



LUND UNIVERSITY

Ljudmiljöers relevans och estetik

En rapport från Ljudmiljöcentrum, Lunds universitet. Av Sanne Krogh Groth i samtal med Ann-Charlotte Thysell.

Groth, Sanne Krogh; Thysell, Ann-Charlotte

Published in:

Ljudbladet – SAS Svenska akustiska sällskapets tidskrift

2024

Document Version:

Förlagets slutgiltiga version

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Groth, S. K., & Thysell, A.-C. (2024). Ljudmiljöers relevans och estetik: En rapport från Ljudmiljöcentrum, Lunds universitet. Av Sanne Krogh Groth i samtal med Ann-Charlotte Thysell. *Ljudbladet – SAS Svenska akustiska sällskapets tidskrift*, 2024(1), 15-17. https://www.akustiska-sallskapet.org/wp-content/uploads/2024/06/LB2024-1_webb.pdf#page=14

Total number of authors:

2

Creative Commons License:

Ospecificerad

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

LJUDDAGEN 2024 MED ÅRSMÖTE - PRISUTDELNING - NYA STADGAR ANTAGNA
RESULTAT- OCH BALANSRÄKNING - REVISIONSBERÄTTELSE

LJUDBLADET

EN MEDLEMSTIDNING FRÅN SVENSKA AKUSTISKA SÄLLSKAPET NR 1 2024

BULLERBERÄKNING
MED NORD2000 I SVERIGE

TRAFIKVERKETS VÄG TILL
KARTLÄGGNING
AV TRAFIKBULLER

TONALT LJUD I
ELEKTRIFIERADE LASTBILAR

ERFARENHETER AV UTVECKLINGEN INOM BYGGAKUSTIKEN

LJUDMILJÖERS RELEVANS OCH ESTETIK ATT LJUDSÄTTA ETT TORG

REFERAT FRÅN DAS
AKUSTIKKENS DAG 2024

AURALIZATION OF
SIMULATED SOUND FIELDS

PRAKTISK RUMSAKUSTIK
OCH DESS ARKITEKTUR

3 Ledare

Hans Bodén, ordförande i SAS, har ordet

4 Årsmöte – Prisutdelning – Ljuddag – 2024

Sammanfattning av den årliga sammankomsten, i år på Chalmers tekniska högskola Göteborg

6 Stadgar för SAS antagna vid årsmötet

Sällskapets stadgar reviderades och antogs på årsmötet

8 SAS ljudpris 2023

Ljudpriset tilldelades Christian Simmons som delar sina erfarenheter av utvecklingen inom byggakustiken

13 Auralization of Simulated Sound Fields

A toolbox for being able to listen to wave-based acoustic simulations

15 Ljudmiljöers relevans och estetik

Ett samtal om verksamheten som bedrivs av Ljudmiljöcentrum vid Lunds universitet

19 Examensarbeten från Uppsala universitet

19 Doktorsavhandling från KTH

24 Examensarbeten från Chalmers

30 Examensarbeten från KTH

22 Bullerberäkning med Nord2000 i Sverige

Kunskapscentrum om buller redovisar för arbetet med införandet av en ny beräkningsmetod för buller från vägtrafik och tågtrafik

34 Tonalt ljud i elektrifierade lastbilar

Utvecklingen av ljudbild från förbränningsmotor till elektrifierad lastbil

36 Trafikverkets väg till kartläggning av trafikbuller

Buller är ett samhälls- och hälsoproblem som Trafikverket behövde kartlägga för att kunna arbeta med problemet på ett strategiskt sätt

40 Referat från DAS Akustikkens dag 2024

Systerorganisationen i Danmark har haft sin motsvarighet till Ljuddagen, Torbjörn rapporterar

42 Praktisk rumsakustik och dess arkitektur

Det viktiga samspelet mellan arkitekten och akustikern exemplifieras samt en ny rumsakustisk mätmetod presenteras

44 Att ljudsätta ett torg

Ljudmiljöprisets mottagare presenterar installationen på Stora Torget i Uppsala


46 Resultat- och balansräkning, räkenskapsår 2023

Ekonomi för det gångna verksamhetsåret redovisas

47 Revisionsberättelse

Revisorerna har granskat styrelsens arbete och ekonomin under det förra verksamhetsåret

 www.akustiska-sallskapet.org

 [@akustik_swe](https://twitter.com/akustik_swe)

 [company/svenska-akustiska-sallskapet](https://www.linkedin.com/company/svenska-akustiska-sallskapet)

 info@akustiska-sallskapet.org

Ändamålet med Svenska Akustiska Sällskapet (SAS) att anordna föredrag, diskussioner samt att med andra åtgärder verka för akustikens utveckling. SAS bildades den 1 mars 1945 och har alltså långa traditioner att försvara.

SAS har för närvarande ca 250 medlemmar inklusive pensionärer, studenter och hedersmedlemmar. Vi arbetar nu målmedvetet på att höja ambitionsnivån för att dels få fler medlemmar och dels ge varje medlem mer valuta för medlemsavgiften.

Medlemsavgifter 2024

Ordinarie medlemsavgift inkl. LjudBladet (2 nr/år) och Acta Acustics on line: 500:-

Medlemsavgift för pensionär: 250:-

Studera: gratis (LjudBladet endast i pdf-format)

Stödmedlemskap för företag: 3.500:-/år
inkl. 1 st medlem

Annonspriser 2024

Hel sida färg: 5.500:-/nr

Halv sida färg: 3.500:-/nr

Styrelse 2024

Hans Bodén, Ordförande, hansbod@kth.se

Torbjörn Kloow, Kassör, toby@nitk.se

Claes Hedberg, claes.hedberg@bth.se

Emma Arvidsson, emma.arvidsson@ecophon.se

Rebecca Kolmodin, rebecca.kolmodin@acad.se

Krister Larsson, krister.larsson@chalmers.se

Monica Waaranperä, monicam@chalmers.se

My Broberg, my.broberg@structor.se

Valberedning 2024

Anders Schönbeck & Mats Åbom

Revisorer 2024

Björn Tunemalm & Maria Pettersson

Posten som revisorssuppleant är vakant

Svenska Akustiska Sällskapet

Plusgiro 32 08 56 - 8

Bankkonto Nordea 3202-209 3739

Organisationsnummer 802464-7755

IBAN 29 3000 0000 0320 2209 3739

SWIFT NDEASESS

LJUDBLADET NR 1 2024

ISSN 1403-2317

Grafisk form Christoffer Leijon, CC Design & Media

Teknisk produktion Allduplo Offsettryck AB

Ansvarig utgivare Hans Bodén KTH, 100 44 Stockholm

Svenska Akustiska Sällskapet årsmöte och Ljuddag hölls på Chalmers 20/3 2024, med cirka 85 deltagare och 10 utställare. Jag har skrivit en kort sammanfattning av Ljuddagen som publiceras i detta nummer av LjudBladet liksom protokollet från årsmötet.

Karl Bolin, KTH, avgick som från styrelsen efter 10 år och jag vill tacka Karl för hans insatser. Vi välkomnade en ny medlem: My Broberg, VD på Structor Akustik. Nedan återges en kort presentation av My från valberedningens förslag.

My Broberg: Civilingenjör i miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet. My är VD för Structor Akustik AB och har över 10 års erfarenhet som akustikkonsult. My är född på Gotland och uppväxt i Enköping. Intresset för naturvetenskap har varit starkt sedan grundskolan tack vare en mattelärare till mamma. My läste vidare till civilingenjör i miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet med inriktning mot buller och luftvärd där intresset för akustik väcktes till liv. Idag arbetar hon aktivt som specialist inom omgivningsbuller utöver rollen som VD och småbarnsförälder. Hon brinner för en hållbar och trygg arbetsplats samt att driva utvecklingen av branschen som helhet.

Jag vill även uppmärksamma att flera av pionjärerna inom akustikområdet har avlidit under det senaste året. Sven Lindblad som var professor i akustik i Lund avled förra året. Sven var ordförande i Svenska Akustiska sällskapet 1987-1989. Tor Kihlman som var den förste professorn i byggnadsakustik i Sverige och ordförande i Svenska Akustiska Sällskapet 1990-1995 avled i mars 2024. Carl-Henrik Hagelstein som var ledare för akustikverksamheten på FOA (FOI) avled också nyligen. Alla tre var hedersmedlemmar i Svenska Akustiska Sällskapet.

I början på februari stod vi som arrangör för en online-konferens om akustikforskning i Sverige. Formatet var att doktorander ombads att spela in en presentationsvideo på 3 minuter. Dessa spelades upp under konferensen och det fanns möjlighet att ställa frågor efter varje presentation. Tolv presentationer finns fortfarande tillgängliga på vår hemsida. Vi planerar att upprepa evenemanget nästa år och då troligen inte online utan på plats i kombination med Ljuddagen. Synpunkter vi fick efter evenemanget var bland annat att: att tre minuter är kort, att det skulle vara bra med en abstract som är tillgänglig i förväg och att det nätverksbyggande syftet skulle förstärkas med deltagande på plats.

Nästa år fyller Svenska Akustiska Sällskapet 80 år och vi vill fira det med att ha ett tvådagars-evenemang med: årsmöte, Ljuddag och mini-konferens om akustikforskning i Sverige och med en middag. Platsen blir troligen i Malmö / Lund - området men vi får återkomma om det senare. En synpunkt att ta med oss från årets Ljuddag är att det är bra med mer luft i programmet. Raster och utställningsbesök är en viktig del av evenemanget och om programmet är för fullmatat måste man ibland hasta vidare till nästa punkt för tidigt. Vid ett endagsevenemang som årets Ljuddag tenderar det också att bli så att många kommer sent till de första programpunkterna eller måste rusa iväg till tåg eller flyg för att ta sig hem innan programmet är slut.

Detta nummer av LjudBladet distribueras i slutet på juni och jag vill därför passa på att önska alla våra medlemmar en skön sommar!

Hans Bodén

Ordförande i

Svenska Akustiska Sällskapet
hansbod@kth.se 070-694 49 62



Vill du som medlem dela med dig av något intressant, nytänkande eller något du vill ta upp för diskussion?

LjudBladet vänder sig till akustiker inom ett brett spektrum av olika specialiteter. Tidningen når drygt 250 medlemmar och utkommer två gånger om året.

Skicka en artikel som du vill publicera till info@akustiska-sallskapet.org

Mer information om vad för material som önskas inför en publicering finns på sidan 40.

ÅRSMÖTE – PRISUTDELNING – LJUDDAG – 2024

Svenska Akustiska Sällskapets årsmöte och Ljuddag 2024 hölls i Palmstedtssalen på Chalmers 20 mars. Protokollet från årsmötet publiceras i detta nummer av LjudBladet. Från årsmötet kan speciellt lyftas fram att Hans Jonasson utsågs till hedersmedlem. Hans var ordförande för Svenska Akustiska Sällskapet 2007 till 2016 och chef för akustikverksamheten på SP (RISE) i Borås under många år samt mycket aktiv inom den internationella standardiseringen. Han deltog på Ljuddagen och delgav oss några minnesord om Sven Lindblad som gick bort under 2023. Sven var professor i akustik i Lund och en av pionjärerna inom forskning och undervisning i ämnet i Sverige.



Hans Jonasson talar om Sven Lindblad.



Ljudpristagaren 2019 Mendel Kleiner.

Ljuddagen började med att Ljudpristagaren 2019 Professor emeritus Mendel Kleiner tog emot den statyetteproduktion av Carl Milles, musicerande ängel, som delas ut till pristagaren. Ljuddagen 2020 hölls helt online på grund av pandemin så Mendel kunde inte få pris-statyetten då.

Ljudpristagaren 2023 Christian Simmons med diplom och pris-statyett.

Ljuddagen fortsatte med utdelning av Ljudpriset till Christian Simmons med följande motivering:

”Svenska Akustiska Sällskapets Ljudpris 2023 tilldelas Dr. Christian Simmons för framstående insatser inom byggnadsakustiken. En av de viktigaste bidragen är studier av hantering av osäkerheter inom byggnadsakustiken vilket var ämnet för hans doktorsavhandling. Dr. Simmons har även varit drivande, både nationellt och internationellt, när det gäller många av de standarder och metoder som idag används inom byggnadsakustiken. Han har dessutom under lång tid skapat en nordisk databas med produktdata kopplat till beräkningar enligt SS-EN ISO 12354-serien samt varit tongivande inom samarbetsnätverket mellan byggnadsakustiker ISAC och på detta sätt bidragit till kunskapsspridning inom skrået.”

Svenska Akustiska Sällskapets ordförande Hans Bodén delar ut Ljudpriset för 2023 till Christian Simmons. Christian höll sedan ett föredrag som bland annat gav intressanta exempel på hur osäkerhet inom byggnadsakustiska mätningar kan hanteras.





Alexander Kassberg med diplomtet för Ljudmiljöpriset 2023 som gick till projekt Stora Torget i Uppsala.

Efter kafferast och besök på den stora utställningen delades Ljudmiljöpriset ut till projekt Stora Torget i Uppsala med följande motivering:

”Svenska Akustiska Sällskapet Ljudmiljöpris 2023 tilldelas projekt Stora torget i Uppsala. Stora Torget i Uppsala har under 2022/2023 renoverats för att bli en bättre mötesplats. I projektet ingick att forma och komponera ett ljudlandskap som skulle bidra till att skapa en stämning och knyta an till Uppsalas kultur och historia. Med hänsyn till torgets funktion har en

ljuddesign som följer årstiderna, stadens aktiviteter samt platsens historia utformats. Exempel är: naturljud och autentisk fågelsång som varierar beroende på årstid samt musik anpassad till olika högtider. Hänsyn har även tagits till att ha rätt volym, för att inte bidra till buller. Efterklang en del av Afry har stått för ljuddesignen.”

Alexander Kassberg från Efterklang var på plats för att ta emot priset och höll ett föredrag om projektet.

Svenska Akustiska Sällskapetets ordförande Hans Bodén delar ut Ljudmiljöpriset för 2023 som tilldelades projekt Stora Torget i Uppsala till Alexander Kassberg Efterklang.



Jens Ahrens håller föredrag

Huvudtalare på Ljuddagen var Jens Ahrens från Chalmers som under titeln ”Auralisation of simulated sound fields” talde om den fascinerande forskning som bedrivs på Chalmers inom området.

Programmet innehöll många andra intressanta föredrag t.ex. om trafikbuller och påverkan på människor av buller. Ett ämne som är av stort intresse för akustikkonsulter är de nya utgåvor av ljudkravsstandarder för bostäder och lokaler som har kommit. Jonas Christensson, Ecophon, Niklas Jakobsson, Akustikbyrån, Magnus Löfdahl, Tyrens som har suttit i arbetsgruppen som tagit fram de nya riktlinjerna höll föredrag om detta.

Ljuddagen avslutades med mingel vid 18-tiden. □



Niklas Jakobsson håller föredrag uppbackad av: Jonas Christensson, Bo Gärdhage och Magnus Löfdahl.

STADGAR FÖR SVENSKA AKUSTISKA SÄLLSKAPET

ANTAGNA VID ÅRSMÖTET DEN 13 MARS 2024

1 Ändamål

Sällskapet skall genom anordnande av föredrag, diskussioner och andra åtgärder verka för akustikens utveckling.

Sällskapet skall:

- Verka för en god ljudmiljö i Sverige och internationellt;
- vara forum för diskussioner om akustiska frågeställningar;
- ta till vara medlemmarnas synpunkter samt förmedla dessa;
- genom egen tidskrift och egen hemsida sprida akustiska nyheter;
- vara landets representant i Nordiska akustiska sällskapet, i European Acoustics Association samt i andra internationella organisationer;
- arrangera "Akustikdagen" minst en gång per år, företrädesvis i samband med årsmötet;
- stimulera till och medverka i arrangemang av regionala akustikträffar;
- arrangera Nordiskt akustiskt möte när det är Sveriges tur;
- utse mottagare av Sällskapets ljudpris

2 Medlemskap

- 1 Varje enskild person eller företag som har intresse för akustiken och dess tillämpningar kan upptas som medlem i Sällskapet. Inval bekräftas av styrelsen.
- 2 Det finns följande typ av medlemskap: ordinarie medlem, studentmedlem, pensionärsmedlem, ständig medlem, hedersmedlem och stödjande medlem.
- 3 Hedersmedlem utses av årsmötet på förslag av styrelsen.
- 4 Stödjande medlem och företag bekräftar personlig representant.
- 5 Styrelsen kan genom enhälligt beslut utesluta medlem ur Sällskapet.

3 Årsmöte

- 1 Ordinarie årsmöte hålles senast i mars månad året efter det verksamhetsår mötet avser. Extra årsmöte hålles efter beslut av styrelsen eller efter framställan hos styrelsen från minst 1/3 av medlemmarna.
- 2 Kallelse till ordinarie årsmöte skall innehålla föredragningslista, verksamhetsberättelse och valnämndens förslag. Till extra årsmöte skall kallelsen innehålla föredragningslista. Kallelserna skall utsändas och anslås på hemsidan minst tre veckor före mötet.
- 3 Vid omröstning och beslut i frågor som icke rör ändring av Sällskapets stadgar eller Sällskapets upplösning gäller enkel majoritet. Vid lika röstetal för och emot ett förslag äger ordförande för sammanträdet utslagsröst.

4 Styrelse och revisorer

- 1 Styrelsen utses vid ordinarie årsmöte. Den består av en ordförande och en kassör som väljs direkt av årsmötet. Därutöver väljs ytterligare minst 2 ledamöter.
- 2 Styrelsen bör väljas så att akustikens viktigaste tillämpningsområden är företrädda. Hänsyn bör också tas till den geografiska täckningen avseende medlemmarnas verksamhetsorter.
- 3 Ordförande väljs för en period om 1 år och övriga styrelseledamöter för en period om 2 år. Successiv förnyelse av Styrelsen skall eftersträvas.
- 4 Sällskapets revisorer, två till antalet, jämte en suppleant väljs vid ordinarie årsmöte.
- 5 Val av styrelse och revisorer förbereds av en valnämnd om två personer som utses vid årsmötet.
- 6 Sällskapet tecknas av ordföranden samt vald kassör var för sig.

5 Avgifter

- 1 Årsavgifter är per kalenderår och fastställs av årsmötet.
- 2 Ordinarie medlem betalar full årsavgift. Pensionärsmedlem betalar halv årsavgift. Hedersmedlem betalar ingen avgift.
- 3 Årsavgiften för stödjande medlemmar och studenter fastställs av årsmötet.
- 4 Avgiften för ständiga medlemmar fastställs av årsmötet.

6 Räkenskaper och revision

- 1 Sällskapets räkenskaper utgör kalenderår.
- 2 Revisionsberättelsen skall föredras vid ordinarie årsmöte.

7 Ändring av stadgarna

Vid ändring av dessa stadgar erfordras enhälligt beslut därom på ett årsmöte eller beslut därom med minst 3/4 majoritet vid två på varandra följande årsmöten.

8 Sällskapets upplösning

- 1 För Sällskapets upplösande erfordras beslut därom med minst 3/4 majoritet vid två på varandra följande ordinarie årsmöten. Förslag om upplösning skall utsändas med kallelsen till mötet. Vid omröstningen skall skriftligt votum från icke närvarande medlemmar medräknas.
- 2 Vid eventuell upplösning överlämnas Sällskapets tillgångar till en Sällskapet närliggande sammanslutning. Beslut härom fattas av det andra av de i moment 1 nämnda årsmötena.

Sällskapets första stadgar fastställdes vid ett konstituerande möte 21 mars 1945. Senast införda ändringar fastställdes 12 mars 2008.

Svenska Akustiska Sällskapet



Komplett trådlöst kit för byggakustikmätning

Nor145 Ljudmätare med WIFI och BA-rating on board.

Nor282 Förstärkare med batteridrift - 90 min full effekt.

Nor283 Rundstrålande högtalare, 5,3 kg, 123 dB LWA - **NYHET!**



Avancerad bullerövervakning på ett enkelt sätt!

Full flex - Logga data med minut, sekund eller ms upplösning.

Wave recording, 1/3-oktav, event-larm och pdf-mätrapporter.

NoiseCompass riktningmikrofon för automatisk källdetektering.

ERFARENHETER AV UTVEKLINGEN INOM BYGGAKUSTIKEN

Svenska akustiska sällskapets ljudpris delas ut till individer, företag, institutioner eller myndigheter som har bidragit till eller byggt upp förutsättningar för en bättre ljudmiljö i Sverige. Den 13 mars tilldelades ljudpriset tekn.dr. Christian Simmons.

Här sammanfattar Christian sina erfarenheter av utvecklingen inom byggakustiken, där många forskare och konsulter har samarbetat och bidragit till ökade kunskaper inom branschen.

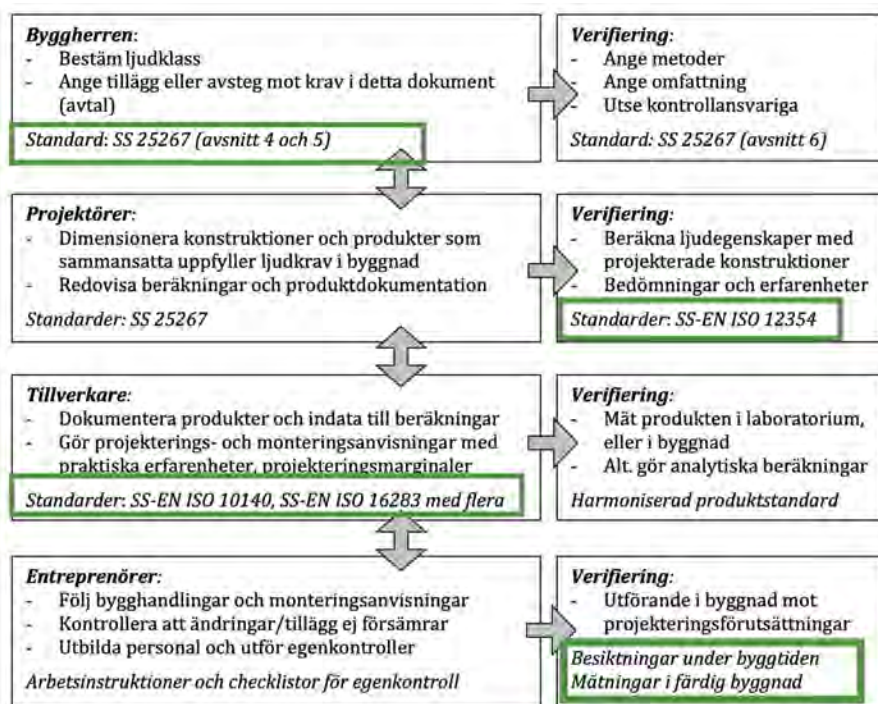
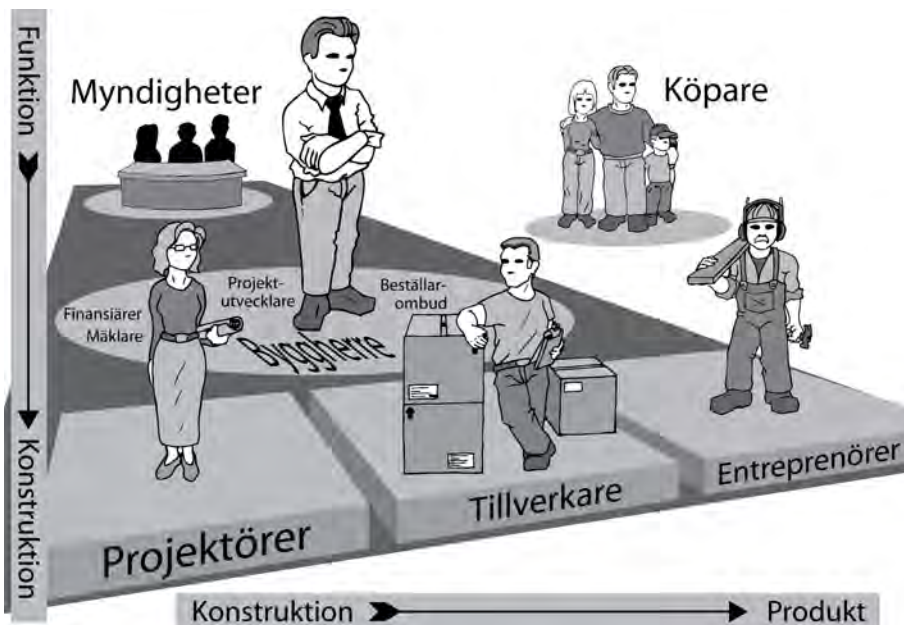


Vilka faktorer bestämmer en byggnads ljudmiljö ?

I slutänden bestäms en byggnads ljudmiljö av ett stort antal faktorer, från de första skisserna och programkraven till dess allt är på plats och boende eller brukare har börjat använda byggnaden.

Mitt intresse har varit att studera och minimera alla faktorer som bidrar till osäkerhet under byggprocessen, som illustreras i vidstående bild. *Myndigheterna och Byggherren* måste ställa relevanta och väl definierade ljudkrav för att kunna räkna med nöjda boende eller brukare. *Arkitekter och akustiker* som stödjer byggprocessen måste ha tillgång till säkra beräkningsmetoder och indata för byggdelar för sin projektering. De behöver även förstå byggentreprenörernas situation ute på byggena och kunna lyfta fram de riskfaktorer man ska hålla ett extra öga på vid besiktningar. *Tillverkarna* hjälper till att välja lämpliga produkter utifrån de specifika krav på konstruktionerna som föreslagits under projekteringen. *Entreprenören och kontrollanten* vill ha säkra metoder för fältmätningar för att man inte i onödan ska behöva ta för stor höjd för metodosäkerhet, eftersom marginaler kostar pengar i överdimensionerade konstruktioner. Om entreprenören väljer att gå ifrån de lösningar och produkter som projektörerna har rekommenderat och det skulle uppstå ett fel på grund av brister i de valda produkterna eller deras dokumentation, så är detta en typ av fel som inte kan hanteras med "säkerhetsmarginaler" i min mening. Noterbart är också att *Kunden*, den boende eller den som ska verka i lokalerna, har små möjligheter att påverka processen.

Branschen har utvecklat standarder för att ställa ljudkrav, projektera (beräkna), mäta på byggprodukter och göra kontrollmätningar i färdig byggnad, vilket illustreras av följande schema (från svensk standard SS 25267:2024).



Utveckling av metoder och tillgång till data för byggkonstruktioner

Här gör jag en beskrivning av utvecklingen av *allmänt tillgängliga* metoder och data från 1960-talet fram till dagens situation, så som jag har uppfattat den (med risk för att jag har glömt eller missat något). Självklart har det funnits mer information inom olika företag, men här läggs fokus på information som alla har kunnat använda i sina arbeten.

Läge och utveckling 1960 – 1995

1960-1990:

Många mätningar gjordes i både laboratorium och i byggnader, men data samlades inte i några användarvänliga databaser. Det var svårt att få en överblick och att generalisera data. Konsulter hade stöd av rapporter från Byggeforskningsrådet (numera Formas), Kungliga byggnadsstyrelsens skrift *Krav o Råd*, sjukvårdens skrift *Spri-råd* m fl. Det publicerades även en hel rad Nordtest-metoder, SP-rapporter, Rockwools laboratorium, Norsk byggeforskningsinstituts publikation NBI 47 (idag Sintef) med flera.

1990-1995:

Byggeforskningsrådet ombildades till Formas, anslagen till byggnadsakustik minskade eller styrdes mot vetenskaplig forskning (vid universitet och högskolor) snarare än konsulnära praktisk forskning och informationsspridning. SBUF (Svenska Byggbranschens UtvecklingsFond) gick emot trenden och bidrar alltjämt till en del praktiskt inriktade projekt. Läget var under denna period något rörigt, myndighetskraven i ”Nybyggnadsreglerna” var milt sagt något otydliga jämfört med föregångaren ”SBN 80. Det fanns knappt några branschgemensamma ljudkrav, inga beräkningsverktyg och inga öppna databaser. Ljudguiden, en föregångare till ljudklassningsstandarderna gav viss vägledning, men saknade tyngden av att komma från myndigheter eller standardiseringen. Tillverkarna mätte förvisso på sina produkter i laboratorier på olika håll, men deras mätdata spreds ganska restriktivt till ”partners”, det var inte så mycket organiserat samarbete.

Mer byggakustik 1996 – 1998

1996:

Jag gick med i svenska byggstandardiseringen (idag SIS Tk 197) samt de internationella CEN och ISO kommittéerna och deltog även i internationella konferenser. Standardiseringen kunde ge inspiration och kollegial kunskap som jag hade saknat i konsultjobbet, där man som regel inte hinner studera saker så systematiskt som man kan göra som forskare. Att samarbeta med internationella kollegor har överlag varit lyckosamt och jag övertygades om att öppet samarbete och informationsspridning gagnar hela branschen, även om man ”ger bort” kunskap initialt.

Ljudklassningsstandarderna SS 02 52 67 kom ut. Branschen införde därmed 50 Hz – 3150 Hz som standardkrav, efter beslut i en enig kommitté. BBR hänvisade till detta krav från 1998. Det bedrevs parallellt ett intensivt samarbete inom Nordisk kommitté för byggbestämmelser, som nära nog ledde till att vi skulle ha fått en gemensam nordisk standard för ljudklassning av både bostäder och lokaler. Sverige röstade tyvärr nej, men Norge tog sedan över förslaget och skrev ihop NS 8175, med vissa ändringar jämfört med förslaget. Danmark, Finland, Island och Estland har också givit ut egna standarder med samma struktur och kravnivåer som i förslaget. Det hade gynnat svensk byggindustri att kunna arbeta med samma lösningar inom hela Norden, men så blev det alltså inte.

Socialstyrelsen gav samma år ut allmänna råd 31 – 200 Hz och då behövdes en mätmetod för lågfrekvensljud. Efter en del praktiska prov och analyser på SP i Borås kom mätmetoden med hörnmetoden och cylindersvepet, som därefter togs in i standarderna ISO 10052 och ISO 16032. En jämförelsestudie i Nordtest regi ledde fram till en granskad *ActaAcustica*-artikel om reproducerbarheten med dessa metoder.

1998:

Projektet på SP ”Fönster med hög ljudisolering” ledde till en katalog med en stor mängd mätdata och praktiska tips för de vanligaste fönsterkonstruktionerna (SP är numera ombildat till RISE).

2001:

SS 02 52 68 ljudklassningsstandard för lokaler kom ut, baserade på publikationer från Byggeforskningsrådet, SPRI, KBS-råd med flera.

Beräkningsstandarderna EN 12354 och tillhörande databaser m m

Europastandarderna för beräkning av ljudisolering i byggnad SS-EN 12354 kom ut år 2000, kort därefter även beräkningsprogrammet Bastian (v 1.0). Ett Nordtestprojekt under ledning av Dan B Pedersen vid Delta Akustik & Vibration ledde fram till en enkel databas över typiska huskonstruktioner i de nordiska länderna, som finansierades och publicerades av Nordtest (rapporten finns på www.nordtest.info). En intensiv verksamhet vidtog på KM Akustikbyrå (idag WSP), databaser över kommersiella produkter började byggas upp, tillgängliga för användare av Bastian på abonnemangsbasis.

Verksamheten flyttades till eget bolag 2001

I arbetet med beräkningsmetoden och databaserna deltog inledningsvis norska Sintef och danska Delta akustik & Vibration, men de överlät efter en tid till mig att driva databasen vidare.

Förutom Nordtest har även flera branschföreningar och företag bidragit till uppbyggnad av databasen över byggprodukter, exempelvis AMC, Aprobo, Christian Berner, Daloc, Elitfönster, Forbo, Fresh, Giha, Granab, HIAK, Hunton, Knauf Danogips, Mapei, Parafon, Rockfon, Saint-Gobain (weber, Gyproc m fl), SBUF, SPEF, Spenncon, Starka, Strängbetong, Swedoor, Svensk Betong, Tarkett, Vibratex m fl. Jag passar på tillfället att tacka alla berörda för praktiskt och ekonomiskt stöd under många år! Det har möjliggjort studier av osäkerhet i beräkningar jämfört med fältmätningar, till gagn för alla som använder beräkningsverktygen och databaserna, mer om detta nedan.

2004:

SBUF-projektet 11254 hade som målsättning att dokumentera sex erfarna och årsrika akustikers erfarenheter av hus byggda under 1880-1900-talen, som är viktiga för konsulter som ska jobba i ROT-projekt. Intervjuerna med dessa lärde akustiker och deras samlade erfarenheter dokumenterades i en rapport, som kompletterades med en databas över gamla husdelar, anpassade för beräkning av rumrum i Bastian. Strukturen i denna databas följde den arkitekturhistoriska publikationen ”Så byggdes husen 1880-2000” (se ref-listan sist i artikeln). Tidsutdräkten i detta projekt spräckte alla budgetar med marginal, men resultatet blev bra och firman klarade sig ändå. »

2004: Mätosäkerhet, dito i beräkningar, marginaler

Jämförelser i flera Nordtestprojekt ledde fram till ett förslag till hur mätosäkerhet kan hanteras praktiskt, där en variation ”+/- 2 dB” kunde införas i SS 25267 (efter viss tvekan bland akustiker). Senare användes en del av dessa data även för att formulera skattade osäkerheter i laboratorie- respektive fältmätningar i ISO 12999-1. Att fältmätningar kom med där berodde mycket på Nordtestprojekten. Det vore tacknämligt om Nordtest kunde få ”återuppstå”, där har många internationella standarder inom akustikområdet vuxit fram och provats praktiskt, under enkla samarbetsformer.

En del av variationerna visade sig ha olika naturliga förklaringar. Ett något oväntat fynd var att jämförelseprovingar kunde visa att många laboratoriemätningar *störs* av luftläckage i springor och skarvar. Faktiskt monterar många företag sina väggkonstruktioner slarvigare i laboratoriet än man normalt gör i byggnad, därför att man försöker klämma in provning av så många konstruktionsvarianter som det hinns med under en dag. Luftläckage i provisoriskt tätade väggar ger dock resultat som är missvisande för konstruktionen – de kommer troligen att prestera bättre i många byggnader, där väggarna spacklas och målas noggrant.

2007:

Utgåva 2 av SS 25268 kom ut, med konsensusbeslut om de rumsakustiska kraven efter flera år av utredningar, laboratoriemätningar, fältmätningar och teoretiska Sabineberäkningar. Standardisering tar sin lilla tid men resultatet blir som regel rätt så bra till slut!

Boverkets handbok ”Bullerskydd i bostäder och lokaler” kom ut detta år, med en omfattande uppräknings av praktiska erfarenheter och råd till alla aktörer, från byggherrar och dennes projektörer till tillverkare och entreprenörer. Den har levt väl, men behöver förstås uppdateras efter nära 20 år.

Nätforumet ISAC för akustikföretag startas (www.isac.cc), som en reaktion på det allt mindre deltagandet i internationella tidskrifter och konferenser. 2024 får bli ett prövoår för ISAC, det vore trevligt med ett mer aktivt intresse att bidra och vilja att ta till sig information. Kanske SAS vill ta över, frågan är ställd till styrelsen.

2008 - 2009:

En ny mätmetod för att bestämma stomljuskällors vibrationsnivåer togs fram av mig och Krister Larsson vid SP. Nordtestmetoden NT ACOU 117 provades i nio laboratorier runtom i EU och befanns ha en acceptabel mätosäkerhet. Kånkandet på 200 kg fundament och 200 kg industrivättmaskin in och ur en lätt lastbil ledde dock till en del problem med axlar och armbågar, men vad gör man inte för en ny mätmetod, tillika inom ett område som haft svårt att komma ur den teoretiska världens ekvationer med mobiliteter och fria vibrationshastigheter som oftast inte går att mäta korrekt.

Lehman/Brothers bankkrasch var en rejäl chock, men den gav mig också andrum att forska vidare & skriva. Det blev fortsatta jämförelser mellan beräkningar och fältmätningar. I mitten av december försvarade jag min avhandling vid Luleå tekniska universitet LTU, med ett samlat grepp kring ”Hantering av osäkerhet...” i hela byggprocessen. De data jag hade samlat på mig har delgivits andra forskare för fortsatta analyser.

2010-2020:

Forskningsprojekten SBUF, AkuLite, Aku20 och AkuTimber gav en stabil grund för att ställa nya krav på stegljud i trähus, på basis av fältmätningar och enkäter i 38 bostadsobjekt med olika typer av byggnadsstommar. Resultaten ledde till en bilaga A i SS 25267 som finns i 2024 års utgåva. Att utveckla en mall för enkäter till boende var en ny uppgift, utmanande på sitt vis, även om ISO:s tekniska specifikation ISO/TS 15666 gav ett gott stöd.

Inom ett europeiskt forskarnätverk (COST-projekt TU 0901) samlades forskare från 28 länder och beskrev ljudkrav och vanliga konstruktioner i sina respektive länder. Det gjordes ett tappert försök att få till en ISO-standard för ljudklassning av bostäder (med sex klasser A-F), men vi fick nöja oss med en teknisk rapport ISO/TR 19488.

Förhoppningen är att andra länder kan ha nytta av den, så som vi hade nytta av NKB-arbetet på 1990-talet.

Det gjordes även omfattande ändringar av mätstandarderna ISO 140 för laboratorier och ISO 16283 för fältmätningar, där osäkerhetsanalyserna presenterades för kommittén, med ett något oväntat resultat. De så kallade lågfrekvensmetoder för rum med mindre än 25 m³ som kom in i

ISO 16283 har inte varit någon succé och med SS 25267:2024 krävs det inte sådana mätningar i bostäder.

2011:

Skriften ”Ljud från rörsystem” kommer ut. Ett litet kuriosum kan konstateras; att metoden för att få en stomljusdämpad men ändå stabil infästning av en WC-stol i golv tog omkring 2 veckor att prova ut, men cirka 2 år att få godkänd av branschorganisationen Teknikföretagen. Tillverkarna var skeptiska till en början, men sedan visade det sig att gummifogen hade en del praktiska fördelar och då ljusnade deras syn på sagda metod. Så ”pink-noise” kan i framtiden begränsas till mätsituationer istället för att förpesta ljudmiljön i bostäder.

2012:

En ny BBR kommer ut, där ljudkrav och allmänna råd för bostäder publicerades direkt i föreskriften i stället för att BBR (vars allmänna råd tidigare hänvisat till SS 25267).

Inom rumsakustiken togs ett stort Excelark fram i samarbete med Gärdhagen akustik, med grunddata och databas för mer än 500 undertak, där täckningsgraden för ljudabsorbenterna beräknades automatiskt när grundförutsättningarna var angivna, enligt de relativt komplexa kraven i SS 25268. Allt enligt principen ”det ska vara lätt att göra rätt”.

2014:

I projektet ”Optimala ljudkrav” tittade jag på vilka ljudkrav som borde kunna tas bort respektive vad som borde läggas till i ljudklassningsstandarder och BBR. Slutsatserna var väl inte så dramatiska, våra ljudkrav föreföll fungera relativt väl, men exempelvis kunde krav på ljuddämpade rum i ljudklass B omvandlas till en rekommendation eftersom flertalet byggherrar ändå valt att skriva bort kravet. Kraven på tamburdörrar i 2004 års standard föreföll fungera väl, medan det i tidigare utgåvor hade uppfattats som onödigt hårt.

I projektet Innovativa byggprodukter kartlades hinder för tillverkningsföretagen att få lönsamhet i sin produktutveckling. Sammanfattningsvis kan sägas, att det var inköpsprocessen som var boven i detta drama. Akustiker bör därför tala med byggherrarna, så att kravspecifikationerna är tydliga och spärrar för byte till produkter som inte håller måttet.

Automated monitoring for noise and dust

Automated compliance

Reliable instrumentation

Insightful analytics

Expert support



Sonitus Systems provide the instrumentation, software and expert support to let you automate your environmental monitoring projects. With online reporting and exceedance alerts available through our Sonitus Cloud dashboard, you can automate your compliance monitoring, saving time and effort.

For more information on noise, vibration and air quality monitoring solutions, please contact the team at

www.sonitussystems.com

INTRODUCTION

Room acoustic simulations are usually performed based on geometric acoustic principles. This makes the auralization of such simulations straightforward as the spatial information like the incidence directions of the direct sound and the wall reflections are known in a tangible form. Binaural auralization, for example, consists essentially in filtering each such component of the simulation result with the head-related transfer function (HRTF) that corresponds to the direction of incidence of the component and summing up the result over all components. Wave-based methods like finite element method, boundary element method, and finite-difference time-domain compute a sound pressure and/or particle velocity distribution over space. The sound field can only be accessed as a whole, which requires a different approach for auralization compared to the geometric acoustics-based methods outlined above. See Fig. 1 for an example.

When binaural auralization is targeted, an option is to include the listener's head into the simulation and simply playback the signals over headphones that arise at the ear canal entrances of this virtual listener [2]. This is inconvenient because the simulation has to be computed from scratch for each head orientation that one is interested in. When head-tracked playback is targeted, and the head tracking is limited to rotations about the vertical axis, at least 180 evenly distributed head orientations are required for avoiding audible artifacts when the listener turns their head. Enabling head tracking about an arbitrary axis of rotation requires incomparably more head orientations to be computed.

The only alternative approach that is available at this point that comprises no inherent fundamental limitations is sampling of the sound field at a sufficient number of points and then applying mathematical transforms that introduce the listener's head into the sound field in post processing. The listener's head is represented by HRTFs, and the result of the process is the ear signals that would arise at the listener's ears if their head would have been exposed to the simulated sound field. The major advantages of this approach are the circumstances that the sound field needs to be simulated only once and that the orientation of the listener's head can be chosen arbitrarily in postprocessing so that the application of head tracking about arbitrary rotation axes is straightforward.

Such sampling-based auralization methods have been investigated in the academic community since about the early 2000s. Examples for early works are [3,4,5], but it was not until recently that the simulation methods had become so capable that auralization becomes relevant, and data can be created that allow for a systematic perceptual evaluation of the auralization. This evaluation is on-going, but first results indicate that perceptually transparent auralization is feasible, i.e. an auralization that is perceptually indistinguishable from the ground truth, or, in other words, an auralization that sounds exactly like the ground truth. We are currently preparing a manuscript that demonstrates this. It will also explain how ground truth ear signals can be obtained against which the auralization can be compared as this is not obvious.

THE CHALMERS AURALIZATION TOOLBOX

We created the *Chalmers Auralization Toolbox* to support research on the matter. It comprises MATLAB implementations of all previously published (and more) methods for sampling-based auralization of sound fields. It also comes with binaural audio examples. It may be useful to categorize the available methods based on the geometry of the sampling grid. The three basic categories are illustrated in Fig. 2: *Volumetric sampling*, *spherical surface sampling*, and *cubical surface sampling*. »

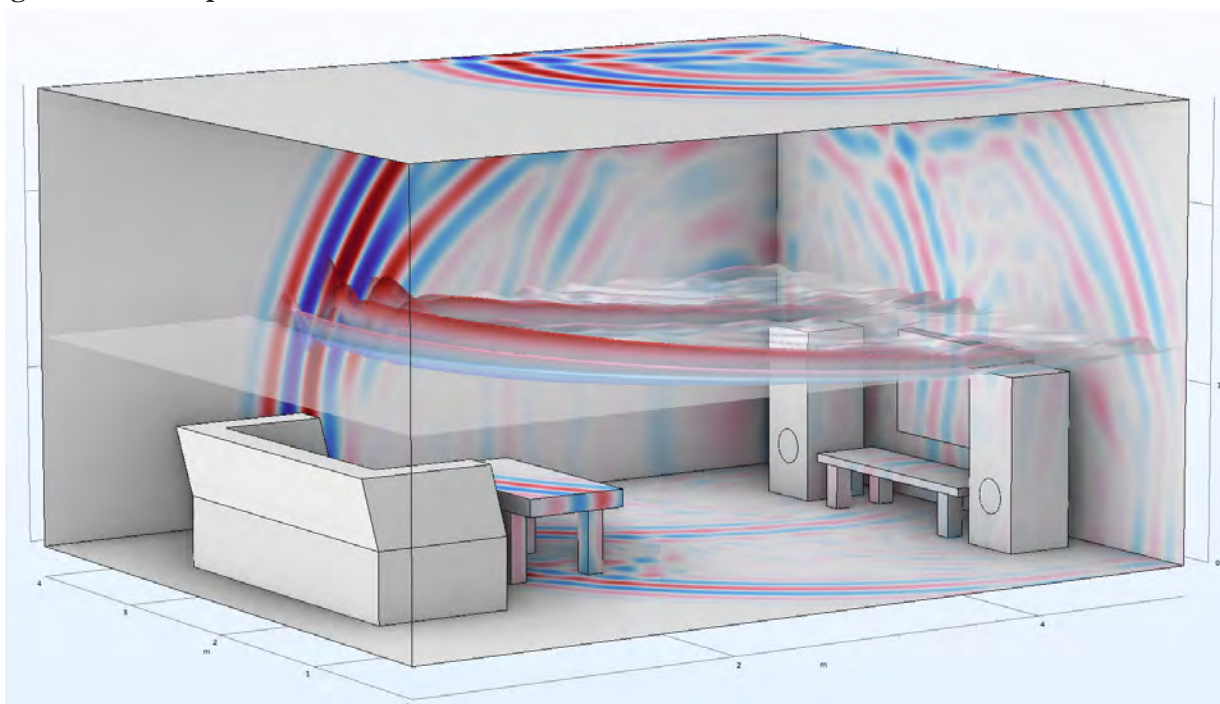


Fig. 1: Example time-domain sound pressure field computed with the *discontinuous Galerkin method*. Screenshot from COMSOL Multiphysics. Data from [1].

If only one sound field quantity is available like the sound pressure, then volumetric sampling needs to be performed. Surface sampling requires either that both sound field quantities (sound pressure and particle velocity normal to the surface) are available as ambiguities arise otherwise that prevent the computation of a solution. Surface sampling can alternatively be performed if only one sound field quantity is available that is sampled on two surface layers with a small distance in between in the order of a few millimeters or less. This allows for computing the second sound field quantity and thereby prevent the named ambiguities.

Our preliminary results show that grids of sizes just smaller than a human head may be most favorable for auralization. Of the grid geometries, spherical surface grids may be most favorable. The numbers of sampling points that are depicted in Fig. 2 are excellent compromises in terms of the computational complexity and the accuracy of the auralization.

Fig. 3 provides example magnitude spectra of the binaural output signals of the auralization pipeline for the spherical surface grid from Fig. 2 (middle) and the ground truth. The scenario depicted is a single broadband plane wave in a free field impinging from different directions. The ground truth is simply the HRTFs of the incidence directions of the different plane waves. We only show horizontal incidence as well as left-ear data for convenience.

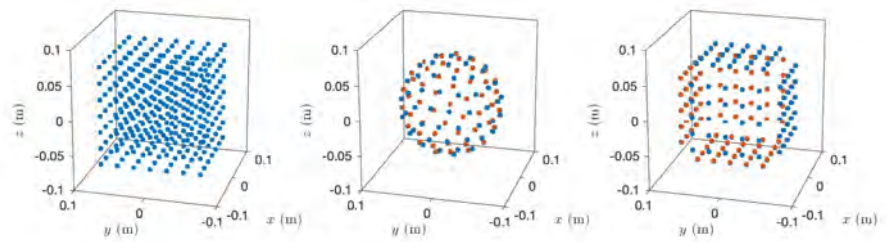


Fig. 2: Example sampling grids: Volumeric (343 points), spherical surface (100 pairs of points), and cubical surface (150 pairs of points). The blue marks denote pressure sampling points, and the orange dots denote coincident particle velocity sampling points.

Fig. 3 shows that the output of the auralization pipeline is numerically identical to the ground truth up to a frequency of several kHz. Deviations arise only at frequencies higher than that. The strongest deviations arise at the contralateral ear where impairments tend to be perceptually least significant. Audio examples of this exact scenario are available under the link provided in Sec. 3.

We highlight that the Chalmers Auralization Toolbox is not intended to be a production tool but rather a reference implementation for research and benchmarking. Its usage therefore requires a noteworthy amount of expertise from the user if it is intended to be used with parameters other than those of the example cases.

The on-going work on the perceptual evaluation of the auralization methods in the Chalmers Auralization Toolbox allowed us for improving the methods compared to the original publications, and we will release an update of the toolbox together with the evaluation results.

RESOURCES

MATLAB implementation:

<https://github.com/AppliedAcousticsChalmers/auralization-toolbox>

Binaural audio examples:

<http://www.ta.chalmers.se/research/audio-technology-group/audio-examples/auditorium-acoustics-2023/>

References

- [1] M. Aretz and M. Vorländer, "Combined wave and ray based room acoustic simulations of audio systems in car passenger compartments, Part II: Comparison of simulations and measurements," *Appl. Acoust.* 76, 52–65 (2014).
- [2] COMSOL Multiphysics application example, "Wave-Based Time-Domain Room Acoustics with Frequency-Dependent Impedance," <https://www.comsol.com/model/wave-based-time-domain-room-acoustics-with-frequency-dependent-impedance-90551>, accessed May 6, 2024.
- [3] B. Stofringsdal and U.P. Svensson, "Conversion of Discretely Sampled Sound Field Data to Auralization Formats," *J. Audio. Eng. Soc.* 54(5), pp. 380-400 (May 2006)
- [4] I. Balmages and B. Rafaely, "Open-sphere designs for spherical microphone arrays," *IEEE T-ASLP*, vol. 15, no. 2, pp. 727–732 (2007)
- [5] M. A. Poletti and U. P. Svensson, "Beamforming Synthesis of Binaural Responses From Computer Simulations of Acoustic Spaces," *J. Acoust. Soc. Am.* 124, pp. 301–315 (2008)

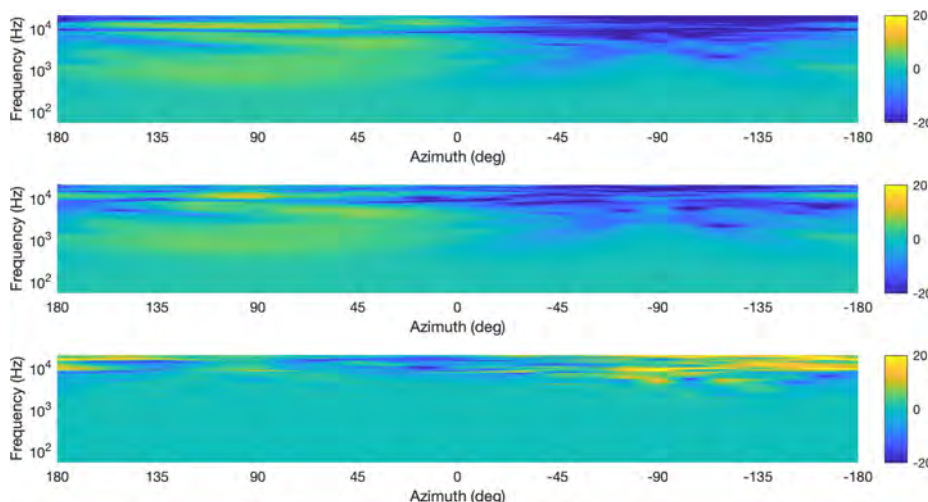


Fig. 3: Magnitudes in dB of HRTFs (top), binaural output of the processing pipeline using spherical surface sampling (middle), and the difference between the two (bottom) for horizontal sound incidence. The horizontal axis denotes the azimuth of the incidence angle. 0° corresponds to sound incidence from straight ahead. The directions around 90° are ipsilateral, and the directions around -90° are contralateral.



Jens Ahrens

Bitr. prof. Avdelning för teknisk akustik
Chalmers tekniska högskola

jens.ahrens@chalmers.se

En rapport från Ljudmiljöcentrum, Lunds universitet. Av Sanne Krogh Groth i samtal med Ann-Charlotte Thysell.

Hej Sanne, var är du just nu?

Jag sitter på terrassen omgiven av en tät bokhäck i en förort till Aarhus i Danmark. Fåglarna har haft fullt upp hela förmiddagen, barnen på dagiset bredvid repeterar inför sin sommaravslutningskonsert och grannen jobbar hemifrån. Deras hund slickade förresten på deras datorskärm. Inget av detta har jag sett, utan gradvis upplevt genom den omgivande ljudmiljön. En ljudmiljö som upplevs trygg, varierad och balanserad. Så är det förstås inte överallt. Andra ljudmiljöer kan upplevas som monotona, bullriga eller oförutsägbara, kanske präglade av ljud från trafik, industribuller, krogar eller grannbråk. De kan vara betydligt sämre stämde än där jag satt. Vägen till en bra ljudmiljö är varken enkel eller tydlig. Och det är för att undersöka och synliggöra detta som Ljudmiljöcentrum (LMC) vid Lunds universitet har inrättats.

Vad är ljudmiljöcentrum och vilket syfte har det?

I år är det 20 år sedan beslutet om att etablera centret togs, och året därpå, 2005, öppnades det. LMC bildades utifrån ett initiativ och förfrågningar från tonsättare med stöd från Kungliga Musikhögskolan i Stockholm. En av pionjärerna inom ljudlandskapsrörelsen, kanadensaren Murray Schafer, hade varit i Stockholm omkring 1980, och hans idéer om vardagliga ljud och deras inverkan på vårt dagliga liv hade gjort stort intryck. 1995 utkom "Manifest för en bättre ljudmiljö" (Arlinger et al 1995), som skrevs av ett antal tonsättare och musikforskare inom ramen för ett projekt som stöds av Kungliga Musikhögskolan (KMA). Drygt tio år senare följde rapporten "Lyssnande Lund: Förstudie om ett tvärvetenskapligt Ljudmiljöcentrum vid Lunds Universitet" (Karlsson 2006), skriven av musikvetaren Henrik Karlsson, som var anställd som forskningssekreterare vid KMA. Båda skrifterna hävdar att ljudmiljöer måste studeras ur flera perspektiv i samverkan mellan flera discipliner. Akustik är ett av många områden som inkluderas.

LMC:s syfte och uppdrag är att stimulera tvärvetenskapligt samarbete och forskning inom ljudområdet. Vi vänder oss till och samarbetar med hela universitetet, externa forskningsinstitutioner och det omgivande samhället.

Vilken typ av verksamhet har

Ljudmiljöcentrum haft genom åren?

Det finns många sätt att lösa vårt uppdrag på. Under tiden då Frans Mossberg var föreståndare (2005-2019) spelad bland annat studier i "tystnad" en central roll Mossberg 2008; Cerwén 2018). Seminarier, konferenser och publikationer var av särskilt signifikans som "output" under den tiden. Sedan jag kom in 2019 har denna linje fortsatt med bl.a. en återkommande seminarieserie med titeln Sound Studies Lecture Series. Här presenterar forskare sina idéer från en rad områden som akustik, arkitektur, antropologi, kognitiv filosofi, kulturvetenskap, geografi, ljudkonst, medicin och musikvetenskap. Som ett exempel kan jag nämna föreläsningen av John Drever, professor i akustisk ekologi och ljudkonst vid Goldsmith University, som med sitt begrepp om "aural diversity" utmanade de föreställningar och normer som finns inom olika ljudområden om vad en "standardlyssnare" är när nya produkter och ljudmiljöer utvecklas. Enligt honom är det väldigt få personers hörsel som lever upp till detta ideal, vilket leder till en rad oavsiktliga situationer. Hans egen utgångspunkt är sonens våldsamma erfarenhet av handtorkar på offentliga toaletter. Denna och alla andra föreläsningar och konferenser videodokumenteras och laddas upp på LMC's YouTube-sida. Genom att besöka sidan kan man också lyssna på föreläsningar från symposiet Underwater

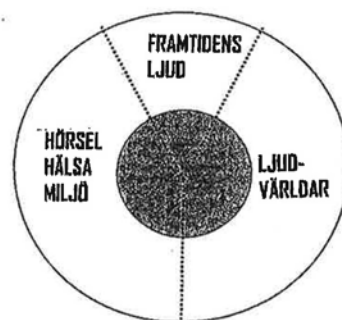
Sounds, där man med ett tvärvetenskapligt perspektiv på ljud undersöker hur dessa ekologiska system är hotade. Här lärde vi oss bland annat hur bullerföreningarna ständigt ökar, och vad buller från containerfartyg betyder för tumlares välbefinnande; hur fiskar låter och hur ljudet av valar först upptäcktes av misstag – som bullerkällor när amerikanerna lyssnade på sovjetiska ubåtar på 1950- och 1960-talen. Sedan blev det en ikonisk ljudsignatur för miljöpartister. Min medkurator ljudkonstnären Åsa Stjerna och jag har sammanfattat seminariet i en artikel i boken ETN:H20 (Groth & Stjerna 2021b).

Med egen bakgrund inom musikvetenskap och min forskning inom ljudkonst har jag haft särskilt intresse i hur man kan förmedla ljud-frågor på ett estetisk sätt. Symposiet Underwater Sound hölls i Rausingsalen på Skissernas Museum i Lund, där vi hade anordnat att publiken i museets foajé möttes av en ljudinstallation skapad av ljudkonstnären Tove Möller. Installationen bestod av 5 egentillverkade högtalare med var sitt ljudspår. Tove Möller har själv förklarat det så här:

*Sjön, Havet, Bäckan, Pölen, Myren, Jokken, Ån och Brunnen möts runt ett bord. Varje vattenindivid representeras av en högtalare och en flagga, högtalarna är samlade runt bordet där en del av ytan består av vatten, när vattnen talar vibrerar vattenytan på bordet.*¹⁾ »

Datalogi • Designvetenskaper • Filosofi • Kognition
Lingvistik • Neurologi • Psykoakustik etc.

Akustik
Audiologi
Arkitektur
Designvetenskaper
HAREC
Landskapsplanering
Miljövetenskaper
Psykoakustik
Stadsplanering
Socialmedicin
Väg- och byggnad
Yrkes- och miljö-
medicin, etc.



Etnologi
Medier och
kommunikation
Företagsekonomi
Humanekologi
Juridik
Kulturgeografi
Musikvetenskap
Psykologi
Statsvetenskap
etc.

Fig. 5. Ljudmiljöcentrums tre "huvudpelare" med kontaktytor mot närmast liggande discipliner.

Figur 1 Modell från rapporten Lyssnande Lund (Karlsson et al 2006, s. 35).

¹⁾ <https://www.lmc.lu.se/aktiviteter/aktiviteter-2020/mot-bakgrund-av-flodande-omstandigheter>

Ljudet från högtalarna kunde inte bara höras, utan även ses i vattnet som utgjorde ytan på det svarta blanka bordet som högtalarna samlades runt. Enligt Tove Möller var detta en liten konferens inom konferensen – en plats där världens vattenresurser kunde diskutera sakernas tillstånd.

Ett annat sätt att förmedla forskning om ljud på ett estetiskt sätt är genom vår ljudbänk som vi köpt från Audiorama i Stockholm. Här presenterar vi både estetiska representationer av ljudforskare vid LU, ljudverk specialbeställda för bänken och verk som vi har utbytt med upphovsmännen på Audiorama i Stockholm. Bänken som står vid Helgonavägen i hörnet av "SOL-huset" är kvadrofonisk - d.v.s. den har 4 inbyggda högtalare och är igång från 08:00 till 20:00 varje dag. Ett av verken vi har beställt är av den danske kompositören och ljudkonstnären Jacob Kirkegaard, som har besökt biologen Per Henningson på Flyglabbet, Lunds universitet. Tillsammans har de fångat en fjärl, vars ljud de har spelat in. Det är den som man hör väldigt svagt flaxa när man går förbi bänken, vilket inbjuder till att koncentrera på att lyssna efter hotade djur.²⁾

Ett större projekt var Negotiating Noise (2020-2021), som vi gjorde tillsammans med vårt partneruniversitet Nottingham University. Här låter vi två identiska workshops äga rum i Lund och Kuala Lumpur, Malaysia, där Nottingham



Figur 2 Tove Möllers ljudinstallation Mot bakgrund av flödande omständigheter, Skissernas Museum, Lund, 12–18 oktober 2020. Foto Sanne Krogh Groth.

University har ett campus. Syftet med detta projekt var inte bara att få ett tvärvetenskapligt perspektiv på fenomenet "buller", utan också att arbeta med det med perspektiv från den globala södern. Först presenterade de inbjudna forskarna (akustiker, arkitekt, antropolog, filosof, geolog, historiker, kompositör, ljudkonstnärer, medicin, musikkvetera, medieforskare, sociolog, etc.) eget förhållningssätt och definition av buller.

Sedan satte vi dem i grupper så att de kunde skriva nya manifest tillsammans. Detta ledde till stor debatt, ja – nästan konflikter. Det hela finns dokumenterat i boken med samma namn, som jag redigerade tillsammans med min medkurator, professor James G. Mansell från Nottingham (Groth & Mansell 2021a).

Slutligen kan jag också nämna vår nätverksverksamhet som i första hand riktar sig till ljudforskare vid Lunds universitet. Ett

²⁾ <https://www.lmc.lu.se/ljudbanken/metamorfos>

Figur 3 Ljudbänken i Lunds Botaniska Trädgård, 2021. Foto: Sanne Krogh Groth.



resultat av detta är bl.a. det så kallade Pufendorf-temat "Sounds of Democracy", där en grupp forskare vid Lunds universitet och två externa gäster har träffats en gång i veckan under en period av 9 månader och diskuterat frågor som rör ljud och demokrati. Detta mynnade bl.a. ut i ett så kallat "audio paper" som ska presenteras på Internoise-konferensen i Nantes i Frankrike i augusti 2024.

Vad gör ni just nu? Vad har ni planerat framöver?

Då uppdraget som föreståndare på Ljudmiljöcentrum är tidsbegränsat till 6 år rekryterar vi just nu en ny föreståndare. Det ska bli intressant att se vad som händer härnäst. När det gäller konkreta aktiviteter planerar vi ett nätverksmöte för Lunds universitets ljudforskare, som kommer att fokusera på finansieringsansökningar. Dessutom planerar vi en konferens den 19 november som kommer att markera vårt 20-årsjubileum. Konferensen är öppen för alla med anmälan som öppnar efter sommaren.

Vad jobbar du med förutom att vara representant för Ljudmiljöcentrum?

Utöver min roll som föreståndare är jag även docent och forskningsansvarig vid Avdelningen för Musikvetenskapliga, Institutionen för Kulturvetenskaper, även det vid Lunds universitet. För närvarande har jag ett forskningsprojekt med en antropolog från Aarhus Universitet om musikgenren Noise på ön Java i Indonesien, som jag ska slutföra när mitt uppdrag är avslutat. Dessutom skriver jag också på en bok om audio papers tillsammans med en gitarrist och konstnärlig forskare från Luleå universitet, som kommer ut på Bloomsbury under nästa år.

Hur kan man få mer information om den forskning som bedrivs och om ljudmiljöcentralens arbete?

Läs gärna mer om Ljudmiljöcentrums verksamhet på www.lmc.lu.se och se mer än 100 filmer från vår verksamhet på vår YouTube-kanal <https://www.youtube.com/@ljudmiljocentrumlundsunive8988>

Referenser:

Arlinger, Stig; Holmstrand, Bengt; Karlsson, Henrik; Nilsson, Leo; Rasmusson, Ludvig; Stockfelt, Torbjörn; Stockfelt, Ola; Strömberg, Mikael. 1995 (2006, 2022). "Manifest för ett bättre Ljudmiljö". Publication from the Sound Environment Centre. Nr. 0. Lund: Lunds Universitet.

Cerwén, Gunnar. 2018. "Tysta områden i Sverige: en kartläggning av initiativ, kunskap och erfarenheter". Publication from the Sound Environment Centre. Nr. 18. Lund: Lunds Universitet.

Mossberg, Frans, ed. 2008. "Ljud och tystnad för sinne och själ: betydelse av ljud och tystnad för själslig och mental rekreation" Publication from the Sound Environment Centre. Nr. 7. Lund: Lunds Universitet.

Groth, Sanne Krogh; Mansell, James G. 2021a. Negotiating noise. Across places, spaces and disciplines. Publications from the Sound Environment Centre at Lund University. Nr. 19. Lund: Lunds Universitet.

Groth, Sanne Krogh; Stjerna, Åsa. 2021b. "Multiröster och ljudet under vattnet." ETN, Nr. 10.

Karlsson, Henrik. 2006. "Lyssnande Lund : förstudie om ett tvärvetenskapligt ljudmiljöcentrum vid Lunds universitet". Publication from the Sound Environment Centre. Lunds: Lunds universitet. □

ecophon
SAINT-GOBAIN



FRÅN LÅGT TILL LÄGRE

Akustiktak från Ecophon är redan på en nivå med några av de lägsta utsläppsvärdena på marknaden och har nu tagit steget lä(n)gre.

- Nya CarbonLow sortimentet med ännu lägre klimatpåverkan
- Samma ljudabsorption och tekniska egenskaper som standardversionerna
- I genomsnitt 35 %* lägre CO₂ utsläpp
- Kan återbrukas och återvinnas

* Jämfört med våra standardabsorbenter av glasull



Läs mer!

SAINT-GOBAIN

TILL MINNE AV SVEN LINDBLAD & TOR KIHLMAN

Sven var prästson med läshuvud. Efter civilingenjörsexamen E på Chalmers blev han akustikkonsult på Svensk Akustikplanering i Göteborg. 1969 efterträdde han Tor Kihlman som laborator i teknisk akustik vid LTH, när Tor återvände till Göteborg för att bli Sveriges första akustikprofessor på Chalmers. Sven doktorerade snart och blev professor och sedermera, 1993 - 1996, rektor för LTH. 1987 - 1989 var han ordförande för Svenska Akustiska Sällskapet.

Undertecknad hade privilegiet att arbeta med Sven 1969 - 1974. Sven var en naturbegåvning som hade en "känsla för vågen" som få andra. Han kunde intuitivt förstå, analysera och för andra förklara komplicerade akustikproblem. Han var en av huvudarkitekterna bakom uppbyggnaden av den nordiska beräkningsmodellen för vägtrafikbuller som utarbetades under 1970-talet. De som var med på den tiden kommer säkert fortfarande ihåg hur han förklarade de då nya tankegångarna kring ljudutbredning över mark med skärmar med sina "ljudkorvar". Mina tråkiga, matematiska förklaringar till samma problem fick inte alls samma genomslag. Sven kompletterade sin tekniska begåvning med stor musikalitet som bland annat illustrerades av hans bejublade "ekotal" som jag hade nöjet att avnjuta ett par gånger i samband med akustiska konferensmiddagar. Sven var tillsammans med sin sociala fru Karin ett fantastiskt värddpar för alla gäster som besökte det nya akustiklaboratoriet i Lund. Jag inbjöds oftast också och fick därigenom tidigt lära känna många berömdheter inom akustiken, något jag fick stor glädje av senare i livet.

/Hans Jonasson



Tor Kihlman Professor Tor Kihlman avled 23 april 2024 89 år gammal. Jag stötte på Tor första gången 1975 när jag läste Teknisk fysik på Chalmers Tekniska Högskola och gick en kurs i Tillämpad mätteknik. Tor hade en lektion i akustik och kastade sig ner i hörnet av föreläsningssalen för att illustrera betydelsen av ljudkällans placering. Han var för övrigt en duktig gymnast. Jag gillade Tor och läste akustikkurserna,

gjorde examensarbete i akustik och doktorerade så småningom teknisk akustik. Man kan säga att vi tillbringade 6 år tillsammans. Jag uppfattade att han brydde sig mycket om döttrarna och sonen. Föräldrarna Karin och Herman, som var av olika politisk kulör kom då och då på tal. Tor doktorerade i Lund 1967 och blev laborator i byggnadsakustik där påföljande år. 1969 konkurrerade han ut Stig Ingemansson när Sveriges första ordinarie professor i byggnadsakustik skulle tillsättas. Tor var samhällsengagerad och arrangerade konferensen Teknik för ett lagom samhälle 1979 och blev Chalmers prorektor 1983. Jag minns att han var engagerad i Kungliga vetenskaps- och vitterhetssamhället i Göteborg. Jag och en annan doktorand fick hjälpa till med ljuddemonstration när Tor skulle hålla ett föredrag där någon gång i början på 80-talet. Tor Kihlman var min lärare, handledare och examinator. Vid muntlig tentamen av till exempel Cremer, Heckl & Ungars "Structure-borne sound" ville han säkerställa att jag begripit det hela. Han var bra för mig och för utveckling av en god ljudmiljö för människor i Sverige och Europa.

/Martin Almgren



EXAMENSARBETEN FRÅN UPPSALA UNIVERSITET

Anton Virtanen

Uppsala, Sweden 2024

Teknisk-naturvetenskapliga fakulteten

Miljövetenskap

IMPLEMENTERINGEN AV NORD2000 I SVENSKA BULLERUTREDNINGAR: EN JÄMFÖRELSE MELLAN DE NORDISKA BERÄKNINGSMETODERNA OCH NORD2000

I takt med urbaniseringen utsätts fler personer för högre bullernivåer orsakat av väg- och spårtrafik. Det har länge varit känt att långvarig exponering av buller kan leda till en rad olika hälsoproblem, men har även på senare år även visats ha negativ påverkan på biodiversitet. För att kartlägga bullernivåer alstrat av väg- och spårtrafik används i Sverige idag de Nordiska beräkningsmetoderna (Nord96). Det råder dock en konsensus bland akustiker att metoden är utdaterad. I Sverige planeras det

att genomföra ett skifte till den mer sofistikerade metoden Nord2000 under år 2024. Det är därmed väsentligt med en jämförelse mellan de Nordiska beräkningsmetoderna och Nord2000 för att utvärdera eventuella konsekvenser ett skifte skulle kunna medföra. Ansvariga för detta skifte är Kunskapscentrum om buller som tagit fram en användarhandledning som ämnar till att beräkningsjämförelser ger så rättvisande resultat som möjligt.

Syftet med detta examensarbete har varit att identifiera eventuella brister utifrån ett genomförandeperspektiv i den framtagna användarhandledningen samt att jämföra de två beräkningsmetoderna Nord96 och Nord2000, för väg- och spårtrafik. Tolv typfall konstruerades med hjälp av

att identifiera eventuella brister utifrån ett genomförandeperspektiv i den framtagna användarhandledningen samt att jämföra de två beräkningsmetoderna

beräkningsprogrammet SoundPLAN 9.0 för att studera eventuella skillnader. Vidare gjordes beräkningar för ett verkligt fall för ett område i Farsta, Stockholm.

Resultatet visade på skillnader i beräknad ljudnivå mellan de två beräkningsmetoderna för väg- och spårtrafik. Resultatet tyder på att ett skifte kan medföra att riktvärden vid uteplatser i skärmdade områden för vägtrafik samt vid fasad i riktning mot ljudkälla för spårtrafik kan bli svårare att uppfylla. Vidare kunde ett antal

förbättringsmöjligheter med avseende på den framtagna användarhandledningen identifieras. Studien visar att värden på inparametrar för vägytans temperatur och fördelning i trafikflödet bör klargöras samt att mer underlag för valet av värden på väderparametrar efterfrågas. □

DOKTORSAVHANDLINGAR FRÅN KTH

Emelie Trigell

Stockholm, Sweden 2023

Engineering and Technology, Fluid Mechanics and Acoustics

Engineering Mechanics

OPERATING CONDITIONS IMPACT ON FLOW AND ACOUSTICS IN TURBOCHARGER COMPRESSORS

Fluid machines are an integral part in energy conversion with applications from pumps, fans, propellers, compressors and turbines. In the automotive industry, turbochargers are commonly employed to counteract the effect of engine downsizing. However, designing efficient compressors with wide operating ranges and reduced noise emissions constitute a challenge.

This thesis investigates flow instabilities and sound generation in turbocharger compressors, utilizing compressible Large Eddy Simulations (LES). The numerical approach is validated through sensitivity studies and comparison with measurement

data. Three different compressor designs used in both light-duty and heavy-duty applications are examined with the aim of enhancing the understanding of rotating stall mechanism in real-world configurations and their impact on aerodynamically generated noise.

the developed numerical simulation and post-processing methods have potential application in a range of turbocharger systems, from hybrids to fuel cell application

The analysis employs compressible Navier-Stokes equations with a scale-resolving model, evaluating its robustness in comparison to other computational methods under various operating conditions. The system's response to time-varying boundary conditions is assessed, and the effect of pulse amplitude is quantified.

Subsequently, the mechanism for aerodynamically generated noise, focusing

on the broadband components are explored through analysis of the recirculation region. Resolving the Taylor micro-scale in the recirculation region enhances the understanding of the dynamics in this zone. It is demonstrated that an inlet recirculation zone develops near surge conditions, which is highly sensitive to the choice of boundary conditions and turbulence formulation. Passive flow control, such as the ported-shroud, are considered to illustrate their influence on performance, stability and noise.

Finally, the system is studied using a two-port method, accounting for rotational effects. This provides insights into the transmission properties at low frequencies (< 3 kHz) and the mechanism of sound generation. It is demonstrated that the use of Computational Fluid Dynamics can improve the understanding of flow-acoustic interaction in complex geometries. Additionally, the developed numerical simulation and post-processing methods have potential application in a range of turbocharger systems, from hybrids to fuel cell application. □

Anders Johansson
 Stockholm, Sweden 2023
 Vehicle Engineering
 Engineering Mechanics

**FINAL APPROACH:
 MEASUREMENTS AND
 RATINGS OF AIRCRAFT
 LANDING NOISE**

Following the liberalization of the aviation market in the mid-1990s, there has been a significant increase in aviation activities worldwide. This has inevitably resulted in the expansion of airports, which in numerous regions has led to concern and conflicts over increased noise levels. For people residing near airports, the constant noise can be distressing, interrupting sleep and leading to general noise annoyance. Indeed, noise pollution is serious and ranks second as the most significant environmental health hazard after air pollution. The World Health Organization's 2018 guidelines on environmental noise

affirm this, highlighting the harmful effects and setting stricter aircraft noise thresholds than previous standards. This poses challenges, as the current technological landscape finds it difficult to achieve the necessary noise reduction. Plus, given the long life expectancy of the existing aircraft fleets, modern technological advancements pushing noise reduction will not be realized within the next decade. Noise mitigation strategies should, therefore, not only focus on technological advancements but also consider other paths forward, such as noise abatement landing procedures.

During the flight cycle, it is the landing phase that contributes most significantly to the noise impact. This is well-known, and through the years, methods have been designed that effectively mitigate noise during the middle stages of the approach,

principally by maintaining aircraft at elevated altitudes for extended periods and bypassing noise-sensitive areas. However, the dynamic noise characteristics of the aircraft itself are often overlooked, missing opportunities for noise reduction in closer proximity to the airport. Adopting an experimental approach, the work presented in this thesis investigates the possibilities of quieter landing procedures, focusing on the final phase of the approach and the aircraft as a variable noise source. Findings suggest that quieter approach procedures are feasible without interfering with established safety standards, emphasizing delayed landing gear deployment as a key strategy. However, reconciling the goals of sustainable aviation with the demands of present-day air traffic remains a formidable challenge. In other words, fly less. □

“quieter approach procedures are feasible without interfering with established safety standards”

- Kapabel, mångsidig, klass 1 ljudanalysator
- SAMTLIGA moduler INGÅR vid inköp
- GRATIS uppdateringar livet ut



STIPA och Full STI

R'w, DnT,w och LnT,w direkt i instrumentet

Fullfärg pekskärm, aluminiumchassi, inbyggt uppladdningsbart batteri

För mer info kontakta Springwell Audio
info@springwellaudio.se
www.springwellaudio.se

Reliable, easy to use, affordable

BEDROCK AUDIO AM100



Johan Nygren

Stockholm, Sweden 2023

Fluid Mechanics and Acoustics, Vehicle Engineering, Environmental Engineering Vehicle and Maritime Engineering

NOISE EMISSIONS FROM SUSTAINABLE TRANSPORT: A MULTI-SCALE MODELING APPROACH

Noise emissions from transportation remain one of the greatest environmental issues of modern day. Inhabitants in urban environments are especially exposed, with almost 80 million people in the European Union exposed to noise levels exceeding the recommended limits set by the World Health Organization (WHO). The community engaged in the research field of environmental acoustics is in agreement: the exposure to road traffic noise must be reduced to the benefit of our health and well-being. While the health-related effects from exposure of traffic noise are problematic and of utmost importance to reduce, the provision of efficient transport is also a necessity. Therefore, innovative approaches and solutions are critical, e.g. in infrastructure, policies, legislation, or technological aspects of the vehicles, to

sustainably fulfill the mobility needs of tomorrow. These conflicting requirements on transportation call for a more holistic approach to traffic analysis, and a better understanding of the relation between these effects from the traffic.

the NEC methodology enables the assessment of systemic impact of noise exposure at a micro-scale resolution of the traffic

This thesis introduces the noise exposure cost (NEC) methodology to evaluate the contributions from individual vehicles to the overall traffic noise impact in a systemic, multi-vehicle context. By integrating NEC with microscopic traffic simulations, the approach allows for feedback on the long-term noise exposure caused by specific vehicles at a micro-scale. Vehicle noise emissions result from both vehicle type characteristics and driving behavior, which can be assessed holistically. The work

performed as part of this thesis emphasizes the trade-off between model scalability and fidelity in traffic simulations, noise prediction, and the evaluation of health and well-being impacts. It also explores the connection between models, highlighting dependencies on vehicle properties and kinematics. The research identifies the significant influence of acceleration on vehicle noise emissions, especially during peak urban traffic hours, impacting correlations between model outputs.

Additionally, the concept of allocating the noise exposure cost down to individual vehicles by means of contributed acoustic energy is expanded to take the main contributing vehicles and time-segments into consideration, and to allow for a non-linear weighting factor. These allocation strategies also allow for more of the total NEC being allocated to more noisy vehicles, as vehicles that contribute more to the overall noise exposure than others may be more easily identified.

In conclusion, the NEC methodology enables the assessment of systemic impact of noise exposure at a micro-scale resolution of the traffic, and may prove useful for holistic approaches to evaluate noise-related legislations and policies, as well as technological aspects of the vehicles. □

Asuka Gabriele Pietroniro

Stockholm, Sweden 2023

Fluid Mechanics and Acoustics Engineering Mechanics

TURBOCHARGER COMPRESSOR NOISE: A NUMERICAL STUDY

Road transport is the primary means of conveyance of passengers and freight in the EU, accounting for 71% and 52% of the totals, respectively. At low speeds and in situations with frequent start-stops and accelerations, i.e., typical in downtowns and residential areas, the noise from the turbocharger compressor becomes a distinctive source of noise and an important contributor to road transport noise, affecting human health and wildlife, both inside and outside urban areas. To reach quieter operation, the reduction of the

aerodynamic noise sources must be addressed; by investigating the noise mechanisms, it is possible to develop noise reduction technologies.

the study is a valuable base on which to develop further aerodynamic noise source investigations within rotating machines

The thesis' aim is to be a systematic numerical study of the aerodynamically generated noise in turbocharger compressors. Several simulation techniques were employed in the search for a thorough understanding of the acoustic behaviour of such machines, spanning from the steady state Reynolds averaged Navier Stokes

(RANS) with a quick turnaround to the scale-resolving detached eddy simulation (DES), allowing to retrieve information about the acoustic field by means of turbulence predictions and the direct noise computation (DNC) approach. The acoustic results, only describing source information thanks to the non-reflecting boundary conditions developed as part of the work, were verified against experimental data with satisfactory match. On data from such setups, decomposition techniques based on the momentum potential theory (MPI) and the dynamic mode decomposition (DMD) were implemented to gain further insight into the noise generation mechanisms and the locations of the fluctuations of main interest.

The study is a valuable base on which to develop further aerodynamic noise source investigations within rotating machines. □

Den nationella bullersamordningen rekommenderar Nord2000 som anvisad metod för beräkning av buller från vägtrafik från och med 2024-06-01 och för beräkning av buller från tågtrafik från och med 2025-01-01. Artikeln ger en inblick i arbetet med förberedelserna inför övergången och lyfter fram några av nyheterna med metoden.

KUNSKAPSCENTRUM OM BULLER

Den nationella samordningen av omgivningsbuller som drivs av Naturvårdsverket inrättade 2017 ett Kunskapscentrum om Buller genom en överenskommelse mellan Boverket, Naturvårdsverket, Trafikverket och Transportstyrelsen. Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI) fick i uppdrag att driva Kunskapscentrum om Buller som projekt ett år i taget och uppdraget bestod i att utveckla mät- och beräkningsmetoder för buller och stödja myndigheterna när det gäller bullermätning. Inledningsvis låg fokus huvudsakligen på att skapa förutsättningar för att kunna göra strategiska kartläggningar med den EU-gemensamma beräkningsmetoden Cnossos-EU eftersom det var ett krav i det europeiska bullerdirektivet (2002/49/EC) att den metoden skulle användas för bullerkartläggningen som skulle rapporteras till kommissionen under 2022.

ERSÄTTARE TILL NORD96

Uppdraget till Kunskapscentrum om Buller från myndigheterna inkluderade även frågan ifall Cnossos-EU kan rekommenderas som ersättare för Nordisk Beräkningsmodell, reviderad 1996 (Nord96), för användning i svenska trafikbullerutredningar. I samband med arbetet med Cnossos-EU gjordes jämförelser mellan Cnossos-EU, Nord96 och Nord2000 som ledde fram till slutsatsen

att Nord2000 är flexiblar, mer robust i komplexa situationer, och inte minst är den betydligt noggrannare än Cnossos-EU [1] och därför bättre lämpad att ersätta Nord96 i Sverige. Felaktiga beräkningsresultat orsakar försämrade rättssäkerhet och stora merkostnader – för högt beräknade ljudnivåer leder till onödiga kostnader för anpassning och bullersänkande åtgärder, medan för lågt beräknade ljudnivåer medför alltför hög bullerexponering som kan ge negativa hälsoeffekter.

Även om Cnossos-EU visade sig inte vara den mest lämpliga ersättaren till Nord96 så innebar arbetet med att ta fram underlag till beräkningar med Cnossos-EU i Sverige att det uppstod en lämplig tidpunkt för övergång till Nord2000 eftersom en del av underlaget är gemensamt för Cnossos-EU och för Nord2000. När arbetet med att förbereda inför den strategiska bullerkartläggningen med Cnossos-EU var genomfört förlängdes överenskommelsen mellan Naturvårdsverket, Trafikverket, Transportstyrelsen och VTI, dock utan deltagande från Boverket, med uppdraget att ta fram underlag för att kunna rekommendera Nord2000 som beräkningsmetod för trafikbuller i Sverige.

INVENTERING NORD2000

Först gjordes en inventering för att klarlägga var Nord2000 står idag och vad som behövde göras innan Nord2000 kan börja användas i svenska utredningar. Utvecklingen av Nord2000 har pågått under många år och metoden beskrivs i ett stort antal levererade rapporter. Därför kan det vara svårt för den oinvidige att säkert veta vilka rapporter som definierar nu gällande metod och vilka rapporter som inte längre gäller. I jämförelse består Nord96 av endast två rapporter, en för vägtrafik och en för spårtrafik. Inventeringsarbetet redovisas i en rapport som går igenom historik och nuvarande status för Nord2000 och diskuterar utvecklingsbehov, dels inför att metoden ska börja användas i Sverige och dels behov av utveckling på längre sikt [2].

ANVÄNDARHANDLEDNING

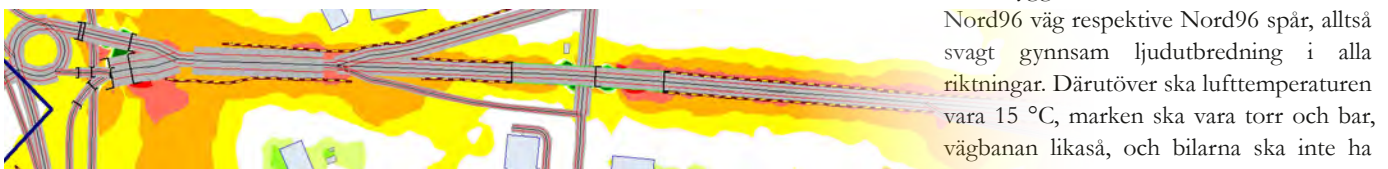
Nord2000 har stöd för mer detaljerade indata och både väg- och spårtrafik har fått uppdaterade källdata. Sammantaget ger detta mycket bättre möjligheter att bygga upp verklighetstroga modeller och beräkna realistiska ljudnivåer. Exempelvis

- finns det fler fordonsklasser för vägtrafik än tidigare,
- kan korrekationer göras för dubbdäck, våt vägyta, vägytans ålder och vägfordonens acceleration,
- beskrivs markens porositet med åtta markimpedansklasser, jämfört med Nord96 som bara skiljer mellan mjuk och hård mark,
- går det att göra beräkningar för olika väder och därmed räkna sanna årsmedelvärden som till exempel Lden och Lnigt,
- med mera.

Men alla nya detaljer medför samtidigt en ökad risk att olika beräkningsutförare inte använder samma synsätt när de väljer beräkningsförutsättningar, något som i slutändan skulle kunna leda till att resultaten inte blir jämförbara. Därför beslutades om att ta fram en officiell svensk användarhandledning för trafikbullerutredningar med Nord2000 [3].

Målgrupp för användarhandledningen är i första hand de personer som utför sådana utredningar. Den utgår från rådande arbetssätt för bullerutredningar för att beskriva hur val av förutsättningar normalt bör göras och ger förslag på standardvärden och schabloner som kan användas när det saknas bättre underlag. Syftet är att förenkla och harmonisera svenska väg- och tågbullerberäkningar som görs med Nord2000, där harmoniseringen ska säkerställa att olika utförare kommer fram till samma resultat när de använder samma underlag.

Harmoniseringen ska samtidigt borga för att de förutsättningar som gäller för de svenska riktvärdena är uppfyllda. Exempelvis ska beräkningarna göras med s k referensväder där väderparametrar väljs för att motsvara de inbyggda väder som förekommer i Nord96 väg respektive Nord96 spår, alltså svagt gynnsam ljudutbredning i alla riktningar. Därutöver ska lufttemperaturen vara 15 °C, marken ska vara torr och bar, vägbanan likaså, och bilarna ska inte ha dubbdäck.



Kategori	Kort beskrivning	Max bruttovikt (kg)	Fordonslängd (m)
1	Lätta fordon	3 500	<5,5
2	Medeltunga fordon (tunga fordon med två axlar)	3 500–12 000	5,6–12,5
3	Tunga fordon	>12 000	>12,5
4	Övriga tunga fordon (traktorer, lantbruksmaskiner, motorredskap)		
5	Tvåhjulingar (mopeder, motorcyklar)		

Tabell 1. Förenklad sammanställning över fordonskategori 1–5 enligt Nord2000. Kategori 2 har två axlar och 4–6 hjul, medan kategori 3 har tre eller fler axlar.

FLER VÄGFORDONSKATEGORIER

Nord2000 delar in fordonen i fem huvudkategorier enligt tabell 1. Det finns dock inte så mycket underlag för kategori 4 och 5 så tills vidare används normalt bara kategori 1–3. För tunga fordon i kategori 3 kan emissionen korrigeras efter antalet axlar. Detta tillsammans med att Nord2000 skiljer på framdrivnings- och rullbuller ger mer korrekta emissioner än vad som är möjligt med Nord96 som bara skiljer på lätta och tunga fordon.

UPPDATERADE STANDARDAVVIKELSER FÖR MAXIMALNIVÅ FRÅN VÄGTRAFIK

Eftersom Nord2000 till skillnad från Nord96 delar upp de tunga fordonen i två kategorier, medeltunga och tunga fordon, fanns det ett behov av att uppdatera standardavvikelsena som beskriver hur den A-vägda maximalnivån sprider mellan olika passager. Även den tekniska utvecklingen hos vägfordon sedan 1990-talet motiverade en ny inmätning. [4]

NYA SVENSKA VÄGYTEKORREKTIONER

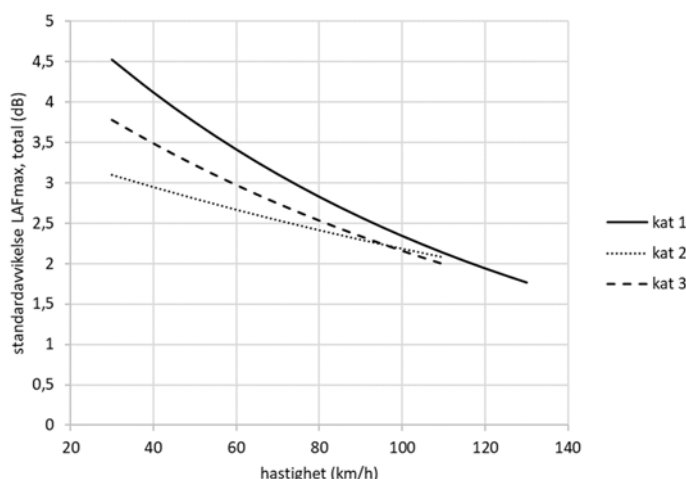
En annan nyhet på vägsidan är att det nu finns hastighetsberoende vägytekorrektioner i tersband för svenska ABS-, ABT- och TSK-beläggningar. Korrektionerna har baserats på resultat från mätningar enligt CPX-standarden gjorda vid olika tillfällen mellan åren 2010 och 2020 [5]. Ett exempel på sådana mätresultat vid 50 km/h för P1-däck (motsvarar lätta fordon) redovisas i Figur 2. Korrektionerna anges relativt Nord2000:s referensvägtyta, en virtuell vägtyta som är ett medelvärde av ABS 11 och ABT 11.

NYA TÅGKÄLLDATA

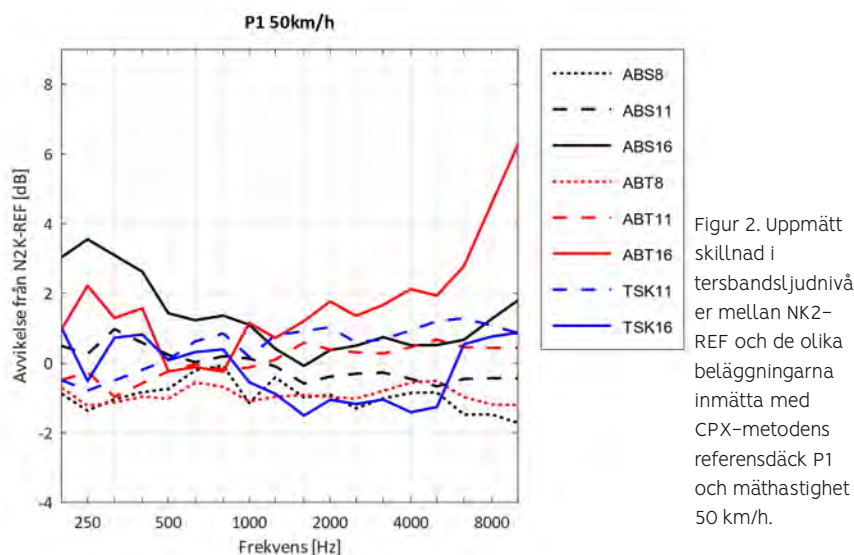
Uppdaterade tågkälldata har tagits fram för tåg som går på Trafikverkets spår [6]. En nyhet relativt tidigare mätkampanjer är att man denna gång tillämpat en metod för att normera alla mätresultat mot rälets ytråhet. På varje mätplats mättes räalhuvudets ytråhet. En av mätplatserna valdes ut som referens och emissionsdata för övriga mätplatser normerades till dennas ytråhet. En förenklad mätmetod för att fastställa en entalskorrektion baserat på mätning av rälets ytråhet har tagits fram [7].

PRELIMINÄRA KÄLLDATA FÖR ELBILAR

I användarhandledningen redovisas även preliminära källdata för elfordon i kategori 1, 2 och 3. Dessa data bygger dock på mycket begränsade underlag och bör inte tas för att vara annat än just preliminära. Arbete pågår med att skapa mer pålitliga källdata för elfordon och när de finns tillgängliga kommer de publiceras i en uppdaterad version av användarhandledningen. »



Figur 1. Standardavvikelse för L_{AFmax} fordonskategori 1–3.



Figur 2. Uppmätt skillnad i tersbandsljudnivåer mellan NK2-REF och de olika beläggningarna inmätta med CPX-metodens referensdäck P1 och mät hastighet 50 km/h.



Figur 3. Mätning av bulleremission från Flixtrain persontåg utmed Västra stambanan.

HEMSIDA

Allt underlag som tagits fram i arbetet med att skapa förutsättningar för beräkningar med Nord2000 i Sverige finns samlat på den hemsida som förvaltas av Kunskapscentrum om Buller – www.kunskapscentrumbuller.se. Sidan har uppdaterats kontinuerligt allt eftersom de olika underlagen har färdigställts, kvalitetsgranskats och slutrapporterats till de uppdragsgivande myndigheterna.

Referenser

[1] A. Gustafson, A. Genell, *Beräkning av vägtrafikbuller med CNOSSOS-EU, Nord2000 och Nord96 – En underlagsrapport, del 1 och 2*. Rapport för Kunskapscentrum om Buller, Gärdhagen Akustik AB, 2022.

[2] A. Gustafson, A. Genell, M. Ögren, *Status Nord2000 – Inventering av Nord2000 relativt svenska behov*, Kunskapscentrum om Buller, 2022.

[3] A. Gustafson, A. Genell, M. Ögren, *NORD2000 – Användarhandledning för beräkning av buller från väg- och spårtrafik för svenskt bruk*, Kunskapscentrum om Buller, 2024.

[4] A. Gustafson, A. Genell, *Maximalnivå vägtrafik – Mätning av maximalnivåns spridning för underlag till bullerberäkningar*, Kunskapscentrum om Buller, 2023.

[5] A. Genell, A. Gustafson, *Korrekationer för vägbeläggningar – Uppdaterade korrekationer för olika svenska vägbeläggningar för användning i Nord2000*. Kunskapscentrum om Buller, 2024.

[6] M. Ögren, A. Genell, T. Jerson, P. Torstensson, A. Gustafson, *Svenska indata för beräkning av buller från spårburen trafik med hjälp av Nord 2000, version 1.21*, Sahlgrenska Universitetssjukhuset, Arbets- och miljömedicin, Västra Götalandsregionens Miljömedicinska Centrum (VMC), 2023.

[7] M. Ögren, *Beräkning av spårkorrektio från yträbet på rälen för bullerberäkningar, version 1.5*, Kunskapscentrum om Buller, 2024.



Andreas Gustafson

Forskningsingenjör
VTI: Statens väg- och transportforskningsinstitut
andreas.gustafson@vti.se



Anders Genell

Föreståndare vid
Kunskapscentrum om buller
Senior forskare
VTI: Statens väg- och transportforskningsinstitut
anders.genell@vti.se

EXAMENSARBETEN FRÅN CHALMERS

Simon Johansson

Gothenburg, Sweden 2023

Architecture and Civil Engineering

Applied Acoustics

ACOUSTIC LEVITATION IN A CYLINDRICAL CAVITY; A MODAL SUPERPOSITION APPROACH

A method has been developed for calculating the acoustic radiation force acting on a small spherical bead in a sound field within a rigid boundary cylindrical cavity, using a modal approach. Modes are selected by a method comparing their

relative strengths, within a specified dB range below the strongest mode. The total sound field is calculated as the superposition of fields from different excitation points, each composed of a summation of mode shapes within the specified range. The total sound field is then used to calculate the force, by use of a previously established model. Three different simulated acoustic traps with a sound field excited by a plane transducer array at the bottom of the cylinder are presented. The traps are constructed by numerical optimization of the transducer phases and amplitudes such that the total sound field gives rise to

converging forces at a designated position. One of the three simulated traps was also tested experimentally, where an acoustic trap at the designated position was not found. However, three other traps, one about 1 cm above the designated position, one in the center of the cylinder, and one about 5 mm offset from the center radially and in height, were found. Two of these alternate traps are also predicted by the developed model, which points towards the existence of a trap at the designated position as well, although hard to find by manual bead placement. The third found trap is not predicted by the model. Further research is needed to understand why that is, and how the model can be improved. □

Sally Arand

Gothenburg, Sweden 2023

Architecture and Civil Engineering

Applied Acoustics

NOISE REDUCTION OF MINE AND TUNNEL VENTILATION; INVESTIGATIONS ON SCALE MODELS AND METHODS TO DETERMINE NOISE REDUCTION

Ventilation systems used in mines and tunnels contain big axial flow fans, which dominate the sound environment together with the noise generated from heavy machinery. To fulfil the demands regarding work-placement and environmental regulations and with increasing awareness of noise induced health issues, the reduction of the emitted sound is investigated in a thesis project with practical measurements and simulations. To do fast investigations a scale model of the ventilation system was designed. The fan scaling laws, which are used to scale fan properties between different fan sizes, showed, that by reducing the fan size and the rotational speed the fan performance will decrease highly. The resulting effect on the flow properties is rather small. The blade passage frequency will change, which leads to a change in the acoustic similarity. CFD simulations were performed in Comsol Multiphysics 6.1 to investigate the pressure and velocity field closely over a perforated plate and around a centrubaffle, which are both part of the silencer of the ventilation system. The results showed a laminar-sublayer close to the wall and an increase in the fluctuations of the velocity and the pressure in the flow duct when adding the centrum-baffle. In the practical part of the thesis the silencer of the ventilation system was scaled and its acoustic properties were determined with measurements. The transmission loss measurement methods were compared by using the two room method with microphones and a sound intensity probe. Both methods showed similar results. Insertion loss and level difference were measured in another setup. Overall there was no big difference between the silencer characteristics measured from the different methods. It was found that the most

effective reduction is brought from the absorption material. The perforated plate does not add to the noise reduction. At last an acoustic simulation for the silencer was set up in Comsol to investigate the transmission loss of the silencer further. Due to limitations in computational resources, the model is restricted to plane wave excitation, which limits the accuracy of the model and the possibility to directly compare the measurements with the simulation results. But both show the most effect due to the absorber and no added reduction by the perforated plate. □

“the most effective reduction is brought from the absorption material”

Oscar Björneklett

Gothenburg, Sweden 2023

Architecture and Civil Engineering

Applied Acoustics

EVALUATION OF LOW-FREQUENCY FAÇADE INSULATION DOWN TO 20 Hz; MEASUREMENT OF LOW-FREQUENCY FAÇADE INSULATION DOWN TO 20 Hz AND SUBJECTIVE ASSESSMENT OF SYNTHESIZED CRUISE SHIP NOISE

Low-frequency noise has become a growing concern due to its potential adverse effects on human health. However, existing measurement standards and calculation software typically do not cover frequencies below 50 Hz, despite the human hearing threshold extending down to 20 Hz. The knowledge gap regarding sound insulation in the lower frequency range has prompted the need for further research. Recent regulations allow for industrial noise to exceed permissible levels near dwellings as long as indoor requirements are met,

creating opportunities for construction in previously unsuitable areas. An example of such a location is Värtahamnen in Stockholm, where cruise ships regularly dock and generate noise from their ventilation systems and onboard electricity generation. These ships are expected to produce low-frequency noise that may pose challenges for nearby planned dwellings. This raises questions about evaluating low-frequency sound insulation and establishing reliable measurement methods, considering that sound pressure levels within rooms can vary significantly due to room modes. This thesis utilizes a field-tested measurement method to assess the sound insulation of façades down to 20 Hz. The measurements also include a subjective assessment of synthesized cruise ship noise and its perception by the auditory system. Additionally, a finite element model was utilized to analyze room modes and gain further insights into their influence on the acoustic environment. The results of the measurements indicate that common façade structures exhibit a moderate sound insulation capability down to 20 Hz. Among the various parameters that affect sound insulation below 100 Hz, room modes and windows were found to have the most significant impact. The subjective assessment revealed that when the synthesized cruise ship noise is barely audible in the receiving room, its frequency contents below 80 Hz lie below the human hearing threshold; however, as the noise levels increase to the point of being disturbing, this frequency limit is lowered to 31,5 Hz. These results indicate that modern façades may have adequate sound insulation below 50 Hz considering the human hearing threshold. However, achieving this requires careful planning and construction. □

“among the various parameters that affect sound insulation below 100 Hz, room modes and windows were found to have the most significant impact”

Christopher Herrey
Gothenburg, Sweden 2023
Architecture and Civil Engineering
Applied Acoustics

DIFFUSERS IN SMALL PRACTICE ROOMS; THE EFFECT OF ADDING SEMI-CYLINDER DIFFUSERS IN SMALL PRACTICE ROOMS INTENDED FOR MUSIC REHEARSAL

This master's thesis investigates the acoustical effects on the sound field of a small practice room when adding semi-cylinder diffusers. The study mainly seeks to determine whether general principles and applications for diffusers, proven to be effective in larger spaces, can be applied with satisfactory results to smaller rooms such as small practice rooms. A combination of subjective and objective investigations was performed to investigate this topic. The subjective investigations involved on-site evaluations by musicians, as well as a blind test where participants listened to binaural recordings of different combinations of diffuser setups. The objective investigations involved measurements of room acoustical parameters, as well as a binaural impulse response measurement to study early reflections. The findings suggest that semi-cylinder diffusers were not effective in removing coloration due to comb-filtering effects in a small practice room. While strong reflections were attenuated, and the number of reflections increased, the attenuation may not have been enough, and the introduced reflections might have been too strong, as a consequence of the small area of the practice room. This may have caused the frequency response to exhibit an even more distinct comb-filtering pattern, indicating more coloration. However, the increase in coloration may be seen as minor as there were no indications that any coloration was heard by the participants. The findings suggest on the contrary that participants preferred the setups with more diffusers. However, this improvement may have been attributed to a lowering of the reverberation time, where the semi-cylinder

the subjective investigations involved on-site evaluations by musicians, as well as a blind test where participants listened to binaural recordings of different combinations of diffuser setups

diffusers were found to provide membrane absorption in the lower frequency region, and absorption in the higher frequency region from a lowering of the mean-free-path. □

Jesper Holsten
Gothenburg, Sweden 2023
Architecture and Civil Engineering
Applied Acoustics

EXPLORING AURALIZATIONS WITH MULTIPLE DOPPLER EFFECTS FOR URBAN SOUND PLANNING

Increasing noise levels due to urban densification is a major concern in many countries. Long-term noise exposure is associated with a long list of health risks, including heart attacks, diabetes, and sleep disorders, to mention a few. To mitigate such health risks, thorough urban sound planning is a must. Noise prediction models are often used to estimate A-weighted sound pressure levels in a sound planning process. Nevertheless, solitary use of sound pressure levels is not sufficient to evaluate the psychoacoustic aspect of sound. Auralizations were therefore proposed in this thesis as a complement to existing noise prediction models in urban sound planning. Moreover, a specific aim was to validate the plausibility of auralizations with multiple Doppler effects versus a single Doppler effect for pass-by vehicles. This objective was tested in different virtual urban scenes, with and without edge diffraction. A listening experiment was conducted for this purpose, and in the first part, a paired comparison between a single Doppler and multiple Doppler stimuli, the majority of the participants voted for the multiple Doppler stimuli as more plausible. A two-sided Fisher's exact test on these results gave a resultant p-value of 0.0004, indicating a significant difference in preference between single and multiple Doppler effects. Furthermore, an odds ratio of 0.247 indicated that the odds of preferring the multiple Doppler stimuli were higher than for the single Doppler stimuli. The second part of the listening experiment intended to find an appropriate sample rate of the source position. The results showed that more

complex urban scenes, e.g., with diffraction from a noise screen, required higher sampling rates to achieve more plausible auralizations with smoother transitions to shadow zones. Source position sample rates down to 10 Hz seemed sufficient in simple scenes. Ambient sound was recorded and added to a set of pass-by auralizations in the last part of the listening test. A paired comparison between stimuli with and without ambient sound was carried out to check if the ambient sound made an improvement to the perceived plausibility. Increased plausibility from ambient sound could not be proved due to the small sample size. □

solitary use of sound pressure levels is not sufficient to evaluate the psychoacoustic aspect of sound

Wenkang Liu
Gothenburg, Sweden 2023
Architecture and Civil Engineering
Applied Acoustics

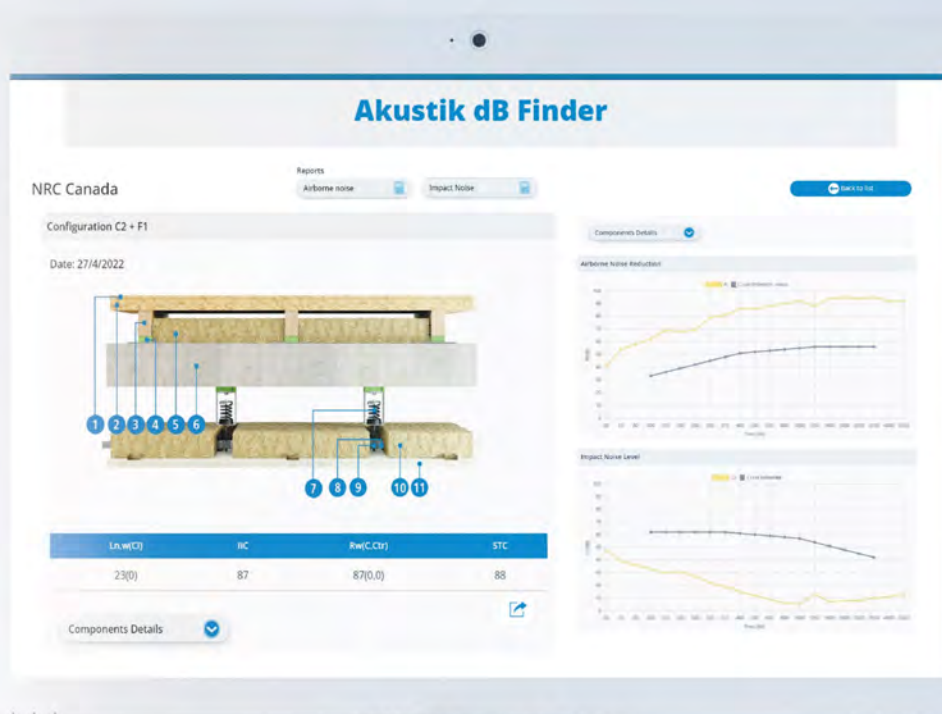
GENERATING PERSONALIZED HEAD-RELATED TRANSFER FUNCTION (HRTF) USING SCANNED MESH FROM IPHONE FACEID

In recent years, the advancements in virtual reality (VR) and augmented reality (AR) technologies have been impressive. Binaural audio rendering plays a vital role in these technologies and is used in various applications such as gaming, video conferencing, and hearing aids. Providing a high-quality immersive experience in a virtual environment heavily relies on the spatial audio quality. The head-related transfer function (HRTF) describes how sound is filtered by the head, torso, and ears as it travels from the sound source to the listener's eardrum. To achieve spatial audio that better matches auditory perception, researchers have proposed several HRTF personalization methods, including measurement methods, database matching methods, modeling simulation methods, and anthropometric parameter regression methods. This paper proposes a new modeling simulation method for »

Akustik dB Finder

Stom / Luftburet bullertest Resultat
med ett enkelt klick på akustik.com

Vår expertis finns inom byggnads- och industriakustikområdet. Vi har en dedikerad teknisk avdelning med skickliga ingenjörer som är tillgängliga för att hjälpa till med lösningar för att uppfylla dina projektkrav.



OPEN ACCESS

Ingen användare eller lösenord krävs



Flemming Bajlum
Technical Sales Manager – Scandinavia

+45 8173 0100

flemming@amcsa.dk
flemming@bajlum-consult.dk

Scandinavia

www.mecanocaucho.com
www.akustik.com

personalized HRTF workflow that consists of three parts. Firstly, the participant's face and torso are scanned in 3D using the iPhone Face ID component. Secondly, the scanned mesh is optimized and cleaned using MeshLab and Blender. Finally, the personalized HRTF is generated using Mesh2hrtf and COMSOL. The effectiveness of the personalized HRTF is evaluated by comparing the simulated HRTF with the measured HRTF. Moreover, a test is designed using an adjustable equalizer-based headphone-speaker control to evaluate the performance of the generated personalized HRTF. The results demonstrate that the HRTF generated using the FaceID scan grid is highly comparable to the measured HRTF and produces predictable outcomes in the listening test. This method shows promise as a low-cost alternative for customizing HRTFs. □

*Herman Ebrnberg & Simon Wikström
Gothenburg, Sweden 2023
Architecture and Civil Engineering
Applied Acoustics*

STRUCTURAL ACOUSTICS: STRUCTURAL AND ACOUSTICAL OPTIMIZATION OF SEGMENT PLATE BASED SHELL STRUCTURES

This thesis aims to present a novel approach to the optimization of cassette-based shell structures covering an auditorium through a combination of acoustical and structural optimization techniques. The research is divided into three phases: theory, geometry, and design. Phase 1 focuses on the theoretical foundation of the research, including the principles of acoustics, ray tracing, evolutionary algorithmic iterations, and cassette-based shell structures. This phase provides the necessary knowledge and understanding to develop a methodology for the optimization of shell structures that incorporates both acoustic and structural considerations and aims to establish a strong theoretical foundation that informs the optimization process in subsequent phases. In Phase 2, the focus shifts to geometry optimization, where iterative optimization is conducted on the geometry of the shell structure. According to the methodology developed in Phase 1 the process involves the integration of acoustical theory, ray tracing, and evolutionary algorithmic iterations. The outcome of Phase 2 is a

grasshopper component that can create an optimized auditorium design based on simple input parameters such as an approximate stage and seating area. Finally, Phase 3 focuses on the final design of the auditorium based on the results of Phase 2. Materiality and effect are of critical importance in this phase. The aim is to create a visually pleasing and functional auditorium that meets the acoustic and structural performance requirements. This project aims to add value to shell structures by integrating acoustical theory, ray tracing, and evolutionary algorithmic iterations to optimize both acoustical and structural properties. The thesis's goal is to provide a new methodology for optimizing shell structures that can be applied in various contexts, such as concert halls and theatres. The research presents a valuable contribution to the field of architectural design as well as to architectural acoustics and structural engineering by presenting a new approach to optimization that considers both acoustic and structural performance. □

the goal is to provide a new methodology for optimizing shell structures that can be applied in various contexts, such as concert halls and theatres

*Emilia Nobelius & Isabella Ståhl
Gothenburg, Sweden 2023
Architecture and Civil Engineering
Applied Acoustics*

ACOUSTIC ENVIRONMENT IN WOODEN OFFICES A COMPARISON OF PERCEIVED SOUND ENVIRONMENT BETWEEN WOODEN AND CONCRETE OFFICE BUILDINGS

Building in wood is becoming increasingly popular, and acousticians face new challenges regarding the indoor sound environment. The knowledge about the acoustic environment in wooden offices is not meeting the increasing demand, hence more studies on the subject are needed. Up till now, most office buildings are

constructed in concrete, but a shift in mindset within the building industry has created already noticeable changes towards constructing larger buildings in wood. This thesis investigates the acoustic environment in wooden offices to identify differences in wooden and concrete buildings, find correlations between the perceived acoustic quality and the measured, as well as learn how the employees in the office perceive the acoustic environment. The thesis is made in collaboration with Efterklang part of AFRY. A total of eight offices located in different parts of Sweden have been investigated, out of which four are wooden buildings. The methods used to investigate the problem formulation are a questionnaire survey, an analysis of collected available measurement data for the buildings and a literature study. The questionnaire survey was distributed to employees in the eight buildings, and aimed to learn how they perceived the acoustic environment of their office. In the literature study differences between the acoustics in wooden and concrete constructions were identified. For wooden constructions it is impact noise and low frequency sounds that are a common problem, while the sound insulation at high frequencies usually is good. For concrete buildings these problems are not as common due to a larger amount of existing knowledge. In the results from the questionnaire and collected available measurement data it was shown that the employees overall perceive their offices to have a good acoustic environment. It was also found that the most disturbing source, regardless of building type, are colleagues talking on the phone (including Teams, Zoom etc.) and colleagues talking to each other. Impact noise was chosen by a third of the respondents in the wooden offices as one of the more disturbing sources, but a fourth of the respondents answered that they were not disturbed by anything. Overall the responses show a positive view on the acoustics in wooden offices. □

the results showed that the employees overall perceive their offices to have a good acoustic environment

Victor Simonsson
Gothenburg, Sweden 2023
Architecture and Civil Engineering
Applied Acoustics

COST-EFFECTIVE SPATIAL DECOMPOSITION METHOD SOLUTION FOR IMPULSE RESPONSE CAPTURE AND AURALIZATION

Spatial decomposition method (SDM) is a method to parameterize a spatial room impulse response into a scalar pressure value and a direction of arrival (DOA) for each time sample. SDM can be therefore be used to simulate acoustics in enclosed spaces and have proven effective when rendering to both headphones and loudspeaker arrays. The aim of this thesis was to design and build a low-cost SDM microphone array using MEMS microphones and investigate how different number of microphones

all in all, this implementation proved sufficient at encoding and decoding binaural SDM

affect auralization performance. All impulse response capture, encoding and decoding was implemented with Python, to be published as an open source library. Python modules were implemented to support rendering as both BRIRs and as virtual loudspeaker signals to be used in external auralization software. Due to hardware limitations the SDM array was limited to 6 microphones, although simulations were carried out to compare a 6 microphone array and a 12 microphone array. These were shown not to have any significant perceptual differences as expected from prior research. Listening tests were conducted where participants compared binaural room impulse responses decoded from SDM with a reference dummy head measurement. Two measurement situations were evaluated, clear line of sight and occlusion between source and receiver. The listening tests showed that neither measurement situation performed better than the other, relative to their respective reference and anchor. No clear difference between the ratings of different configurations of SDM encoding were found. All in all, this implementation

proved sufficient at encoding and decoding binaural SDM. With additional post processing the audio quality will get even better. □

Filip Wadman
Gothenburg, Sweden 2023
Architecture and Civil Engineering
Applied Acoustics

EVALUATION OF NOISE EMISSION FROM PASSENGER CARS IN URBAN TRAFFIC; A COMPARISON BETWEEN ELECTRIC PASSENGER CARS AND PASSENGER CARS WITH INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Electric vehicles (EV) are becoming a larger part of the traffic flow present in the traffic today. The noise emission from cars driving at higher speed is dominated by the noise of the tyres and the contact with the road. The noise from the engine becomes more dominating at the lower speeds, thus one can start to think how this could make the emitted noise deviate between electric cars and cars with traditional combustion engines. If EVs in the future would contribute to a larger part of the total traffic flow, which is not unlikely, one could question if the traffic noise within densely populated areas would decrease for the roads with lower speed limits. The aim of the project is to investigate if there is a difference between the traffic noise emitted by electric cars compared to internal combustion engine vehicles (ICEV) and if so to what extent. To investigate this, measurements of single vehicles were made at roads with speed limits between 15 km/h and 60 km/h. The sound exposure level (SEL), maximum sound pressure level (SPL), equivalent SPL, sound power level and psychoacoustic annoyance (PA) were analyzed together with a listening test where participants rated the annoyance for both vehicle types for the different speed limits. The results showed that EVs were only a few decibel lower regarding the SEL and maximum SPL and the sound power levels were almost equal. The small deviations could be seen to fall within the uncertainty interval (CI). From the listening test it was seen that participants rated the annoyance from the different vehicle types equally and EVs were not perceived as less annoying. It

could therefore not be concluded fully from the measurement and listening test that EVs were quieter than ICEVs. □

the aim of the project is to investigate if there is a difference between the traffic noise emitted by electric cars compared to internal combustion engine vehicles

Marius Hildén
Gothenburg, Sweden 2023
Architecture and Civil Engineering
Applied Acoustics

MODELLING THE EFFECTS OF RAILWAY IMPLEMENTED LOW-HEIGHT NOISE SCREENS; AN INVESTIGATION OF TRAIN TRACK BALLAST IMPEDANCE

Conventional tall noise barriers (measuring approximately 3 meters and above) are commonly employed to mitigate noise from railways in urban environments. They are effective and their noise reduction outcomes can be accurately estimated using existing, low-order geometrical ray-acoustic models, e.g. Pierce's thin hard diffracting screen solution. However, tall noise barriers arguably have an adverse effect on surrounding landscape, as well as obscuring the sightlines of both train operators and passengers. In cases where noise levels can be adequately attenuated using a low-height noise screen (LHNS) it can be a preferable implementation in regard to aesthetic, cost, and maintenance aspects. The current problem with implementing LHNS is that their noise reduction outcomes are, due to fundamental design, difficult to accurately estimate. This is a problem in large-scale urban development projects where the margin of error is small, often leading to LHNS being disregarded in favor of conventional noise screens. To improve the accuracy of insertion loss (IL) estimations from LHNS, a previously implemented 2.5D boundary element method (BEM) model used for calculating railway LHNS IL is revised. The main focus of the revision regards the surface impedance of the BEM-modeled train track. »

Measurements have been performed on ballasted train tracks to serve as validation data for an impedance parameter study of ballasted train track surfaces. The resulting set of impedance parameters have been used in 2.5D BEM-models simulating the sound pressure field of different train shapes with and without LHNS, in other words estimating the IL of LHNS for different railway applications. The IL results are compared with existing LHNS IL measurements from other projects. The simulated results demonstrate a generally accurate alignment with existing measurement data for IL in third-octave frequency bands for passenger trains, however results differ between different measurement comparisons. In the case of industrial trains, results are less promising. This is hypothesized to be a result of the source model used in the simulations being inaccurate for industrial trains. Further investigation/development of source models used for different train types is a recommended starting point for improving the reliability of the 2.5D BEM simulations. Access to more LHNS IL measurement validation data is also considered necessary. Nonetheless, the yielded results indicate that the revised impedance parameters have been an effective step in improving LHNS IL estimation when compared with previous BEM-model results. □

Yiliang Zhou
Gotteborg, Sweden 2023
Architecture and Civil Engineering
Applied Acoustics

SPEECH ENHANCEMENT FOR NON-STATIONARY NOISE AROUND A MACHINE CABIN

This thesis is mainly concerned with the solution for speech enhancement in the presence of non-stationary noise around the machine cabin. This allows outside speech to enter the cabin and reduces unwanted noise. The application scenario of this work is a signal processing system using a microphone array outside the cabin to capture signals and using different algorithms to enhance the speech signals. With the help of this system, the machine operator is able to get speech information in a noisy environment. The noise sources in this situation are more complex and non-stationary. Examples of noise sources include engine noise, traffic noise, or other construction activities. Previous work done by Tomoya chose the microphone array configuration and developed the beamforming method. From the results of the valuable work, it is found that beamforming is able to increase the signal-to-noise ratio (SNR) in the current situation, but the sound quality and SNR are still

limited due to the low input SNR and non-stationary noise environment. Therefore, modified beamforming and new methods are implemented in this work. Noise cancellation (NC) predicts the transfer path for the noise signal and removes it by controlling the minimum error of the output. Noise suppression (NS) uses the scheme of spectral subtraction to subtract the noise spectrum from noisy speech spectrum. A combination of beamforming and noise cancellation and a combination of beamforming and noise suppression method are developed and evaluated. The result shows a better performance for this low input SNR and non-stationary noise case. □

“ a combination of beamforming and noise cancellation and a combination of beamforming and noise suppression method are developed and evaluated ”

EXAMENSARBETEN FRÅN KTH

Linyao Dong
Stockholm, Sweden 2023
Fluid Mechanics and Acoustics
Technical Acoustics

AUTOMATIC MAXIMUM SOUND PRESSURE LEVEL (SPL) MEASUREMENTS INSIDE CARS

With a growing interest in technical specifications among consumers, there is a need for accessible measurement tools that enable individuals to evaluate the performance of their equipment, including common speakers and car audio systems, beyond what the manufacturer provides. However, the existing measurement systems are often geared towards professionals. This thesis aims to address this gap by designing and developing a user-friendly measurement tool that empowers individuals to easily measure and evaluate the performance of

their devices. The work started with identifying the key technical specifications that users are interested in, and three parameters were selected for estimation: the

“ the tool can finally provide users with detailed insights into chosen technical specifications, allowing them to know their audio systems better and make informed decisions ”

maximum sound pressure level the system can provide, the corresponding multi-tone distortion and total harmonic distortion. Each parameter's measurement method varies, particularly in the choice of test stimuli and data processing. The methods in

this thesis were determined after comparing existing standards for acoustical output-based measurement. Furthermore, some problems in terms of measurement capabilities and accuracy when implementing measurements within the defined application scenarios were also discussed. Ideally, the tool can finally provide users with detailed insights into chosen technical specifications, allowing them to know their audio systems better and make informed decisions. The automatic control of playback and recording as well as the processing afterwards was implemented in Python with the help of some existing packages. A graphic user interface based on PyQt was also developed to improve the manipulation of the measurement. Thus, the functionality that the tool is supposed to have is initially fulfilled, although its accuracy needs further verifying and improvement and the scope of the tool can be extended. □

Kevin Golshani & Elias Ekberg
Stockholm, Sweden 2023
Fluid Mechanics and Acoustics
Technical Acoustics

AUTOMATIC MAXIMUM SOUND PRESSURE LEVEL (SPL) MEASUREMENTS INSIDE CARS

Noise pollution is a big health hazard for people living in urban areas, and its effects on humans is a growing field of research. One of the major contributors to urban noise pollution is the noise generated by traffic. Noise simulations can be made in order to build noise maps used for noise management action plans, but in order to test their accuracy real measurements needs to be done, in this case in the form of noise measurements taken adjacent to a road. The aim of this project is to test machine learning based methods in order to develop a robust way of detecting and classifying vehicle noise in sparse traffic conditions. The primary focus is to detect traffic noise events, and the secondary focus is to classify what kind of vehicle is producing the noise. The data used in this project comes from sensors installed on a testbed at a street in southern Stockholm. The sensors include a microphone that is continuously measuring the local noise environment, a radar that detects each time a vehicle is passing by, and a camera that also detects a vehicle by capturing its license plate. Only sparse traffic noises are considered for this thesis, as such the audio recordings used are those where the radar has only detected one vehicle in a 40 second window. This makes the data gathered weakly labeled.

The resulting detection method is a two-step process: First, the unsupervised learning method k-means is implemented for the generation of strong labels. Second, the supervised learning method random forest or support vector machine uses the strong labels in order to classify audio features. The detection system of sparse traffic noise achieved satisfactory results. However, the unsupervised vehicle classification method produced inadequate results and the clustering could not differentiate different vehicle classes based on the noise data. □

“the detection system of sparse traffic noise achieved satisfactory results”

Jonathan Ling
Stockholm, Sweden 2023
Fluid Mechanics and Acoustics
Technical Acoustics

IMPLEMENTATION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF HEAD-RELATED AND BINAURAL ROOM IMPULSE RESPONSE IN A MID-SIDE DECOMPOSITION

This thesis aimed to clarify the essential factors involved in externalising audio over headphones. Extensive research was conducted, examining binaural cues and the latest advancements in the field. A novel approach was proposed, which applied HRIRs and BRIRs on a Mid-Side decomposition. The objective was to enhance frontal externalization while increasing control over centre-panned and side-panned elements. The proposed method underwent rigorous testing in various setups, accompanied by objective and subjective evaluations. The objective measures were then correlated with the findings from the subjective evaluations. Interaural coherence analysis revealed that the BRIR exhibited lower overall coherence values than the HRIR. This was anticipated, considering BRIRs capture room acoustics that impact sound perception compared to anechoic conditions. Introducing simple room acoustics, such as early reflections and reverberation tails, significantly reduces the coherence in higher frequencies for HRIR. Connecting these findings to the conducted listening test, it is observed that lower IC generally corresponded to a wider audio configuration. However, assessing frontal externalization proved challenging. Among the tested configurations, the two BRIR models achieved the most width, with the unsmoothed version performing slightly better. This suggests a tradeoff between externalization and colouration, as the smoothed BRIR model excelled in spectral colouration and preference. For the HRIR, adding room acoustics slightly increased the width. It received lower ratings regarding spectral colouration and was not preferred over the HRIR model without room acoustics. This reinforces the significance of preserving the original spectral characteristics. □

“to find techniques that offered perceptually good audio quality covering most of the room, while being robust and stable”

Marcus Edmark
Stockholm, Sweden 2023
Electrical Engineering and Computer Science
Electrical Engineering, Electronic Engineering, Information Engineering

LOUDSPEAKER-ROOM CORRECTION OF CONFERENCE ROOMS

In this Thesis a study on the subject on how to improve the overall sound quality within a room using signal processing, played back using a loudspeaker, was conducted. This is a subject that has gained attention during the recent years, with more and more consumer and professional products including it. The objective was to find techniques that offered perceptually good audio quality covering most of the room, while being robust and stable. The solution was to design a correction system which fulfilled these requirements and took advantage of today's computing technology. This problem and its solution, as included in this Thesis, expose the reader to an introduction to loudspeaker system design and reproduction, room acoustics, psychoacoustics (how humans perceive sound), signal extraction (pre-processing) and filter design as well as design considerations for all of these components. Different ways that this system can be developed further were also discussed. This thesis was mainly based on the theory explained in *Immersive Audio Signal Processing* av S. Bharitkar and C. Kyriakakis [1]. The results of experiments show that a well-performing room correction system can be realized using a microphone with a known response and a computer. In most cases the improvement in both audible and measurable audio quality is considerable, with only a few cases where an improvement was not made. Using multiple measurement positions, positions of the microphone, led to a further improvement. On the other hand, it was also shown that having two well-positioned microphones was shown to be close to as performant as covering the whole room, even if a combination measurements over the whole listening area was the best performing approach. □

Fatima El Azrak

Stockholm, Sweden 2023

*Structural Engineering and Bridges
Engineering and Technology*

CFD ANALYSES FOR WIND LOAD ASSESSMENT CFD ANALYSES FOR WIND LOAD ASSESSMENT: WIND-INDUCED VIBRATIONS IN THE BOMARSUNDS BRIDGE HANGERS

The trend in recent years of building longer and slender bridge components has introduced new challenges to ensure their stability and strength. This master thesis focuses on the effects of wind-induced vibrations in the context of long, slender arch bridge components, particularly the recently constructed Bomarsunds Bridge in Åland, Finland.

The primary goal of this study is to comprehensively analyze the dynamic wind effects on the hangers due to the vortex shedding phenomenon, as the resulting vibrations pose potential risks to its safety and structural integrity. The slender hangers of the bridge, close to the centre of the span, have exhibited significant vibrations, necessitating an in-depth investigation to understand the bridge's response to wind forces. Computational fluid dynamics (CFD) simulations were performed using ANSYS Fluent to estimate more accurate aerodynamic quantities. Using CFD analysis, the behaviour of a given hanger section subjected to wind flow can be described. In this way, it was possible to calculate the aerodynamic coefficients that characterize that given section (i.e. Strouhal number (St), drag coefficient (CD), etc). By integrating advanced computer simulations and CFD analysis, the research addresses the complex challenges of investigating the vortex-induced vibration (VIV) phenomena at different wind speeds.

comprehensively analyze the dynamic wind effects on the hangers due to the vortex shedding phenomenon, as the resulting vibrations pose potential risks to its safety and structural integrity

The results showed an inconsistent trend for drag coefficients at varying wind speeds and lower drag for geometries with rounded edges, with an average value of drag coefficient of 1.60. The study highlighted

the significant dependence of the Strouhal number on wind speed, varying from 0.129 for a wind speed of 2.5 m/s to 0.063 for a wind speed of 30 m/s, challenging traditional geometry-based estimations for this parameter. The drag frequency for each wind speed investigated is twice as high as the lift frequency, showing that at wind speeds of 7.5 m/s a drag frequency close to the fundamental transversal frequency of 6.6 Hz of the longest hanger is reached. This leads to the conclusion that for this particular case study, the headwind response is much more critical than the crosswind response. These findings can be used to implement effective measures to mitigate wind-induced vibrations in the studied hanger along the critical direction.

By analyzing the complex vortex shedding phenomenon, the study contributes valuable insights into the field of wind engineering. This research plays a key role in ongoing efforts to design robust, safe, and resilient bridge structures. □

Andreas Wrifek

Stockholm, Sweden 2023

*Electrical Engineering and Computer Science
Computer Sciences*

COMPARATIVE ANALYSIS OF SPATIOTEMPORAL PLAYBACK MANIPULATION: EVALUATING DESKTOP ENVIRONMENTS VERSUS IMMERSIVE HEAD- MOUNTED VIRTUAL REALITY ENVIRONMENTS

Virtual Reality (VR) is a creative tool that enables immersive learning, planning and training of surgical operations. Extensive research has been conducted in multiple surgical specialties where VR has been utilized, such as spinal neurosurgery. However, cranial neurosurgery remains relatively unexplored in this regard. The thesis project presented here explores the impact of adopting VR, using a headset and controllers, to study the cranial neurosurgical procedure of External Ventricular Drainage (EVD). In this study, pre-recorded Motion Captured (MoCap) data of an EVD procedure is visualised on a desktop monitor as well as through a VR headset. Participants were tasked with identifying and marking one key moment in the recordings. Both objective and subjective metrics were recorded, such as completion time, accuracy, precision, the usage of different interaction controls as well as through the use of a questionnaire. The comparison is done on an objective and

subjective scale, analysing user performance and User Experience (UX). The results from the experiment showed that the task was completed on average twice as fast in VR compared to desktop. However, desktop showed more promise in having higher accuracy and precision. Subjective feedback showed a slightly higher preference towards the VR environment concerning system usability. However, the settings were equally comparable in terms of task load. Furthermore, a guidance laser introduced to help with depth perception showed no increase in user performance. In conclusion, VR displays promise as an alternative tool to be used for planning and educational purposes in cranial surgery. Potential future developments could focus on the increased precision in interactive in VR, with the aid of haptic feedback, minor adjustments and scalability. □

results from the experiment showed that the task was completed on average twice as fast in VR compared to desktop

Antonie Trelu

Stockholm, Sweden 2024

Other Mathematics

Mathematical Statistics

DETECTION AND CLASSIFICATION OF SPARSE TRAFFIC NOISE EVENTS

This degree project, conducted at SAFRAN AIRCRAFT ENGINES in France, focuses on vibration phenomena in aircraft engines. Rotor parts of jet engine rotate at high speeds and generate considerable vibrations to the structure. Overall mechanics studies the dynamic behavior of the whole engine with regard to safety and performance criteria.

For an engine in particular, bi-stability was observed. This phenomenon refers to the appearance of two stable vibratory states, with a high and a low state, at a given engine speed. This behavior can generate alarms when it exceeds the tolerated thresholds.

In this study, test data will be analyzed to determine the parameters responsible for the appearance of this phenomenon. Then, a scenario will be proposed to finally model this phenomenon using numerical tools. Harmonic and transient calculations will be carried out to reproduce the phenomenon seen in tests. □



Ljud- & Vibrationsmätare



Bullerövervakning



Portabla mätsystem



Byggnads- & rumsakustik



Mätmikrofoner MICROTECH GEFELL



Akustisk Kamera





Scania har tillverkat lastbilar i drygt 130 år. Utvecklingen har liksom på övriga områden med tiden anpassats i allt större omfattning till människans behov och funktion. Detta för att skapa trygga, säkra och komfortabla fordon. Hytten som introducerades i början av 1900-talet är en mycket viktig del av detta.

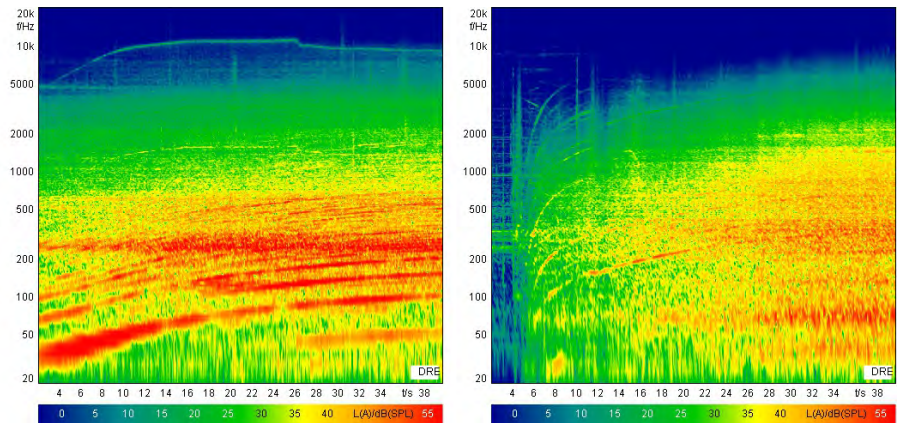
Figur 1. Scania-Vabis (typ E) lastbil tillverkad 1909. Lastbilen kördes mellan Malmö och Stockholm. Tidtagning visar att resan tog strax under 34 timmar. Foto publicerat med tillstånd Scania CV AB.

I och med skiftet från förbränningsmotorer till elektrifierad framdrift i lastbilar ändras ljudbilden markant, både utanför fordonet och i hytten. Skulle man fråga hur en lastbil låter skulle de flesta relatera ljudet till en minnesbild av ett högljutt pulserande kraftfullt ljud, genererat av en förbränningsmotor. Få tänker sig ett tyst vinande ljud där vindbruset blir dominant vid högre hastigheter, vilket är verkligheten med en batterielektrisk lastbil.

Säkerhet och komfort är som sagt högt prioriterade utvecklingsområden för fordon. Jämför vi lastbilar med personbilar finns det dock en stor viktig skillnad som medför en annan kravställning. Lastbilen används som ett arbetsverktyg för transport. Den utgör därför förarens arbetsmiljö och vid längre transporter även förarens bostad, där hen vilar och sover samt lagar sin mat.

Perception av ljud och interaktion med fordonet ändras i o m den nya ljudprofilen, både externt och internt i hytten. Därför blir det intressant att studera direkt och indirekt påverkan på föraren. Kravställningen på elektrifierade fordon och dess komponenter är en fråga som utreds. Hur skall dessa utformas för att säkra trygga och komfortabla fordon för våra kunder och omgivningen?

Tidigt i utvecklingsprocessen såg man att gängse rutiner för att utvärdera ljud inte alltid var relevanta. Eftersom den maskerande effekten från förbränningsmotor tas bort och ersätts av snabbt roterande elmaskiner framträder nya ljud som tidigare inte kunnat höras. Tonala ljudkomponenter blev ett faktum varför man vill kunna sätta generella krav på toner för



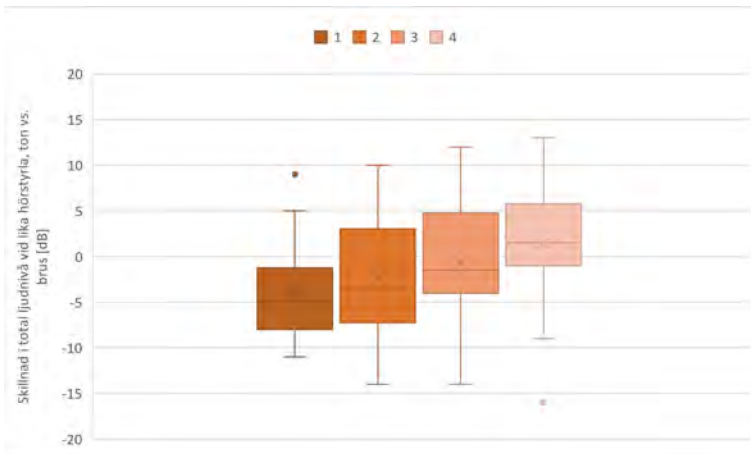
Figur 2. Vattenfallsdiagram av ljud inspelat i lastbilshytt. T.v. acceleration med förbränningsmotor från 800 rpm. T.h. acceleration med batterielektrisk motor från stillastående.

att de inte ska upplevas som störande. Men det är knepigt att ställa krav på tonala ljud. Med den nya ljudbilden är det mer sällan den maximala ljudnivån från systemet som är intressant. I stället framstår relativa nivåer samt karaktären på ljudet som viktig. Från tidiga lyssningstester kunde vi se att kontexten spelar in för utvärderingen. Acceptansen för tonala ljud är beroende på hur fordonet framförs, i vilket frekvensområde ljudet uppstår mm. Med generellt tystare elektrisk drivlina efterfrågades återkoppling i form av ljud från drivlinan i högre grad.

De tonala ljud som genereras är komplexa toner, ljud som innehåller flertalet tonkomponenter. Etablerade tonalitetsmått är framtagna för att upptäcka framträdande toner (singularis) och de tar inte hänsyn till interrelationen mellan tonkomponenter. Örat separerar inte toner i den utsträckning som testmetoderna gör. Harmoniska tonkomponenter uppfattar vi många

Bild 3. Scania's Lyssningsstudio i Södertälje. Här utfördes omfattande lyssningstester på första generationen batterielektrisk lastbil under året 2020.





Figur 4. Grafen visar exempel på resultat från lyssningstest där deltagare ställt in ett rosa brus så att det uppfattades lika starkt som olika tonljud med samma grundfrekvens men med olika antal deltoner. Varje extra tonkomponent är en multipel av grundfrekvensen. Boxarna representerar olika antal deltoner (1–4).

gångar som en ton. Frågan är hur styrkeuppfattningen av en ton påverkas av övertoner, varför detta har undersökts i ett pågående forskningsprojekt.

För att kunna undersöka den upplevda styrkenivån (perceived loudness) på tonala ljud med och utan övertoner, valde vi att i en studie jämföra den upplevda styrkenivån mellan ett konstant tonalt ljud och ett ”neutralt” rosa brus som var justerbart i totalnivå. Deltagarna fick ställa in bruset i ljudnivå så att tonljudet och brusljudet uppfattades vara lika starka. På detta sätt kunde jämförelse göras indirekt mellan olika tonala ljud med varierande antal tonala komponenter, utan att lyssnaren påverkades av klangfärg.

Olika grundtonsfrekvenser undersöktes och samtliga uppvisade liknande resultat; linjär ökning med pålagd överton. Detta trots att övertonerna presenterades på en i stigande ordning lägre nivå (-6dB/oktav). Skulle ljudtrycksnivån jämföras för tonljuden med en respektive fyra tonkomponenter uppmätt i dBA, skulle det skilja 1–2 dB. Detta ligger långt under de resultat som sågs i våra mätningar. Motsvarande skillnad när det gäller uppfattad ljudstyrka är tre till fyra gånger så stor. Detta innebär att gängse mått inte visar styrkeförändring i samma omfattning som vi människor uppfattar den.

Flertalet studier på ämnet har kommit fram till liknande slutledning vilket stärker slutsatsen att övertoner har stor inverkan på styrkeuppfattningen av tonala ljud och ska tas hänsyn till vid utvärdering och kravställning.

Ljud som genereras av elektriska lastbilar är fortfarande ”nya” för våra kunder och samhället. Förväntningar och preferenser har inte hunnit etableras bland allmänheten ännu. Det intressanta för oss just nu är att följa hur attityden ändras över tid, samt att fortsätta bygga kunskap kring acceptansnivåerna för dessa ljud ju mer användning och erfarenhet kring elektriska fordon byggs på.

Blickar vi ännu längre framåt är nästa steg i utvecklingen autonoma fordon, där framförandet sker med automatik eller på distans. Det ställs då ytterligare andra krav vad gäller interaktion mellan människa och maskin. Då är det passagerare i, eller andra individer som befinner sig utanför fordonet, utan koppling till själva framdriften som ställs i fokus. Just nu rullar autonoma utvecklingsfordon med bevakande förare ute på våra vägar i syfte att arbeta fram ett koncept som ska fungera i allmän trafik. Interaktion via ljudbild i samverkan med det

visuella är viktiga i de sammanhanget för att kommunicera med omgivningen. Men den forskningen står någon annan än jag för i nuläget.



Birgitta Nyman

Industri doktorand vid
Luleå tekniska universitet,
anställd av Scania CV AB
birgitta.nyman@scania.com



Figur 5. Autonomt provningsfordon på väg.
Fotograf: Dan Boman.
Foto publicerat med tillstånd av Scania CV AB.

TRAFIKVERKETS VÄG TILL KARTLÄGGNING AV TRAFIKBULLER

Jesper Lindgren (Trafikverket)
jesper.lindgren@trafikverket.se

Buller i samhället är inte bara ett hälsoproblem utan även ett praktiskt problem för Trafikverket. Trafikverket behöver ha koll, som verksamhetsutövare, på var och hur mycket det låter för att kunna skydda, åtgärda samt att räkna på antal bullerutsatta personer och samhällsekonomi. En kartläggning av bullerutsatta över hela landet behövdes för att kunna arbeta strategiskt.



Bild 1. Även enkla vägsträckor kan göra så att små justeringar måste göras i beräkningsunderlaget. Tunga fordon får köra upp till 80/90 km/h 100% i höger körfält. Två filer i ena riktningen och tre i den andra.

Trafikverket ska i sin roll som verksamhetsutövare ha koll på statliga vägar och järnvägar för att kunna utföra skyddsåtgärder, iakttä begränsningar och vidta försiktighetsåtgärder i övrigt som behövs för att förebygga, hindra eller motverka skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön. Bland allt detta ingår buller. För att kunna göra det måste Trafikverket ha koll på vilka fastigheter som utsätts för buller och hur mycket. Trafikverket måste även kunna svara boende vid bullerutsatta fastigheter vilka bullernivåer de utsätts för. För ett tiotal år sedan skedde det en utredningsberäkning varje gång ett klagomål på höga bullernivåer kom in. Beräkningarna kunde ta tid att utföra då aktuella trafikmängder och hastigheter skulle tas fram. Modeller i Trivectors Buller väg skulle byggas upp med tex, höjder, väggällor, vinkelområden, skärmar, vägbredd, avstånd till beräkningspunkt och typ av beläggning. Flera olika konsulter arbetade med att utföra beräkningar i olika delar av landet och det blev såklart varierande resultat, Bild 1

För att få ett effektivare sätt att arbeta, säkerställa att resultaten skulle vara jämförbara över hela landet och för att få fram en helhetsbild samt kunna formulera ett strategiskt åtgärdsprogram, beslutade Trafikverket att genomföra en omfattande kartläggning av alla statliga vägar och närliggande fastigheter. Denna kartläggning påbörjades år 2017 och slutfördes år 2020. För att hantera denna uppgift samarbetade Trafikverket med Norconsult för att utveckla en metodik som kunde tillämpas enhetligt över hela Sverige och säkerställa så likstämiga resultat som möjligt. En viktig

del av processen innebar att begränsa stora datamängder så som ytor där inga fastigheter fanns belägna, Bild 2.

Förutom att göra alla beräkningar och mycket av beräkningsunderlaget tillgängligt i Trafikverkets interna vissningsprogram

Beräknade hus



Bild 2. Beräknade fasadvärden vid fastigheter täcker större delen av Sverige, samt beräkningsområdet över delar av Göteborg efter att yta utan fastigheter tagits bort, bild från Norconsult.

Dessutom justerades bredden på beräkningsområdet utifrån vägtyp, hastighet och fordonsflöden, med en maximal avstånd från vägmitt upp till 600 meter, för att säkerställa en noggrann bedömning av trafikpåverkan längs vägarna. Dessa åtgärder bidrog till att mycket datakapacitet och beräkningstid kunde sparas.

Det var 596 234 st fastigheter, 34 320,5 km väg och 5 620 955 st beräkningspunkter på en yta av 20 292,3 km² i beräkningarna, Bild 3.

Det var 596 234 st fastigheter,
34 320,5 km väg och
5 620 955 st beräkningspunkter
på en yta av 20 292,3 km² i
beräkningarna

Stigfinnaren så redovisas även data på nätet för allmänheten. Vi ser att handläggningstiden har minskat till bara några dagar/någon vecka. En fördel med karteringen är också att Trafikverket hemsida har utökats med tjänsten, Buller vid din fastighet, <https://bovit.trafikverket.se/> där klagande kan få svar direkt vad för bullernivåer de har och om fastigheten ingår i Trafikverkets åtgärdsprogram eller inte. Detta har bidragit till att de inkomna klagomålen som Trafikverket utreder har minskat med 30%.

Kontrollberäkningar, kvalitetsgranskning och mätningar utfördes av Akustikkonsulten i Sverige, Bild 4. Deras undersökningar visade generellt att det var bra beräkningar, men att inställningar för placering av

receptorpunkter kan ha en stor inverkan på beräkningarna. Det framkom också tydligt att topografin, särskilt naturliga skärningar, spelar en betydande roll nära ljudkällorna. Dessutom upptäcktes det att flera skärmar och nya byggnader saknades. Men även utvärderingen av småhus är utmanande. Särskilt med tanke på den vanliga förekomsten av suterränghus, tillbyggnader, vindsvåningar som har inredda sovrum och de många takkupoler där det är svårt att erhålla noggranna beräkningar. Dessa omständigheter kräver noggrannare analyser och anpassningar för att säkerställa korrekta och tillförlitliga resultat. Kanske att alla småhus skall räknas som om de har två våningar, men då tillkommer ju andra problem istället. Även att det fattades en del fastigheter i beräkningsunderlaget och speciellt vid nybyggda områden upptäcktes. Men det är ändå mest fördelar med en storskalig beräkning. Då det gäller flerfamiljshus och kombinerade fastigheter då det gäller boende och verksamheter är det ibland svårt att veta vilket våningsplan det är bostäder. Även järnvägssträckor i så gott som hela Sverige, där det kan bli aktuellt med åtgärder enligt Trafikverkets åtgärdsprogram, har såklart också bullerkartlagts.

För er konsulter som arbetar med bullerutredningar kan det vara av intresse att gå in på Trafikverkets hemsida, Beräkna och utreda buller och vibrationer - Bransch (trafikverket.se) Bild 5. Där finns mycket praktiskt information och data för beräkningar gällande väg- och järnvägstrafik. Inte minst om övergången till Nord2000. Snart är det dags att göra om alla beräkningar då de gamla börjar komma till åren, nya vägar, skärmar och bostadsområden har byggts samt att trafikmängder ändras. Och den lilla orsaken

- Hur placerar man hus på terräng?
- Hur många våningsplan på villor?
- Suterränghus?
- Höga källarplan?
- Var och hur placeras beräkningspunkten?
- Fel på indata så som hastighet, beläggning, hushöjder, terräng
- Nya vägar
- Nya byggnader

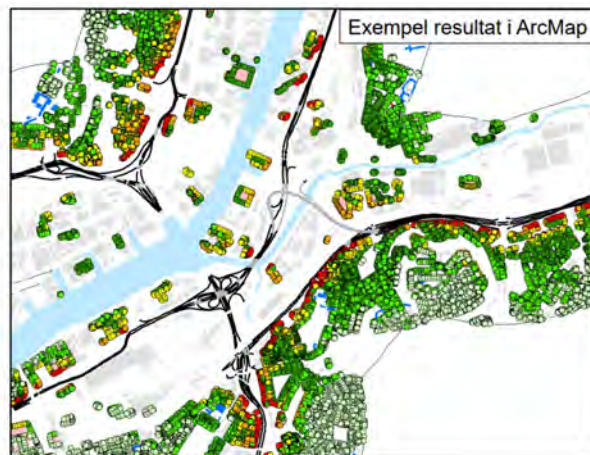


Bild 3. Med storskaliga beräkningar med data som inte praktiskt går att kvalitetsgranska och olika förutsättningar för liknande objekt gör att fel alltid kommer finnas. Fasadberäkningspunkter över delar av Göteborg, bild från Norconsult.

Kontrollberäkning

**Stekpannan 3:9,
60 meter till vägmitt**

Trivector platt mark, inkl skärm
Ekv 59 dBA
Max 65 dBA

Trivector detaljerad topografi
Ekv 63 dBA
Max 70 dBA

Länскарteringar SoundPlan
Ekv 62 dBA
Max 68 dBA

Mätning
Ekv 63 dBA
Max 76 dBA

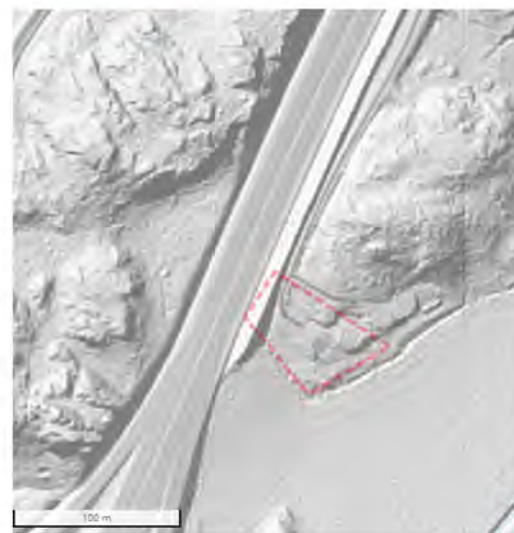


Bild 4. Kontrollberäkningar och mätningar visar att Trafikverkets storskaliga karteringar fungerar bra att använda i strategiska åtgärder och identifierar utsatta områden.

också, Trafikverket skall börja använda beräkningsmodellen Nord2000. Här har vi mycket jobb framför oss, men många lärdomar tar vi med från föregående projekt.

Bild 5. Trafikverkets hemsida för de i branschen, information om hur man beräknar och utreder buller och vibrationer i trafikmiljö där det även går bra att ladda hem underlagsdata till beräkningar.



Jesper Lindgren
Utredare luftkvalite och buller
vid Trafikverket
jesper.lindgren@trafikverket.se

Rekommendation att använda metoden Nord2000 vid beräkning av buller från väg- och spårtrafik

Vid utredning av buller från väg- och spårtrafik rekommenderar den nationella bullersamordningen en övergång till Nord2000. Beräkningsmetoden Nord2000 bör användas från den 1 juni 2024 för vägtrafik och 1 januari 2025 för spårtrafik vid beräkning av buller i samband med:

- planering och byggande av trafikinfrastruktur och bullerskyddsåtgärder
- vid planarbete och bygglovsärenden enligt plan- och bygglagen (2010:900)
 - vid tillsyn enligt miljöbalken (1998:808).

En övergång till Nord2000, istället för det tidigare rekommenderade Nord96-väg respektive -spår, ger förutsättningar för mer noggranna och rättvisande beräkningsresultat vilket bedöms ge ökad samhällsnytta och bättre hänsyn till ljudmiljön vid planering och utformning av bebyggelse, transportsystem och bullerminskande åtgärder.

Myndigheterna rekommenderar att de anvisningar som är framtagna av Kunskapscentrum om buller följs. Genom att följa anvisningarna blir beräkningarna enhetliga och jämförbara.

Läs mer på "Kunskapscenter om buller".

I vissa situationer, t.ex. påbörjade väg- och järnvägsplaner och pågående åtgärdsprogram, kommer de nuvarande beräkningsmodellerna för trafik på väg respektive järnväg att behöva användas även i fortsättningen.

Bra sidor att besöka på webben



Frågor och svar om övergången till Nord2000

<https://www.naturvardsverket.se/492ac2/contentassets/42a2605fb3664aacbb06207f5238b9cc/nord2000.pdf>



Kunskapscentrum om buller

<https://kunskapscentrumbuller.se>



Nationell samordning av omgivningsbuller

<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/buller/nationell-samordning-av-omgivningsbuller>

efterklang:

PART OF AFRY

We tune
the world.

Vår vision är 'tune the world', och det börjar med att skapa en miljö där önskade ljud får ta plats och oönskade ljud dämpas. Vi tar oss an denna uppgift med både hjärta och hjärna.

www.efterklang.org

Temat för mötet var "Akustisk ekologi" och först hälsades vi välkomna av DAS ordförande Lars Bramsløw som var glad över att kunna välkomna i de vackra omgivningarna i Köpenhamns Universitets historiska festlokal. Han presenterade det varierade programmet och lämnade ordet till dagens toastmaster Rune Egedal. Därmed hade akustikens dag börjat och den första Keynote kunde börja lite före schemat.



KEYNOTE #1 "ECOLOGICAL BIOACOUSTICS: WHAT CAN VOCALISATIONS TELL US ABOUT WILD ANIMALS?"

v/Elodie Florian Mandel-Briefer, lektor, KU Avd. Biologi

Det första ämnet var Bioakustik om källsignalfiltrering, t.ex. i munhålan hos människor och markörer för identitet, fysiska såväl som fysiska/mentala sammanhang.

För fåglar handlar identitet om till exempel territoriella markeringar, som kan innehålla upprepade eller delade fraser och dialekter. Delning av fraser kan sträcka sig över 2 km. Anropssignaler från getter används för att hålla ihop i sociala grupper. Här är samtalen beroende av ålder och familjerelationer (helsyskon skiljer sig från halvsyskon). Olika frekvens- och tidsparametrar spelar ingen roll för identiteten. Å andra sidan ökar individualiteten med åldern.

Fysiska egenskaper lägsta formanter säger något om älgens ålder och dominansrankning. Handjur producerar

högre formanter när de blir äldre (för både älgar men vice versa för getter).

Psykiskt/fysiskt tillstånd: "Mood" här, kortsiktiga reaktioner är viktiga. Testet kan utföras med apriorisk positiva/negativa förhållanden (matning/isolering).

Information, beteendekontext kan avläsas i grisars "skrik". Sociala relationer: Kartlagt för zebror

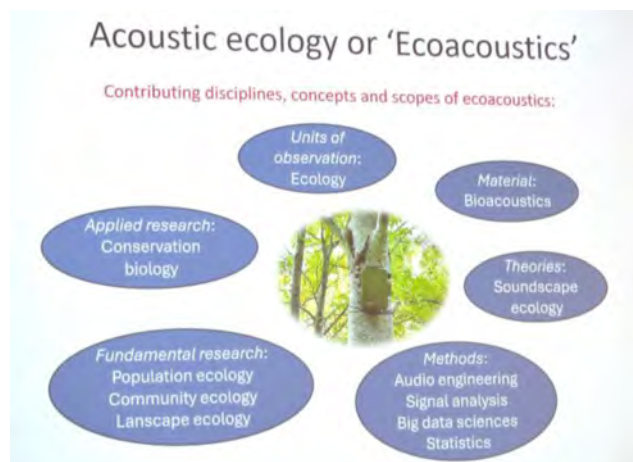
Slutsats: De nämnda metoderna kan användas för att klassificera "humör" och för att ge en status på djurens välfärdssituation på exempelvis djurgårdar.

KEYNOTE #2 "INDOOR SOUNDSCAPES IN MULTI-STOREY HOUSING – ATTITUDES AND EMOTIONS AMONG NEIGHBOURS"

v/Ayca Sentop Dumen, Postdoc., Dpt. Civil and Environmental Engineering, NTNU & Birgit Rasmussen, Seniorforsker emerita, BUILD, Aalborg Universitet København

Situationen i Danmark: Här har man ljudklasser, men mer än 50 % av flervåningshusen (äldre typer) uppfyller inte dagens ljudkrav. Tidningsartiklar om akustisk deklaration gav över 700 kommentarer, varav 496 av 378 kunde användas för tematiska analyser. Majoriteten bodde i lägenheter där grannarnas tal kunde förstås, precis som flera rapporterade om oljud från "aktiva" barn. 45 % av klagomålen gällde bristande byggnadsljudisolering, 31 % till grannarna och bostadsrättsföreningen och 24 % gällde "ljudkänsliga" grannar.

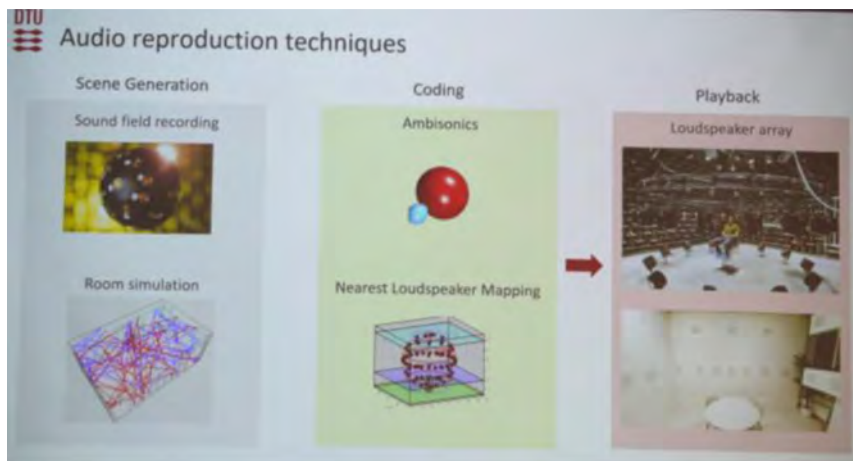
Fotsteg och byggnadsinstallationer hade med byggnaden att göra. Känslorankningen visade att irritation, missnöje och indignation var mest framträdande. Visade ett stort känsloljud. Ljudlandskapsdilemman Social isolering kontra frihet att vara/göra ljud Vad du vill veta om grannen - och vad grannen vill dela med dig av... Är ljudklassificering lösningen? De flesta håller med eftersom det kommer att uppmuntra de som vill bygga att bygga bättre ljudmässigt.



KEY-NOTE #3 "UNDERSTANDING PERCEPTION AND TECHNOLOGY IN ECOLOGICALLY-VALID SCENARIOS"

v/Axel Ahrens, Adjunkt, DTU –
Hearing systems

Cocktailpartyeffekt studeras i AVIL-labbet. på DTU på basis av inspelade scensekvenser som är kodade och implementerade. Scengenereringen kan göras med ljudfältsmikrofoner eller rumssimuleringar. Kodning görs med



Ambisonics baserat på rumsliga övertoner eller så kan det göras baserat på "den närmaste högtalaren". Sista steget är uppspelning, som utförs med 64 HT i AVIL på en "kuglefelt", samt i mindre rum som såg ut som vanliga vardagsrum. Ambisonics beställning:

I ekofria miljöer räcker 5:e ordningens ambisonics. I ett efterklangsfält är 3:e ordningens ambisonics OK.

Visuell återgivning: Bländade lyssnare hade 5 graders lokaliseringfel, medan med VR-glasögon utan visuell information hade högre lokaliseringfel, upp till 7-8 grader. Med ökad mängd visuell information minskar fellokaliseringen.

Ett scenanalysexperiment: "Hitta målberättelsen så snabbt som möjligt" i en virtuell rumsmodell (Odeon) visade att svarstiden ökar med ökad efterklangstid. Huvudrörelser undersöktes också och ju fler högtalare desto fler "fel" huvudrörelser var nödvändiga.



Efter lunch gjorde vi studiebesök i "Trinitatis Kyrka" som började byggas 1637 kung Christian den IV som del av ett byggnadskomplex med kyrka för studenter till Köpenhamns Universitet. Det "runda tornet" användes som astronomiskt observatorium och bibliotek. Kyrkan invigdes 1656 men brann redan år 1728 då

mycket inventarier med biblioteket gick förlorade. Återuppbyggnaden blev klar 1731.

I dagsläget är Trinitatis Kyrka en mycket aktiv kyrka för t ex sång och musik. Kyrkan rymmer inte mindre än 4st olika typer av orglar och vi fick höra lite musik på de 2st större orglarna.

Vi avslutade kvällen med en trevlig samvaro och middag på restaurang "Växst"



Torbjörn Kloow

Styrelseledamot
Svenska Akustiska Sällskapet
toby@nitk.se

Arkitektur och rumsakustik är starkt sammankopplade. Den tredimensionella klangupplevelsen och rummets fysiska dimensioner ger oss därmed en kombinerad upplevelse. Den vertikala rumskomponenten är viktig för upplevelsen av *upprymdhet*. Ta en titt på mannen längst till höger i den lilla gruppen av besökare i konsertsalen Kalmarsalen (foto 1). Fotografen har lyckats fånga ögonblicket då mannen tittar uppåt under sin bedömning av rummets tredimensionella egenskaper. Rum med stark vertikalitet ger ofta upphov till denna *rörelse*, man tittar – och lyssnar – uppåt.



Foto: Ola Lejornborn, Kalmar Läns museum

Foto 1. Invigning av Kalmarsalen 1990, mannen som omnämns ovan är H.M. Konung Carl XVI Gustav.

ACOUSTIC STUDIO – DESIGNPROCESSEN MED ARKITEKTEN

Designprocessen med arkitekten innebär att snabbt nå fram till - och sedan tänja på - gränserna för mina kunskaper. Jag måste alltså vara beredd på att befinna mig i territoriet för ett visst risktagande. Detta ingår i arbetskonceptet Acoustic Studio – som nu utvecklats under lång tid. Detta leder till innovationer; som nya absorbenter, diffusorer eller mätmetoder.

Acoustic Studio leder också till följande definition: vilka rumsakustiska principer kan inte frångås utan att projektet därmed misslyckas. Allt utom detta erbjuder sig akustikern och arkitekten att kompromissa med. Detta ger samarbetet mellan parterna en levande dynamik och ömsesidig respekt för de ofrånkomliga yrkesmässiga ståndpunkterna.

I arbetet med att formge rum med hjälp av rumsakustiken är diffusitet och vertikalitet viktigt. Nedan beskrivs två projekt utförda med dessa faktorer i centrum.



MUSIKHUSET PÅ KÄVESTA FOLKHÖGSKOLA

Musikhuset på Kävesta folkhögskola innehåller bl. a. musikövningsrum, ensemblerum och en mindre konsertsal. Akustiska aspekter gällande diffusitet och vertikalitet inkluderades i de allra första skisserna. I övningsrummen utnyttjades hela byggnadsvolymen upp mot takfallet, resultatet blev ett innersnedtak som följer yttertakets.

Övningsrummen är responsiva och möjliggör kreativa arbetspass. Rummen har utförts med fasta undertak, och rumsutförandet har genomgående en hög hantverksgrad. Detta uppmuntrar till omsorg även i det musikaliska arbetet.

Foto 2. Flygel på väg in ett övningsrum i Musikhuset på Kävesta folkhögskola.

För Musikhuset utvecklades också en helt ny typ av väggabsorbenter, med skraddarsydd egenskaper för absorption/diffusitet och utseende. De är dessutom släta och behagliga att röra vid. Skjutbara ljudreflekterande ytor är placerade framför väggabsorbenterna. Tydlig vertikalitet har uppnåtts tack vare väggarnas egenskaper, innertaketets vinkel och absorbentval samt väl avvägda rumsmått i alla tre dimensioner.

LIVEREDS KAPELL

Livereds kapell är byggt som ett religionsneutralt begravningskapell, men används ofta även som konsertlokal. Rummet är försett med variabel efterklangstid, vilken regleras med motordrivna spolgardiner bakom en ljudtransparent mellanvägg av plywoodlatter. Dessa tunna lätter är böjda och sammanvävda med traditionell korgflätningsteknik. Dagsljuset från ytterfasadens fönster silas in genom det korgvävda väggskiktet.

Rummets planform har inga räta hörn, och bara i de rundade hörnen har väggarna upp till det korgvävda väggskiktet utförts med perforerade träpaneler. Övriga väggar är utan perforation.

Rummets akustik är generös, inspirerande och underlättar samvaro och samverkan. För fallet med den variabla akustiken inställd för maximal efterklang ger rummet en särskilt fyllig och varm vertikal upplevelsekomponent, som också upplevs horisontellt breddande. Dessa egenskaper underlättar musikalisk expansion, vilket är särskilt omtyckt av körsångare.



Foto 3. Livereds kapell, nederst på väggarna träpanel, därover korgvävda väggar av plywoodlatter.

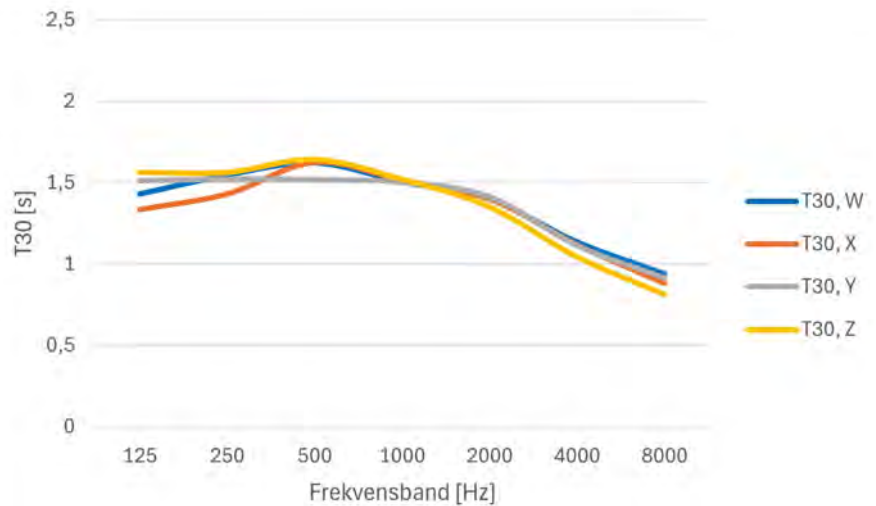


Diagram 1. Triax samt omni efterklangstider, för uppmätta impulssvar i Livereds kapell utan publik (en mätkombination källa/mottagare). Variabel akustik inställd för maximal efterklang. X riktningen är i kamerans riktning i foto 3.

Diffusitet och vertikalitet har stått i centrum för samarbetet med arkitekten, och stora rummets horisontella mått, innerhöjd och takutförande är nogra valda. Rummet har rejäl takhöjd och innertaket är utfört med perforerad gips i takets centrala delar och en bred slät gipsfris närmast väggarna.

Hur kan vi mäta hur arkitekturen påverkar rummets diffusitet?

NY METOD FÖR DE AXIELLA EFTERKLANGERNA – MÄTRESULTAT FRÅN LIVEREDS KAPELL

En beskrivare av låg diffusitet har länge varit s.k. double-slope decay. För att lättare förstå diffusitetens koppling till rummets arkitektur behövs dock en mer rumslig utvärderingsmetod.

Begreppet efterklangstid uppkommer ur vår förmåga att uppleva klangfält som nivå-sänkning av ljudreflexerna över tid. Med detta som bas, och utifrån antagandet att double-slope decays uppstår i samspillet mellan ljudfältsdelar i rummets tre dimensioner formas hypotesen om att utvärdera efterklang med en metod som från *impulssvaret* selektivt kan urskilja och utvärdera efterklangsfältet för var och en av tre ortogonala dimensioner.

Denna metod för att beräkna och utvärdera *de triaxiella efterklangstiderna* togs fram av undertecknad under hösten 2021 och användes i uppdrag för första gången i mars 2022. Värdena extraheras från en figure-of-eight (bi-directional) mikrofon. Utvärdering görs i X, Y och Z led, värdena benämns $T_{30, X}$ / $T_{30, Y}$ / $T_{30, Z}$. De bedöms i relation

till varandra, och till efterklang från impulssvaret uppmätt med en vanlig rundtagande omnimikrofon ($T_{30, W}$).

Andra utvärderingsintervall än 30 dB kan naturligtvis användas, men normalt utkristalliseras diffusiteten bäst ju längre ner på efterklangs-förloppet man utvärderar. Selektivare (högre) direktivitet än figure-of-eight har också prövats, dock utan att korrelationen till den faktiska upplevelsen av ljudfälten blivit högre. Kanske beror detta på att man då inte täcker in hela hemisfären med summan av alla tre komponenterna.

Triaxmetoden är enkel, en styrka - men också en svaghet i och med vissa ljudfält inte kan beskrivas med så enkla medel. Målet är dock att tillskapa en enkel möjlighet att kvantitativt beskriva de flesta fall. Bedömning kan då göras av ljudfältets diffusitet i varje mätkombination källa/mottagare. Rekommendationen är dessutom att utvärdera många mätkombinationer, för att bedöma ljudfältets homogenitet (likhet över rummet). Mätresultat från Livereds kapell redovisas ovan, jag välkomnar läsaren att reflektera över vad de indikerar!



Johan de Sousa Mestre
Akustiker
Akustikkonsulten AB
johan@akustikkonsulten.se

Stora Torget i Uppsala har nog alltid haft en livlig ljudbild. Mellan att torget stod klart på 1660-talet fram till sent 1800-tal fungerade det som en central mötesplats och arena för såväl handel som offentlig rättsskipning. Ljudbilden lär ha präglats av folkvimmel, boskap och hästhovar mot kullersten, som ekat mellan torgets fasader med renässanstypiskt slutna hörn.

1906 förändrades allt. Då invigde Uppsala sitt spårvagns nät, med knypunkt mitt på Stora Torget. Under 1900-talet följde en serie förändringar i torgets utformning, alla med fokus på att främja linje- och biltrafik. Ett tag gick Riksväg 13, föregångaren till E4:an, rätt genom torget! Sedan 1990-talet har torget främst fungerat som en hållplats för många av Uppsalas centrala busslinjer.

Torget utveckling har följt en trend världen över där motortrafik fått sätta dagordningen

för stadsplaneringen. En konsekvens av detta har varit stadens dramatiskt förändrade ljudlandskap. Där den tidigare ljudbilden präglats av människor, djur och natur har i den i stället ersätts av dånet från bilar, bussar och däck.

2023 renoverade Uppsala Kommun torget på nytt, men den här gången med ett bestämt fokus på att åter göra torget tillgängligt för Uppsalaborna, en plats att vara stolt över, och en plats att återigen mötas på. En del i detta har varit att kraftigt reducera busstrafiken genom att leda om flera linjer, och ta bort hållplatserna på Stora Torget. De få bussar som fortfarande passerar genom torget är till majoriteten eldrivna. Sammantaget har detta gjort Stora Torget betydligt mindre bullrigt.

I detta skede fick vi på Efterklang en mycket intressant förfrågan från Uppsala Kommun: Kunde vi på något sätt addera ljuddesign för att med ytterligare ett sinnesintryck främja torgets ny(gamla) roll?

De tekniska förutsättningarna fann vi snabbt. De nya belysningsstolparna som

skulle monteras runt hela torget kunde förses med inbyggda högtalare. Den stora frågan var vad som skulle låta ur dem.

Eftersom torgets nya utformning ska leva i åtskilliga decennier framöver ville kommunen att även ljudet skulle vara hållbart över många kommande år. I stället för statisk ljuduppspelning – likt ett skyltfönster eller en uteservering som lockar till omedelbar uppmärksamhet genom en musiklista – funderade vi därför på intermittenta ljuduttryck på torget. Ljud som likt Domkyrkans klockor bara ljuder ett par minuter varje vecka, men som över lång tid omisskännligt skänker personlighet åt staden. På så vis skulle vi också effektivt kunna mota invändningar om att tillsatt ljud per definition är ljudföreningar eller klagomål på allt för repetitiva ljud. Vi analyserade vad som händer på Stora Torget över en vecka och över ett helt år. Därifrån utvecklade vi ett koncept med ljuddesign som framhäver torgets viktiga cykliska ögonblick.



Foto: Jann Lipka, Karavan

Ett urval av dessa:

Uppsala vaknar – god morgon på Stora torget – ett roligt och stämningsfullt uppvaknande för staden genom ett specialskrivet musikstycke som spelas klockan 7 varje morgon.

Uppsala god natt – lugn musik – Fredag och lördag natt mellan kl 01.00 – 01.30 spelar utvalda nocturne av Chopin. På så vis sänker vill vi sänka tempot på platsen under en tid på dygnet då det stundtals kan vara ganska stökigt.

Årets årstider markeras vid sommar- och vintersolstånd, vår- och höstdagjämning. Dessa dagar spelas Vivaldis motsvarande årstidskompositioner upp med jämna mellanrum.

Valborg – En klassisk Uppsalafest och stark del av Uppsalas identitet. På morgonen hålls den årliga Forsränningen i Fyrisån,

bara ett stenkast från Stora Torget. Under ett par timmar rör sig tusentals människor över torget, och då spelas Water Music av Händel. Det pampiga verket skrevs år 1717 på uppdrag av kung George I av Storbritannien, i syfte att framföras på pråmar i Themsen. Kan man tänka sig ett bättre verk för att ackompanjera flottarna i Fyrisån?

Den 3 juni 2023 invigdes nya Stora Torget, och sen dess har Uppsalaborna långsamt fått bekanta sig med torgets nya ljuduttryck. Enligt uppgift har t. ex. vissa morgonpigga börjat ta en omväg över torget på väg till jobbet för att lyssna till morgonljudet! För egen del blev den första riktigt stora upplevelsen att bevittna folkfesten på Stora Torget i samband med Valborg och Forsränningen, då hundratals människor rörde sig över torget till tonerna av Händels pampiga Water Music.

Vår ambition med konceptet, förutom att så klart göra vår kund nöjd, har varit att utforska nya sätt att tänka kring urbana ljudlandskap. Att dämpa motortrafikens buller är en absolut nödvändighet ur ett hälsoperspektiv, men det är också vår fulla övertygelse att en tyst stad inte nödvändigtvis är lösningen. Vår förhoppning är att Stora Torget i Uppsala kan föda nya idéer för hur städer kan forma sina framtida ljudlandskap med människa och kultur i första rummet.



Alexander Kassberg

Ljuddesigner på Efterklang
–Part of Afry

alexander.kassberg@efterklang.org

TILL MINNE AV GUNNAR RASMUSSEN

Till minne av Gunnar Rasmussen (1925-2024), akustikpionjär och grundare av GRAS Sound & Vibration.

Grundaren av GRAS Sound & Vibration, den välrenommerade akustikingenjören Gunnar Rasmussen, avled den 17 april 2024. Gunnar var grundare av GRAS Sound & Vibration, och en internationellt erkänd och högt uppsatt respekterad medlem av det globala samfundet av akustikingenjörer och forskare.

Gunnars bidrag och innovationer har lämnat en bestående inverkan på områdena ljud, mätmikrofoner och akustik, och hans arv kommer att fortsätta att inspirera och påverka oss. Utöver sina professionella prestationer var Gunnar en hjälpsam och generös person, alltid redo att erbjuda stöd, vägledning och mentorskap till kollegor, vänner och andra innovatörer.

Våra tankar går till Gunnars familj. Gunnar kommer att vara djupt saknad men aldrig glömd.

En längre redogörelse för Gunnar Rasmussens anmärkningsvärda liv och många gärningar har gjorts publicerad på GRAS Sound & Vibrations webbplats.

Du hittar den här:
<https://www.grasacoustics.com/blog/remembering-gunnar-rasmussen-1925-2024>



RESULTAT- OCH BALANSRÄKNING, RÄKENSKAPSÅR 2023

RESULTATRAPPORRT BAS96 BFL

Svenska Akustiska Sällskapet

Utskriftsdatum: 24-05-13 08:22 /Maria Kloow
Räkenskapsår: 2301 - 2312
Period: 23-01 - 23-12
Resultatrapport BAS96 BFL

Sida 1

Konto Namn	Per 23-12	%	Period fg år	Uppn	Ack Ar	%
------------	-----------	---	--------------	------	--------	---

RÖRELESENS INTÄKTER

Försäljning						
3000 Medlemsavgift F/Avökänd Sverige	0,00	0	250,00	0	0,00	0
3010 Medlemsavgift Sverige	112 000,00	33	96 500,00	116	112 000,00	33
3011 Medlemsavgift EU	500,00	0	500,00	100	500,00	0
3012 Medlemsavgift Export	500,00	0	500,00	100	500,00	0
3020 Medlemsavgift Pensionär Sverige	5 750,00	2	5 500,00	105	5 750,00	2
3030 Utställningsavgift Sverige	72 000,00	21	36 000,00	200	72 000,00	21
3050 Annorntäkt Sverige	73 000,00	21	45 500,00	160	73 000,00	21
3051 Annorntäkt EU	11 000,00	3	11 000,00	100	11 000,00	3
3060 Stödmedlemskap Sverige	63 000,00	18	51 000,00	124	63 000,00	18
3061 Stödmedlemskap EU	3 500,00	1	0,00	0	3 500,00	1
Summa försäljning	341 250,00	100	246 750,00	138	341 250,00	100
SUMMA RÖRELESEINTÄKTER	341 250,00	100	246 750,00	138	341 250,00	100

Material och varor

4000 SAS Ljudbladet/Layout	-14 500,00	-4	16 500,00	-88	-14 500,00	-4
4010 SAS Ljudbladet Tryckning	-53 627,00	-16	-40 795,00	131	-53 627,00	-16
4020 Styrelse-Akrmöten	-131 334,00	-38	-132 890	999	-131 334,00	-38
4100 Konferenskostnad - Ljuddeggen	-3 214,00	-1	-379,42	847	-3 214,00	-1
Summa material och varor	-202 675,00	-59	-26 003,32	779	-202 675,00	-59

BRUTTOVINST

Arbetskraft	138 575,00	41	220 746,68	63	138 575,00	41
5510 Resekostnader	0,00	0	-1 000,00	0	0,00	0
Summa arbetskraft	0,00	0	-1 000,00	0	0,00	0

Övriga kostnader

6450 Medlemskap NAA	-3 450,00	-1	-3 252,21	106	-3 450,00	-1
6451 Medlemskap INCE	-6 756,36	-2	-6 300,00	117	-6 756,36	-2
6452 Medlemskap EAA	-27 225,90	-8	-24 433,50	111	-27 225,90	-8
6453 Medlemskap ICA	-6 930,00	-2	-6 387,14	109	-6 930,00	-2
6455 Inter-Notse 2027	-30 000,00	-9	0,00	0	-30 000,00	-9
6700 Ekonomifunktion	-45 000,00	-13	-45 000,00	100	-45 000,00	-13
6760 Ljudpriset	-7 195,50	-2	-8 000,00	90	-7 195,50	-2
6830 Internat, Hemsida mm	-2 364,75	-1	-2 255,83	105	-2 364,75	-1
6830 Porto, Kontorsmateriel mm	-963,50	-0	-1 686,50	57	-963,50	-0
7660 Bankkostnader mm	-1 333,85	0	-1 379,10	97	-1 333,85	0
7690 Övriga kostnader	4,75	0	-0,50	-950	4,75	0
Summa övriga kostnader	-131 215,11	-38	-98 674,78	133	-131 215,11	-38

RÖRELESENS KOSTNADER

RESULTAT FÖRE AVSKR	-333 890,11	-98	-125 678,10	266	-333 890,11	-98
RESULTAT FÖRE AVSKR	7 359,89	2	121 071,90	6	7 359,89	2

Finansiella intäkter/kostn

Resultatrapport BAS96 BFL

Sida 2

Konto Namn	Per 23-12	%	Period fg år	Uppn	Ack Ar	%
------------	-----------	---	--------------	------	--------	---

8050 Ränteinräkter kundfordringar	18 105,66	5	397,81	999	18 105,66	5
8080 Valutakursvinster	4,24	0	0,00	0	4,24	0
8090 Övriga finansiella intäkter	0,00	0	34,85	0	0,00	0
8180 Valutakursförluster	-59,14	-0	-518,06	11	-59,14	-0
Summa finans intäkter/kostn	18 050,76	5	-85,40	-999	18 050,76	5

RESULTAT FÖRE SKATT

RESULTAT FÖRE SKATT	25 410,65	7	120 986,50	21	25 410,65	7
---------------------	-----------	---	------------	----	-----------	---

Årets resultat

Årets resultat	-25 410,65	-7	-120 986,50	21	-25 410,65	-7
Summa årets resultat	-25 410,65	-7	-120 986,50	21	-25 410,65	-7

BERÄKNAT RESULTAT

BERÄKNAT RESULTAT	0,00	0	0,00	0	0,00	0
-------------------	------	---	------	---	------	---

BALANSRAPPORT BAS96 BFL

Svenska Akustiska Sällskapet

Utskriftsdatum: 24-05-13 08:21 /Maria Kloow
Räkenskapsår: 2301 - 2312
Period: 23-01 - 23-12
Balansrapport BAS96 BFL

Sida 1

Konto Namn	IB Ar	Ing saldo	23-01	Förändring	UB 23-12
------------	-------	-----------	-------	------------	----------

TILLGÅNGAR					
Onsättningsstillgångar					
1020 Plusgiro NORDEA	442 321,73	442 321,73	-442 321,73	0,00	0,00
1030 Fastfänta konto	0,00	0,00	500 000,00	500 000,00	500 000,00
1031 Fastfänta konto 2	0,00	0,00	1 10 000,00	1 10 000,00	1 10 000,00
1040 Sparkonto NORDEA	232 926,54	232 926,54	-130 654,45	102 272,09	102 272,09
1210 Kundfordringar	5 500,00	5 500,00	0,00	5 500,00	5 500,00
Summa onsättningsstillgångar	680 748,27	680 748,27	37 023,82	717 772,09	717 772,09
SUMMA TILLGÅNGAR	680 748,27	680 748,27	37 023,82	717 772,09	717 772,09

SKULDER OCH EGET KAPITAL

Kortfristiga skulder					
2090 Förskott o upplupna kostnader	0,00	0,00	-500,00	-500,00	-500,00
2300 Internrisskulder	-11 005,83	-11 005,83	-11 113,17	-22 119,00	-22 119,00
Summa kortfristiga skulder	-11 005,83	-11 005,83	-11 613,17	-22 619,00	-22 619,00
SUMMA SKULDER	-11 005,83	-11 005,83	-11 613,17	-22 619,00	-22 619,00
Eget kapital					
2997 Balanserad vinst el förlust	-548 755,94	-548 755,94	-120 986,50	-669 742,44	-669 742,44
2999 Årets resultat	-120 986,50	-120 986,50	95 575,85	-25 410,65	-25 410,65
Summa eget kapital	-669 742,44	-669 742,44	-25 410,65	-695 153,09	-695 153,09
SUMMA SKULDER O EGET KAPITAL	-680 748,27	-680 748,27	-37 023,82	-717 772,09	-717 772,09
ANNU EJ BOKFÖRT RESULTAT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

REVISIONSBERÄTTELSE

TILL ÅRSMÖTET I SVENSKA AKUSTISKA SÄLLSKAPET

RAPPORT OM ÅRSREDOVISNINGEN

Vi har granskat årsredovisningen för Svenska Akustiska Sällskapet.

Styrelsens ansvar för årsredovisningen

Det är styrelsen som har ansvaret för att upprätta en årsredovisning som ger en rättvisande bild enligt årsredovisningslagen och för den interna kontroll som styrelsen bedömer är nödvändig för att upprätta en årsredovisning som inte innehåller väsentliga felaktigheter, vare sig de beror på oegentligheter eller på fel.

Revisorns ansvar

Vårt ansvar är att uttala oss om årsredovisningen på grundval av vår revision. Vi har utfört revisionen enligt god revisionssed i Sverige. Vi har planerat och utfört revisionen för att uppnå rimlig säkerhet att årsredovisningen inte innehåller väsentliga felaktigheter.

En revision innefattar att genom olika åtgärder inhämta revisionsbevis om belopp och annan information i årsredovisningen. Revisorn väljer vilka åtgärder som ska utföras, bland annat genom att bedöma riskerna för väsentliga felaktigheter i årsredovisningen, vare sig dessa beror på oegentligheter eller på fel. Vid denna riskbedömning beaktar revisorn de delar av den interna kontrollen som är relevanta för hur föreningen upprättar årsredovisningen för att ge en rättvisande bild i syfte att utforma granskningsåtgärder som är ändamålsenliga med hänsyn till omständigheterna, men inte i syfte att göra ett uttalande om effektiviteten i föreningens interna kontroll. En revision innefattar också en utvärdering av ändamålsenligheten i de redovisningsprinciper som har använts och av rimligheten i styrelsens uppskattningar redovisningen, liksom en utvärdering av den övergripande presentationen i årsredovisningen.

Vi anser att de revisionsbevis vi har inhämtat är tillräckliga och ändamålsenliga som grund för våra uttalanden.

Uttalanden

Enligt vår uppfattning har årsredovisningen upprättats i enlighet med årsredovisningslagen och ger en i alla väsentliga avseenden rättvisande bild av föreningens finansiella ställning per den 31 december 2023 och av dess finansiella resultat för året enligt årsredovisningslagen. Förvaltningsberättelsen är förenlig med årsredovisningens övriga delar.

Vi tillstyrker därför att årsmötet fastställer resultat- och balansräkningen.

RAPPORT OM ANDRA KRAV ENLIGT LAGAR OCH FÖRFATTNINGAR SAMT STADGAR

Utöver vår revision av årsredovisningen har vi även reviderat styrelsens förvaltning för Svenska Akustiska Sällskapet för räkenskapsåret 2023-01-01 - 2023-12-31.

Styrelsens ansvar

Det är styrelsen som har ansvaret för förvaltningen.

Revisorns ansvar

Vårt ansvar är att med rimlig säkerhet uttala oss om förvaltningen på grundval av vår revision. Vi har utfört revisionen enligt god revisionssed i Sverige.

Som underlag för vårt uttalande om ansvarsfrihet har vi utöver vår revision av årsredovisningen granskat väsentliga beslut, åtgärder och förhållanden i föreningen för att kunna bedöma om någon styrelseledamot har företagit någon åtgärd eller gjort sig skyldig till försummelse som kan föranleda ersättningskyldighet.

Vi anser att de revisionsbevis vi har inhämtat är tillräckliga och ändamålsenliga som grund för vårt uttalande.

Uttalanden

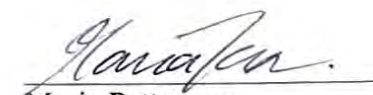
Styrelsens ledamöter har enligt vår uppfattning inte handlat i strid med föreningens stadgar.

Vi tillstyrker att föreningens årsmöte beviljar styrelsens ledamöter ansvarsfrihet för räkenskapsåret.

Stockholm 2024-02-27



Björn Tunemalm



Maria Pettersson

SVENSKA AKUSTISKA SÄLLSKAPET

TIPSAR OM KONFERENSER OCH KONGRESSER

ICSV 30
AMSTERDAM,
NEDERLÄNDERNA
8-11 JULI 2024



INTER-NOISE: IN-53
NANTES, FRANKRIKE
25-29 AUGUSTI 2024

DAS-DAGA 2025
KÖPENHAMN, DANMARK
17-20 MARS 2025



SAS LJUDDAGEN 2025
80-ÅRS JUBILEUM Svenska Akustiska Sällskapet
26-27 MARS 2025



ICSV 2025
BOSTON, USA
22-23 APRIL 2025

ICA 2025
NEW ORLEANS, USA ICA ASA
18-23 MAJ 2025



FORUM ACUSTICUM/EURONOISE
MALAGA, SPANIEN
23-26 JUNI 2025



inter.noise 2025
SAO PAULO / BRASIL
AUGUST 24-27



INTER-NOISE: IN-54
SAO PAULO, BRASILIEN
24-27 AUGUSTI 2025

BNAM 2026
SVERIGE
MAJ 2026

