

## Romakustikk i Norge.

Foredrag ved Norsk Akustisk Selskaps 50-års jubileumsmøte Oslo 1.04.05

*Professor emeritus, dr.ing. Asbjørn Krokstad*

	<1930	<1957	<1967	<1991	>1991
<b>Epoke Era</b>	<b>Før-akustiker</b> <i>Pre acoustician</i>	<b>Absorpsjonens</b> <b>(Room acoustic</b> <b>quality = Area</b> <b>of perforated</b> <b>panels)</b>	<b>Vifteformen</b> <i>s</i> <i>Fan-shape</i>	<b>Skoeskens</b> <i>Shoe-box</i>	<b>Halmrasts</b>
<b>Produkt Aktivitet</b>	<b>Lôkale(t)</b> <i>(village hall)</i> <b>Bedehus</b> <i>(Little Bethel)</i> <b>Kirker</b> <i>(Churches)</i>	<b>Kinoer</b> <i>Cinemas</i> <b>Vifteform,</b> <b>“tørr”</b> <i>(Fan-shaped,</i> <b>“dry”)</b>	<b>Kinoer</b>	<b>Flerbrukssaler</b> <i>Multi-use</i>  <b>“Norsk</b> <b>standard”</b> <b>samfundshus</b>	<b>Akustiske krav</b> <b>1.prioritet</b> <b>Romformer</b>
	<b>Frimurer-</b> <b>loger</b> <i>Masonic</i> <i>lodges</i> <b>Aulaen(Oslo)</b>	<b>Radio studioer</b> <b>Kringkastings</b> <b>huset</b> <b>(Nesheim)</b>	<b>Oslo</b> <b>Konserthus</b>  <b>Grieghallen</b>	<b>Aktiv</b> <i>Reverb</i> <i>enhance-</i> <i>ment</i>	<b>Nortronic</b> <b>Norsonic</b> <b>Melissa</b> <b>Morset Sound</b> <b>(MLS etc)</b>
	<b>Teatre</b> <b>(Trøndelag,</b> <b>Drammen)</b>	<b>Kirker!!!</b> <i>(Churches)!!!</i>	<b>Forskning</b> <i>Research</i>	<b>Kuppelhallen</b> <b>Bjergsted</b>	<b>Operaen</b>

Oversikten side 1 viser i stikkords form karakteristiske trekk ved utviklingen.  
Under foredraget ble det som ligger bak stikkordene nærmere belyst både verbalt og med bilder(B).

### **”Før-akustiker-epoken”** ( Frem til ca. 1930)

Enhver bygd måtte ha ”lokale” for møter og fester, ett eller flere bedehus, og en kirke.  
*Lokalene( bilde av typisk ”lokale”) og bedehusene* var normalt rektangulære i grunnplan.  
med et lavt sceneoppbygg; takhøyde 4-5 meter, og relativt store vindusflater med enkelt 4 mm glass.  
Selv tømmerbygg ble panelt innvendig og utvendig med tynt panel, og oljemalt.  
Lav takhøyde og hårde lette flater ga lav etterklangstid, spesielt i bassen, og god taleforståelighet .  
Til dans ble det brukt fele og/eller trekkspill. Lav etterklangstid i bassen var lite merkbar helt frem til 1946-47 hvor kontrabass ble mer vanlig i dansemusikken.

Kirkene hadde stor takhøyde og lang etterklangstid. Et fåtall var bygget i sten.(B:Nidarosdomen med Wagnerorgelet fra 1741, NB! J.S.Bach døde i 1750) De fleste med tømmer som basis, vanligvis med panel utvendig og innvendig. Men her ble det brukt tykkere panel, og i det hele gedigne materialer. Viktig var også at kirkene hadde diffuserende elementer som var effektive over hele frekvensspekteret; orgelgalleri, prekestol, alter etc. ved lave frekvenser, kirkebenkene ved midlere, og utsmykning ved høye; og ikke minst orgelet som stråler sfærisk ved piperesonanser eksitert av innfallende lyd.  
Kirkene har vært og er fortsatt de beste konsertlokalene ut over landet.  
Prestene oppnådde god taleoppfatbarhet ved å tale høyt, langsomt og med tydelig artikulasjon.

Frimurerne sørget for gode konsertlokaler i noen av våre større byer.  
Frimurerlogene var bygget etter mellom-europeisk modell; parallelepipedisk form med sidegalleri, praktfulle lysekroner og kunstnerisk utsmykning. Logene i Trondheim og Oslo er kjente for god akustikk ( antallet tilhørere må være som forutsatt). (B: Frimurerlogen i Trondheim)  
På privat initiativ ble det også bygget teatre; i tradisjonell hesteskoform med flere balkonger.  
Jeg kjenner Trøndelag Teaters Gamle scene godt både som tilskuer, musiker og orkesterleder.(B: Trøndelag Teater: Gamle Salong, orkestergrav med AK, Ny Hovedscene).  
Etterklangstiden var ekstrem kort, omkring 0.4 sek. Taleoppfatbarheten var meget god, i noe grad også på grunn av intimiteten. Det forbausende var at musikk også låt fint, og at det var lett å spille når en hadde vent seg til akustikken.  
Min hypotese er at det skyldes de nære refleksjonsflater i en orkestergrav, men også god diffusitet grunnet utsmykkede balkongfronter. Det kommer alltid noe reflektert lyd tilbake og til alle plasser i salongen.  
Drammen Teater brant, men er restaurert til tidligere utforming.

I tiden frem til 1930 ble det altså i de større byer bygget saler for spesialiserte formål; ”skreddersydde” konsertsaler og teatre; de fleste med glimrende akustikk for sitt formål, og det uten bruk av akustisk kompetanse. En brukte empiri, kopierte de saler som var funksjonelle og flotte fra andre land.

### **Absorpsjonens epoke.**

Kringkastingens start på 1920-tallet førte til interesse for romakustikk, og spesielt introduksjon av lydfilmen tidlig på 1930-tallet.

Tesene var:

- mono AM radio måtte tas opp med lite reflektert lyd (”døde” studios)
- den romklang som skulle være tilstede var allerede på lydsporet i en film.

Absorpsjon ble det viktige tema. En var interessert i Sabines arbeider og etterklangstid, men i første rekke for å sørge for at etterklangstiden ikke ble for lang.

Kino var lønnsomt. Alle lokaler ble bygd til kinoformål; ”tørre” og gjerne vifteformet for at alle skulle se lerretet best mulig. Kinoene måtte også tjene som konsertsaler og alle andre aktuelle formål.

Utviklingen av hensiktsmessige absorberer ble viktig.

Perforerte paneler dominerte. Salenes kvalitet ble bedømt ut fra relativt areal av perforerte plater. Matten bak panelet ble ofte glemt.

I Kringkastingshuset ble det brukt et tynt og slisses trepanel, Vågen-panel, med matte bak (B: Store Studio, Studio 19 og Studio Søndre gt. Trondheim med Jarle Krokstad, og Store Studio etter ombygging).

Taleoppfatbarhet ble tillagt så stor vekt at det også ble innført store absorpsjonsarealer i kirker.

Dette hadde store negative effekter for orgelklangen. Orgelet har piper ned til 32 Hz grunnfrekvens, og fyldig bass er et viktig musikalsk element.

Mot slutten av epoken økte interessen for balansert etterklang. Lektor Arnesen ved UiO utviklet et system med tre typer stålplater, to perforerte med ulik perforasjonsgrad og en ”tett” som i kombinasjon kunne gi ønsket frekvensfordeling for etterklangstiden.

Måling ble gjort med nivåskriver, som lydkilde papirposer eller pistol.

Professor Holtmark, som var professor i fysikk ved NTH, og laboratorieingeniør Reno Berg gjorde i 1934 etterklangsmålinger i en rekke saler. Dataene er presentert i serien Norges tekniske høgskoles skrifter fra 1935 (Svein Strøm har et eksemplar).

### **Vifteformens epoke.**

I 1955 ble det utlyst arkitektkonkurranser for konsertsaler i våre to største byer. I 1957 forelå juriens valg; for Oslo Konserthus en vifteformet sal, arkitekt Åberg fra Sverige, akustisk konsulent Jordan, Danmark; for Grieghallen en vifteformet sal, arkitekt Munch, Danmark. (B: Vinnerutkastene Oslo og Bergen).

De vifteformede saler var delvis en arv fra kinoene, delvis fra greske og romerske friluftteatre, som ble påstått å ha så særlig god akustikk (poengene med disse arenaer er lavt støynivå og optimal utnyttelse av direktelyd og kanskje første gulvrefleksjon. De Helmholtz-resonatorer som er funnet ett sted, hadde neppe noen effekt).

Påstand: Arkitektene skjønnte ikke forskjellen på todimensjonale bilder av tredimensjonal virkelighet og originalen. Bilder forvrenges hvis de ikke ses nært normalt, originalene kan ses fra alle kanter (B: Marilyn med og uten forvrengning).

Det tok over 15 år før konserthusene sto ferdige.

Akustisk Laboratorium som bygg sto ferdig 1963. Institutt for akustikk ble etablert 1962, og SINTEF,s avdeling Akustisk Laboratorium 1965. En gruppe: Cand. real Svein Strøm, dataguru siv.ing. Svein Sørsdal og AK begynte utvikling av programvare for romakustiske simuleringer. De første resultater ble publisert 1968 i Journ. of Sound and Vibration.

På grunnlag av Beraneks undersøkelser, prentert første gang under ICA København, sendte direktør Stenstadvold, SINTEF og AK et brev til byggekomiteene i Oslo og Bergen. AK sammen med Svein Sørsdal ble invitert til Jordan sammen med byggekomiteen i Oslo. AK sendte et personlig brev til byggekomiteens formann Brynjulf Bull, med sterk kritikk av konsulentens arbeide.

(Vist under foredraget).

Sammen med Gunnar Nesheim, NRK, ble arkitekten Åberg ”bearbeidet” og det ble gjort noen små endringer.

I Bergen gikk Helmer Dahl sterkt ut ovenfor byggekomiteen.. Opprinnelig akustisk konsulent ble fjernet, og Helmer Dahl fikk hovedansvaret. Han samarbeidet tett med Svein Strøm og AK, og det ble brukt digital simulering ved fastlegging av innredning av det vifteformede skall som hadde stått ferdig i 7 år. Dahl presiserte ofte at det var datamaskinen arkitekten bøyde seg for, ikke konsulentene.

Ideen bak utformingen av vegger og tak er: Skråstilte veggelementer erstatter galleri. Det legges to smale rektangulære saler med felles podium inn i den brede vifteformede.

Grieg-hallen var ikke den første sal hvor digital simulering ble brukt som viktig hjelpemiddel under prosjektering.

Hjertnes i Sandefjord var først (B: Sal og podierefektor). Basert på beregninger på et stort antall ”gode” og ”dårlige” konsertsaler fra Beraneks undersøkelser kunne Svein Strøm gi oppskrift på impulsresponser (ekkoogram) som var akseptable for musikk og hva som var ønskelig for tale.

Ved salutformingen i Hjertnes er ekkogram for Grosse Musikverein Wien brukt som modell. Karakteristisk trekk ble utadskrånende sidevegger og nedsenket tak midt i salen. Salen har en hydraulisk drevet scenerefektor.

Romakustisk simulering sammen med Beraneks undersøkelse, og ikke minst problemene med realiserigen av Lincoln Centres, ble slutten for vifteformens epoke ved konsertsaler.

### **Skoeskens epoke.**

Epoken kunne også betegnes ”Flerbrukssalenes epoke” eller ”Riksteaterets epoke”.

Det ble på 1970-1980-tallet bygget et stort antall kulturbygg over hele landet. Alle skulle dekke et stort spekter av aktiviteter. Riksteateret hadde etablert seg etter krigen som nærmest symbol på ”kultur ut til folket”.

Teatrene har alltid vært dyktige til å skaffe seg sterke posisjoner i media og blant politikere. Og de var dyktige til å konkretisere sine krav til saler og scene. Riksteatrets håndbok som spesifiserte såkalte A-scene og B-scene ble bibelen ved prosjektering av kulturbygg. I tillegg ble alle saler malt teatergrå for å unngå refleksjon av spotlys. Filmbransjen ga også ut standarder med sine krav.

Først sent på 80-tallet våknet musikerne. Det var noen entusiaster i lokale musikkråd som tok initiativet. Norsk Sang- og Musikkråd fulgte opp sentralt. Svein Strøm utformet en rekke anvisninger for saler til musikkformål. Beklageligvis innebærer flerbruk at det må gjennomføres modifikasjoner mellom bruksformene. Dette krever en innsats fra vaktmestere som det vanligvis ikke hverken er forståelse for eller økonomi til.

Musikk utøves vanlig på ”titteskaps”-podier innhyllt i tepper.

***Flerbrukssaler må stort sett baseres på kompromisser som gjør salene uegnet til alle formål.***

I noen få kultursentra, f.eks. Førde, Stord og Risør, har en dedikerte saler for spesielle formål. Men selv

med to saler kan være vanskelig å dekke spektret av aktiviteter.

Selv om en fant tilbake til skoesken som grunnform, er det på noen områder en ikke har fulgt opp den tradisjonelle konsertsal.

*Sidegalleri(ene)* er sløyfet. Det er ”radar”-reflektoren under galleriene som gir viktige bidrag til sideinnfallende tidlig lydrefleksjon. *Diffusernde elementer* mangler. Moderne byggeteknikk tillater ikke den grad av deltaljer som preger håndverksmessig byggeteknikk.

*Orgelet* (en fantastisk diffusor) på podiets bakvegg mangler.

*Oljemaling*, som gir en porefri overflate, er erstattet med vannbaserte malingstyper.

På 70 og 80-tallet ble det ved Akustisk Laboratorium arbeidet endel med aktive metoder for å øke etterklangstiden og tilpasse saler til ulike formål.

Det ble laget et eksperimentelt anlegg i idrettshallen til NTH,s 75-års jubileum i 1985, hvor Det Norske Kammerorkester medvirket. Et tilsvarende anlegg ble laget i idrettshall på Steinkjer ved et besøk av Moskva Symfoniorkester, her også kombinert med en reflektor av fleksibel duk over podiet.

I begge tilfelle ble eksperimentene bedømt som meget vellykket både av tilhørere og utøver. De russiske musikerne roste de akustiske forholdene opp i skyene.

En viktig fordel ved de eksperimentelle anlegg var at de var betjente (personlig tilstede) slik at en kunne tilpasse anlegget til variert antall tilhørere, og bruke subjektivt inntrykk som avgjørende kriterium.

Et permanent anlegg er montert i Kuppelhallen i Bjergstedt, Stavanger. Det har blitt modifisert en gang, og er fortsatt i drift, overvåket av lokal ekspertise.

Arbeidene førte til flere publikasjoner.

Det har også vært god kontakt med Teknisk akustikk ved Chalmers, Gøteborg, som har gjort en meget betydelig innsats på området. Professor Peter Svensson har sine mest sentrale arbeider fra denne problemstilling.

### **Halmrasts epoke.**

I 1991 ble Tor Halmrast ansatt ved det som nå er Statsbygg. Han var siv.ing. fra NTH med hovedfag akustikk og hadde dessuten bakgrunn som utøvende musiker og komponist.

Da de fleste kulturbygg helt eller delvis er finansiert av offentlige midler, innførte Statsbygg profesjonell ledelse av prosjektene. Basis for prosjekteringen ble spesifisert i relativ stor deltalj; også den akustiske basis, som ble formulert av Halmrast.

Dette grunnlaget for prosjekterende arkitekt og konsulenter brukes såvel ved konkurranser som ved direkte engasjement, og sikrer den prioritet for akustiske hensyn som det erfaringsmessig har vært vanskelig å få til tidligere.

Ved arkitektkonkurranser har det vært spesielt vanskelig fordi vinnende arkitekt har følt seg bundet av sitt vinnerutkast, selv om en ved detaljerte romakustiske analyser under endelig prosjektering kunne fastslå svakheter ved utkastet.

Et vesentlig bidrag til kvalitetsikring kan knyttes til tilgangen på egnet måleutstyr, i første rekke gjennom en serie instrumenter fra Norsonic (personlig har jeg hatt 823 som favoritt i mange år).. Halmrast har utnyttet måledata særdeles aktivt, og har bidratt til forbedrede kriterier ved å påpeke betydningen av mikrostrukturen i impulsresponsen.

Morset Sound har også bidratt til effektiv programvare for datamaskinbaserte målinger.

Gjennom de siste 20 år er det bygget opp god romakustisk kompetanse i private konsulentfirmaer i de fleste regioner; Multikonsult, Brekke og Strand, ICG, SINUS, Kilde og flere mindre.

I samarbeid med profesjonell byggherre, og i god kontakt med internasjonal ekspertise, har en de senere år stort sett lyktes å få de romakustiske kvaliteter som er mulig innen de rammer som har vært gitt.

Til foredraget hadde flere av konsulentene stilt til disposisjon billedmateriale fra interessante prosjekter.

Tiden ble for knapp til å presentere dette under møtet.