i den här vägen. De flyter gärna ut i obestämd utsträckning. Här hålles även röst samman till en definierad ljudpunkt; en i rummet närvarande mun som sjunger.

Detsamma gäller också om flera röster sjunger: De individuella sångarna uppgår inte i någon gemensam högre tillvaro utan lever sina egna liv och berikar därmed helheten.

Kittlar örat

En soloröst framför en orkester kan nästan komma så verkligt nära att den kittlar i örat.

Basen kan bli en smula bullrig om man ställer högtalaren alltför nära en vägg. Om man flyttar fram den någon meter blir balansen något bättre, och även perspektivet som annars kan störas av reflexer från en alltför kal vägg.

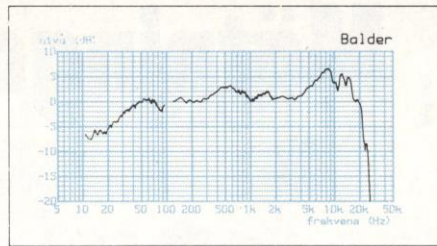
Den lilla bullrigheten i basen gäller dock relativt högfrekvent sådan. Den allra lägsta basen är i stället undertryckt och kommer inte fram i full storlek.

Närfältmätningen i basen visar att återgivningen börjar försvinna för gott under ca 50 Hz.

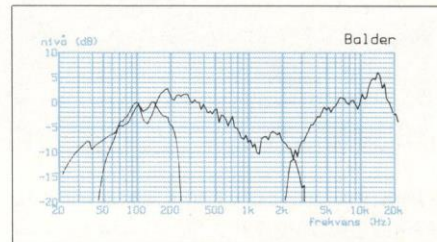
Inte heller diskanten är alldeles invändningsfri. Det ringer och visslar gärna en aning om höga diskantljud som vispar och kraftiga s-ljud. Detta gäller även om man vinklar högtalaren så som konstruktören tänkt sig.

Om man mäter 15° från axeln på ett par meters avstånd får man ett märkbart lyft i diskanten, mellan ca 6 och 15 kHz. Puckelns höjd är ca 5 dB. Förloppet är också ganska oroligt. Mäter man närmare vinkelrät axel blir höjningen ännu större.

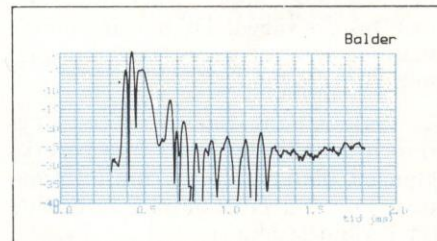
Mellanregistret är något nasalt på ett sätt som visserligen kan öka närvarokänslan och lyfta fram en solist, men



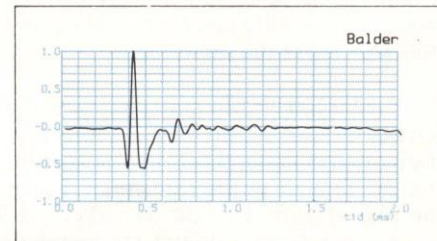
Frekvensgång upptagen före rumsreflexer (se inledande text). Mest märkbart är här att diskantelementet ger ca 5 dB högre nivå än resten, samt att det ger en viss ojämnhet runt 10 kHz.



Frekvensgång elementvis på 10 cm avstånd. Återgivningen faller brant under ca 50 Hz. Också här finns toppen med i diskanten, men den ser annorlunda ut på så här nära håll, beroende på att mätmikren nu praktiskt taget sitter i diskantens hornmynning.



Återgivning av smal spik, här med logaritmisk Y-axel. Figuren visar därmed avgiven energi som funktion av tiden. Här syns tydligare hur signalen avklingar efter toppen. Efterslängarna består mest av tydliga reflexer som inte flyter ihop till en sammanhängande störning.



Återgivning av en smal spik. Svaret är snyggt och symmetriskt med ganska snabb uppgång efter själva toppen.

också ge rösten en något hård klang, speciellt om många röster sjunger samtidigt, i kör.

Också starka crescendon av orkestermusik har en tendens att grumlas sam-

man. Inte i stereoperspektivet, där hålls de fint på plats, men det verkar tillkomma grumlande distorsion som får musiken att bli vass och oskön. Men detta gäller vid lyssning på mycket hög nivå.

Olika basar

Speciellt är det mycket lågfrekvent bas som tenderar att slå sönder ljudet om den finns med.

Mera högfrekvent bas hanterar den mera tveklöst bra. Där kan man i praktiken dra på "hur mycket som helst" utan att det låter illa. Men om man i stället försöker återge mycket stora bastrum-mor eller orgeltoner så spricker ljudet gärna på ett lömskt smygande sätt.

Över huvud taget är klangen aningen "gräll" på ett sätt som kan sätta liv i en lite dov och slätstruken inspelning, men också överdriva en som är färgrik och storlagen i sig.

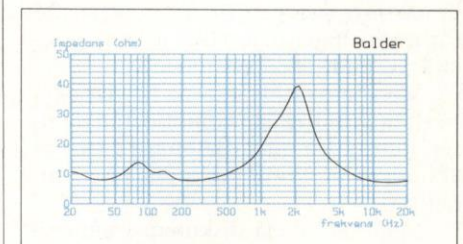
Analys av återgivning av en enstaka pul visar att de inre reflexerna och vibrationerna är små och diskreta. Det bildas inte något sammanhängande muller när man lägger på pulsen. Signalen hålls alltså väl samman och är förhållandevis symmetrisk.

Detta visar på god transientåtergivning i ordets bästa bemärkelse: Återgivningen är snabb, och alla frekvenser i språnget håller samman.

Impedansen går aldrig under 7 ohm. Det är högt värde och innebär att förstärkaren inte behöver ha några speciellt märkvärdiga egenskaper för att locka fram ljudet på rätt sätt ur högtalaren. Ej heller blir valet av högtalarkablar extremt kritiskt.

Balder är en mycket bra högtalare som framför allt tar fram mycket små detaljer och perspektiv på ett suveränt sätt. Men denna förmåga vore rätt värdelös om den inte åtföljdes av en musikalisk och naturlig klang. Det gör den här. Men det hindrar inte att det finns en del smärre invändningar både mot vissa register och renheten vid höga nivåer.

Pris ca 7 500 kr



Impedans vid olika frekvenser. Lägsta impedansen finns vid ca 200 Hz och är ca 7 ohm. Det är ett relativt högt värde som gör det enkelt för förstärkaren att driva högtalaren. Den är en snäll last.

Forts. från sid 5

betongmaterialen också. Cheops visade sig "klunga" mycket mer än de andra om man knackade på den.

Men det gör också konventionella trähögtalare, och oftast i ännu högre grad.

En mindre högtalare från Opus 3 heter Capella. Den är också gjord av betong. För att utröna hur trä och betong skiljer sig har tillverkaren låtit göra ett exemplar med exakt samma utförande i trä.

Med avancerad 2-kanalig FFT-analys har man sedan mätt vibrationer i betonglådan respektive trälådan. Mätningar gjordes hos Brüel & Kjær, och Elektronikvärlden var närvarande.

Resultaten förefaller helt över övertygande. Vibrationerna i betonglådan minskade med upp till 30 dB, jämfört med träet. Det kunde ses i både tid- och frekvensplanet.

Ändå är vi inte helt övertygade om att betong är enda sättet att få en vibrationsfri högtalare. Problemet är ingalunda nyupptäckt, utan alla konstruktörer ägnar det naturligtvis stor uppmärksamhet.

Att fylla dubbla väggar med sand var en gångbar lösning för ett par decennier sedan. Högtalare av metall har förekommit, liksom sådana av marmor. Även helgjutna plastmaterial går att få med goda egenskaper, som mycket påminner om betongens, men med lägre vikt.


Ofrånkomligt trämaterial

Vissa tillverkare påstår att trä är ett bättre material eftersom musikinstrument ofta är gjorda av trä. Det är nog en tveksam slutsats eftersom musikinstrument ska forma en egen klang medan högtalaren ska vara helt neutral.

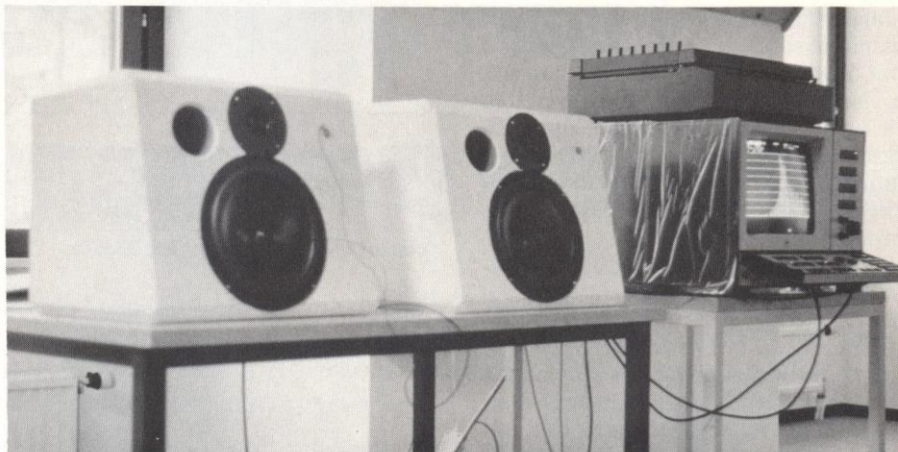
Detta hindrar inte att det finns alldeles utmärkta högtalare gjorda av trä i en eller annan form. Också en bra trähögtalare är ganska död om man knackar på den. Genom att utgå från att träet vill röra sig och leva, så kan man få en ganska styv och dämpad konstruktion också med trä.

Därför är jämförelsen mellan Capella i trä och betong inte helt rättvisande. Konstruktionen är inte optimerad för trä, och ger helt naturligt inte optimalt resultat i den versionen.

Men betongtillverkarna hävdar också att man aldrig kan komma ifrån rörelser inuti själva träet. Betongen däremot är homogent styv och dämpad på ett annat sätt.

Man kan alltså diskutera fram och tillbaka om betongens företräden. I öronen gäller ändå bara musiken. Och där visar sig åtminstone Balder och Chaconne Delta ge mycket förnämliga resultat. De båda har lite olika karaktär, men är mycket bra. Och det är nog bara delvis betongens förtjänst. 

Mätningar i tiden



Den frekvenskurva som visas för högtalarna är upptagen på ett lite speciellt sätt. Tidigare har vi svept frekvensgången i lyssningsrummet. Nu påför vi i stället en smal puls, med ett bredbandigt spektrum, och gör en FFT-analys på svaret.

Det ger samma resultat som en svept mätning. Här har vi emellertid möjlighet att mäta under en kort tid, innan några reflexer hinner fram från rummets tak och väggar. Därmed får man en mätning som mera motsvarar hur örat uppfattar ljudbilden.

Reflexer som kommer relativt långt från originalljudet anses inte påverka klangen, utan bara ge en rumsinformation. I det här fallet alltså information om lyssningsrummet.

Tidigare reflexer påverkar däremot klangen mera direkt. Genom samarbete mellan Elektronikvärldens FFT-analysator och mät dator (HP 3561 respektive HP Integral) kan vi ta bort reflexer i önskad utsträckning. Vi har valt att mäta under 4 ms ned till 100 Hz. Det motsvaras av en sträcka på ca 1,4 m. För att få tillräcklig upplösning har området från 100 Hz till 50 kHz delats i två delar, och här görs alltså två mätningar.

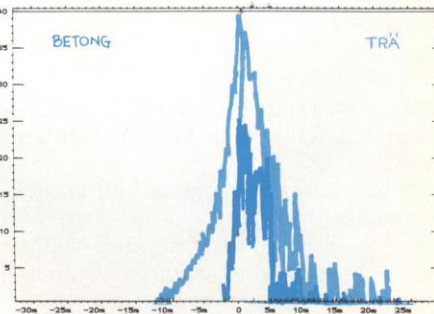
Nedåt 100 Hz blir mättiden egentligen lite för kort för att ge exakt information, men vi mäter ändå med så kort tid för att få med så lite rumsreflexer som möjligt.

Mellan 5 Hz och 100 Hz mäter vi svaret under 60 ms. Under den tiden kommer en hel del reflexer från rummet, och mättiden är ändå lite för kort. Det behövs ett större rum för att mäta vid de lägsta frekvenserna. Det som visas allra längst ner i basen ska alltså inte tillmätas så stor betydelse på denna kurva.

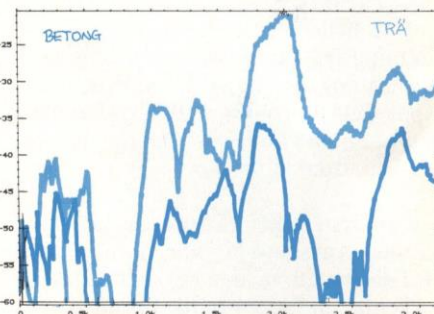
Vid låga frekvenser får man mera relevant information av den svepte mätningen på litet avstånd från högtalaren.

Den stumma betongen ska kunna ge mindre vibrationer än trä. Det framgick av denna mätning som är gjord hos Brüel & Kjær i Sverige. De två högtalarna är identiskt utformade, den ena i trä och den andra i betong. På vardera lådan sitter en liten accelerometer som är kopplad till en FFT-analysator.

Instrumentet mäter alltså vibrationer i själva lådan vid en känd insignal till högtalarelementet.



När en mätpuls läggs på högtalarelementet kommer högtalarens hölje i dallring. Här visas hur de båda materialen vibrerar. Trähöljet vibrerar med en större amplitud. Svaret i betonglådan är ungefär likadant, men energitoppen ligger ca 15 dB lägre.



I frekvensplanet ser man också att vibrationerna är ungefär lika i de båda materialen, men med betydligt lägre amplitud i betongen. Vid vissa frekvenser blir skillnaden upp emot 30 dB, för att försvinna alldeles vid andra.