

SVIB

V I B R A T I O N S

NYTT

Medlemsblad för Skandinaviska Vibrationsföreningen

Årg 28 Nr 2 Jun 2010

HJÄLP!

Søren Nielsen och

AU 5 med föredrag

om modern sensorteknik

till vibrationsdagen

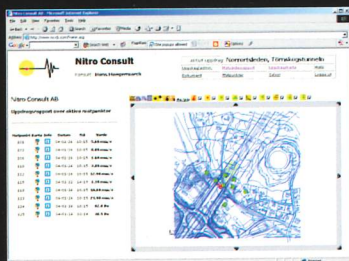


SKANDINAVISKA VIBRATIONSFÖRENINGEN

Konsten att lyckas med sprängning



Mätvärden direkt



www.ncvib.com

Företagsinformation

Nitro Consult AB
Bilaga 20, Januari 2014

Välkommen!

Nitro Consult är en sprängnings- och byggteknisk konsultfirma som erbjuder en bred palett av tjänster inom sprängning, bergsklassificering och byggteknik.

Vår verksamhet

- Sprängning
- Bergsklassificering
- Byggtjänster
- Anläggning
- Inomhus

Information

Information om våra tjänster och produkter finns på vår hemsida. Vi är en del av Nitrogruppen och har ett stort nätverk av kompetens och resurser.

Kontakt

Telefon: 08-1234567
E-post: info@nitroconsult.se
Webb: www.nitroconsult.se

www.nitroconsult.se



Nitro Consult

Innehåll:

Inledning <i>Elisabeth Blom</i>	5
Specialist inom området vibrationsteknik utnämnd	6
Operating Transfer Path Analysis <i>Juha Plunt</i>	7
Lärdomar från mina 40 år som vibration- skonsult <i>Jörgen Svensson</i>	19
Vibration och stöt SIS-remiss 7823 Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader och anläggningar -	34
Kurtosis in Random Vibration Control -	48
Arbetsutskott 2, Maskin- och Fordonsvibra- tioner återuppstår <i>Juha Plunt</i>	51

SVIB styrelse

Ordförande

Elisabet Blom

Qring Technology AB
Uttergatan 24
587 23 Linköping
0768 222684
elisabet.blom@qringtech.com

Vice ordförande

Ylva Vidhög

Forsmarks Kraftgrupp
SE-742 03 ÖSTHAMMAR
+46173 821 30
yvi@forsmark.vattenfall.se

Sekreterare:

Alf Olsson

SVIB NORMTJÄNST AB
Bro Prästgård
SE-661 93 SÄFFLE
+4670 717 29 15,
alf.olsson@tele2.se

Skattmästare:

Torbjörn Kloow

Acoutronic AB
Box 1180
SE-18123 LIDINGÖ
+468 765 02 80
toby@acoutronic.se

Övriga ledamöter:

Soeren R.K. Nielsen

Department of Civil Engineering
Aalborg University,
Sohngaardsholmsvej 57,
DK-9000 AALBORG, DK
+45 96 35 84 51
soren.nielsen@civil.auc.dk

Örjan Johansson

ÅF-Ingemansson AB
Göteborg
010 505 8403
orjan.johansson@afconsult.se

Anders Olsen

Vibratec Akustikprodukter ApS
Lindevangen 2, DK-3490 Kvistgård, Denmark
+45 49132244 Mob: +45 20223325
ao@vibratec.dk

Arbetsutskott

AU 1 Vibrationsmätning och analys

Kjell Ahlin

+4670 857 50 94
kjell.ahlin@comhem.se

AU 2 Fordons- och maskinvibrationer

Juha Plunt

Müller-BBM Scandinavia AB
Box 1054
405 22 Göteborg
+4610 480 85 03
juha.plunt@muellerbbm.se

Trafik-, mark- och byggnadsvibrationer AU 3

Vakant

Vibrationers inverkan på människan AU 4

Johan Granlund

Vägverket Konsult
SE-781 87 BORLÄNGE
+46243 753 88
johan.granlund@vv.se

Forskning och utbildning inom vibrationsområdet AU 5

Soeren R.K. Nielsen

Department of Civil Engineering
Aalborg University,
Sohngaardsholmsvej 57,
DK-9000 AALBORG, DK
+45 96 35 84 51
soren.nielsen@civil.auc.dk

Kansli

SVIB/SVIB NORMTJÄNST AB

Box 1288, 164 29 KISTA
Telefon: 0533 420 45
Telefax: 0533 420 45
E-post: svib.ntab@swipnet.se

Postgiro: 405 36 55-9

Bankgiro: 5957-5076

SVIB-Nytt

Ansvarig utgivare: Alf Olsson +4670 - 717 29 15,
E-post: alf.olsson@tele2.se
Kansli och redaktion:
SVIBs Kansli Brith Franson och Alf Olsson
Besöksadress: Sundsgatan 18
SE-661 42 SÄFFLE

Annonskostnad (exkl moms)

Mittuppslag	22 500:- /4 nr
Dubbeluppslag	20 000:- "
1 baksida + 3 helsidor	15 000:- "
Hel insida	11 250:- "
Halvsida	6 250:- "

Medlemsavgift:

Årsavgiften är 500:- och består av dels medlemsavgiften 50:- dels en serviceavgift på 450:-.
För svenska medlemmar innehåller serviceavgiften 90:- kronor moms.
För pensionärer är serviceavgiften 150:- varav 30:- är moms.

Vår och dags för nytt uppvaknande i ljust. Jag vet inte vad ni tänker på men i min värld väntar en ny säsong av mycket arbete. Jag tror de flesta har en stor hets före semestern.

För SVIBs del har vårvintern förflutit med att ett embryo till nytt AU3 har kommit fram. Vi är tacksamma för all hjälp vi kan få i det sammanhanget och vi hoppas att intresserade för trafik-, mark- och byggnadsvibrationer anmäler sig.

Annarsharaktivitetsnivån varit låg men vi jobbar med förberedelserna inför höstens aktiviteter.

Planerna inför höstens vibrationsdag och tillhörande temadag börjar ta form. Med anledning av att flyget fyller 100 år i Sverige så placerar vi dagarna i Linköping. Den enda ort i Sverige med flygplanstillverkning. Vi kan komma med smakprovet att middagen kommer att ha flygtema. För vibrationsdagens räkning vill vi ha förslag på vad ni vill höra eller kanske vad Du vill prata om. Jag och Alf kommer att gemensamt ta hand om programmet för vibrationsdagen (elisabet.blom@qringtech.com eller alf.olsson@tele2.se). Vi hoppas naturligtvis på något föredrag från flyget och från Linköpings Universitet men det behövs annat också. Temadagen kommer i år att hållas av AU5 och ha temat "Givare och givarteknik". Ordförande och ansvarig för temadagen är Søren Nielsen (soren.nielsen@civil.auc.dk). Anmäl gärna om du har något intressant att tala om angående givare. Jag själv skulle kanske kunna tala om "Varför fastnar vi alltid i gammal teknik när det finns ny...?". Inför framtiden har vi planer på ett AU1/AU2 symposium. Tid och plats är under diskussion.

Boktips: Fredrik Gustafsson, Lennart Ljung, Mille Millnert, Signalbehandling. Grundläggande tips för oss som lärt oss signalanalys på fältet.

Eder Ordförande
Elisabet Blom



Specialist inom området vibrationsteknik utnämnd

Kent Andersson har blivit utnämnd till specialist inom området vibrationsteknik.

Lars Thuring VD på OKG, utnämnde Kent Andersson till specialist. Kent Andersson behärskar allt från att "mäta" till att dra slutsatser av mätdata. Han är efterfrågad i organisationen och har ett välutvecklat kontaktnät på området samt är mån om att lära ut och dela med sig av sin kunskap. I sin roll som specialist ska han hjälpa till med att utveckla verksamheten och medarbetarna. Han ska fungera som handledare för yngre medarbetare och eventuellt yngre specialister. Genom kvalificerade sakbedömningar av frågor och åtgärder ska Kent fungera som en teknisk rådgivare i det vardagliga arbetet, till överordnad chef och avdelningens ledning.



Vilka givare behöver Ni?



Piezoelektriska,

Accelerometrar 1-ax, 3-ax
Kraftgivare 1-ax, 3-ax
Tryckgivare
Mikrofoner

Piezoresistiva,

Tryckgivare
Accelerometrar

Kapacitiva

Accelerometrar

 **PCB SCANDINAVIA AB**

Ring 08-444 38 70
E-post: info@pcbscandinavia.se

Bergen, Norway
BNAM 2010
May 10-12

Operating Transfer Path Analysis (OTPA). Can this novel technology be applied successfully outside the automotive sector?

Juha Plunt

Müller-BBM Scandinavia AB, Box 1054, SE-405 22 Göteborg, Sweden, juha.plunt@muellerbbm.se

Transfer Path Analysis (TPA) is used when quantitative ranking of contributions from different sources and transfer paths to sound or vibration response need to be known and is a common method used for development of road vehicles. "Classic" TPA relies on estimating the interface forces (or volume velocities if airborne sound sources) acting at different attachment points (radiating surfaces) of the sources and frequency response functions between these forces (volume velocities) and the response of the transmitting system. The FRFs are measured using artificial excitation (hammer, shaker or loudspeaker), in addition to operational sound and vibration needed to derive the operating excitations. The force estimation methods use additional data; either extensive FRF measurements (inverse matrix method) or measurements of resilient element dynamic stiffness (mount method). The Operating Transfer Path Analysis (OTPA) method is now available as an alternative. It can separate source and path contributions using operational measurement data only. All data are measured simultaneously, and the method allows accurate synthesis in the time domain of the individual path contributions as well as the calculated total response. The benefits are significantly reduced measurement time and no modifications to the measurement object. The large test effort when using "classic" TPA has been the main obstacle for use in buildings, off-shore platforms, ships, construction equipment, heavy machinery, industrial plants, appliances etc. OTPA can be applied much more efficiently and without the need to turn off the operating equipment, which makes it clearly attractive for analysis of noise and vibration transmission in those applications

1 Introduction

Transfer Path Analysis (TPA) is used when quantitative ranking of contributions from different sources and transfer paths to sound or vibration response need to be known. This is typical for NVH development of road vehicles and TPA is routinely used in the automotive industry. Better diagnosis and ranking of significant source and path contributions is also needed for other products when noise or

vibration issues occur, in order to find optimal solutions.

"Classic", force-based TPA has not been much used for other products, due to the large effort needed to perform all necessary operational and non-operational (FRFs) measurements. Also, acquiring high-quality, noise free frequency response functions in large structu-



Metro
Tramway
High Speed



RockDelta[®] High-efficiency mats for vibration isolation and ballast protection

res using e.g. impact or shaker excitation has been a considerable challenge, requiring very large excitation forces to generate sufficient response levels at distant points of interest (e.g. from the engine foundations and the hull at the propellers to the bridge in large ships). It has also been practically impossible to apply TPA to industrial process plants or other machinery running continuously.

Operational TPA (OTPA) [1], [2], [3] has been developed and tested (mainly in vehicles) during the last 4-5 years. It is a fast and efficient method of identifying critical sound and vibration paths and source contributions since only measurement of operational data is needed to perform the analysis. It has also been demonstrated that similar or improved results are obtained with OTPA, when compared to the "classic" FRF matrix-inversion method [2].

As many operating conditions as possible should be used to excite all vibrational modes of the system for the derivation of the characteristics of the different transfer paths. Usually this is obtained by measuring during a slow run-up of the major source(s). This may also be obtained approximately for a continuous industrial process, without the need to shutdown, by varying process parameters that influence sound and vibration during a relatively short measurement time.

2 Theory overview

OTPA, as implemented in the PAK® software from Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH, uses a method to find linearized transfer functions (TF) between a set of chosen input and output channels from a multichannel measurement. The input-output relations are determined as independent quantities. The resulting TFs are used in a transfer path analysis to determine the contributions of a source path

to the response of interest.

The relation between simultaneously measured data of sources and receivers is derived by statistical methods. Principal Component Analysis (PCA) is used to separate the total signal into individual path contributions (crosstalk cancellation, CTC), while operating on airborne and structure-borne contributions simultaneously. Since the CTC is based on principal component analysis (PCA) it can also be applied to operational data. The OTPA module in PAK® (AMM) is used to normalize the airborne and structure borne parts during crosstalk cancellation. The main difference of the CTC is that it skips the normalization to the excitation forces. Thus this method is not based on FRFs but uses PCA to statistically find the relation H_i between observed signals on the source side and simultaneously observed signals on the receiver side. The main advantage is that this method is not limited to the use of synthetic point excitation forces but can also be applied directly to operational data. This makes it also possible to investigate the transfer behavior for different load conditions like e.g. a run-up and a run-down. Consider an arbitrary, linear system with a number of input and output degrees of freedom (DOFs), represented by a "black box" of transfer functions. The relationship in matrix form is

$$[H(\omega)] \{x(\omega)\} = \{y(\omega)\} \quad \text{Figure 1}$$

$[H(\omega)]$ is the transfer function matrix connecting the vector of output (response) DOFs $\{y(\omega)\}$ to the input (source) DOFs $\{x(\omega)\}$. The signals are usually accelerations $a(\omega)$, sound pressures $p(\omega)$ or forces $f(\omega)$. The input and output vectors can thus be assembled from those quantities

Figure 1

$$\{x\} = \begin{Bmatrix} a_x \\ p_x \\ f_x \end{Bmatrix} ; \{y\} = \begin{Bmatrix} a_y \\ p_y \\ f_y \end{Bmatrix} \quad \text{Figure 2}$$

It is up to the engineer to define input and output sets from the measured data. He is not restricted to use forces as excitations. Accelerations or sound pressures can also be used, although they are responses from a physical point of view.

Not all physical quantities have to be present in the vectors defined in (2), neither do they have to have the same dimensions.

Usually, the number of input (source) DOFs will be larger than the number of output (response) DOFs. The elements of the TF matrix H have the form

$$H_{ij} = \frac{y_i}{x_j} \Big|_{x_k=0} \quad k \neq j$$

Figure 3

The OTPA method determines all elements of the TF matrix from measurements where all excitations are present at

$$\begin{bmatrix} x^{(1)} & \dots & x^{(m)} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} H_{11} & \dots & H_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ H_{1m} & \dots & H_{nm} \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} y^{(1)} & \dots & y^{(n)} \end{bmatrix}$$

Figure 4

once. Take the transpose of Equation (1) and write it on entry level:

Here m and n denote the number of source and response DOF. Taking this transpose does not allow the determination of

the TF elements. However, during an operational measurement with varying running conditions, a number of synchronized multichannel measurement steps will be collected. These measurement steps will not be the same as the excitation

by sources change during the measurement. If the TFs are by definition to be linear(ized) and constant during the entire measurement, Equation (4) is valid for each individual step. Then Equation (4) can be extended to all measurement steps r , as:

$$\begin{pmatrix} x_1^{(1)} & \dots & x_1^{(m)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_r^{(1)} & \dots & x_r^{(m)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} H_{11} & \dots & H_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ H_{1m} & \dots & H_{nm} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} y_1^{(1)} & \dots & y_1^{(n)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ y_r^{(1)} & \dots & y_r^{(n)} \end{pmatrix}$$

Figure 5

The explicit determination of the TF matrix H will cause numerical problems in the inversion of the matrix X . The matrix is heavily overdetermined and singular value decomposition (SVD) is used to overcome these problems. It was found that the smaller singular values are caused by noise or other external disturbances, and they should be rejected to obtain useful TF estimates.

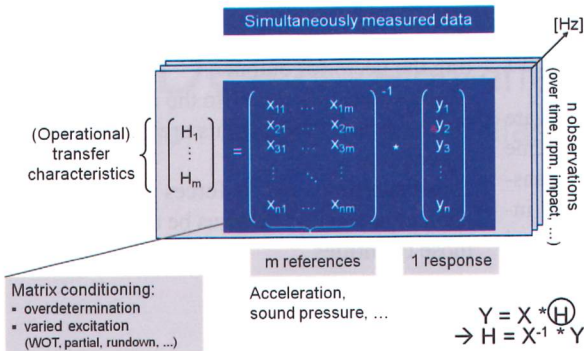


Figure 1. Illustration of the matrix equation solution for operating transfer path analysis in PAK®.

MÜLLER-BBM

Müller-BBM is a technical consulting company with more than 300 employees at eleven different sites in Germany and a broad international customer base. With its independent consultants, planners and technical specialists, Müller-BBM GmbH has been providing expert consultation and advice to its clients since 1962 and today holds a leading position in the areas of buildings, environment and technology.



The range of services offered by BBM Akustik Technologie GmbH comprises acoustic engineering and product-specific advice re large-scale silencers as well as acoustically optimized Facades and enclosures, particularly in power stations and production plants, all over the world.



M+P-consulting engineers bv is an internationally active company, based in the Netherlands. Its services cover the fields of noise, vibration and air quality aspects of industry, building and road, rail and air transport. Their competences are research, development and project based consultancy.

MÜLLER-BBM VibroAkustik Systeme

Müller-BBM VibroAkustik Systeme GmbH develops multi-channel measurement technology and provides solutions for any application involving measurement of vibration and acoustic signals. The main product, PAK, is an all-modular platform consisting of a front end series and the corresponding software. Vehicle manufacturers and suppliers as well as the aeronautics and space industry have been using the system to collect, analyze, and evaluate dynamic data.

MÜLLER-BBM Scandinavia AB

Is a consulting and engineering company specialized in acoustics and vibration in the fields of buildings, environment and technology. Deep consulting expertise in the automotive industry and other industrial sectors distinguish the company. The consulting engineers will also be happy to answer any questions regarding Müller-BBM VibroAkustik Systeme's PAK system and its uses.

→ www.MuellerBBM.se

MÜLLER-BBM ACTIVE SOUND TECHNOLOGY

Müller-BBM Active Sound Technology operates internationally in the field of active noise control and sound design. Customers all over the world use its innovative tools and system solutions to design the sound of their products, relying on a unique combination of decades of experience in acoustics with competence in hard- and software systems.



Kalibrering på **rätt** nivå

Låg frekvens

Vi kalibrerar vibrationsgivare ner till under 1 Hz.

Hög precision

Med vår laserinterferometer kalibrerar vi referensaccelerometrar.

Komplett verifiering

Förutom givare kalibrerar vi även kompletta vibrationsmätinstrument. Vi kontrollerar då filter, tidsvägning, känslighetsomkopplare, mm.

Hög acceleration

Vi kan kalibrera accelerometrar upp till 50 000 m/s².

Kraftgivare

Dynamisk kalibrering av kraft- och impedansgivare.

Fullservice

SP kan kalibrera de flesta slags instrument, t ex inom områdena ljud och ljus, elektricitet, klimat, mått och vikt mm.

Andra tjänster

Vi mäter vibrationer hos maskiner, i mark och byggnader. Vi utför även alla slags ljudmätningar.

Mer information om kalibrering hittar du på www.sp.se

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, Box 857, 501 15 BORÅS, Tel: 010-516 50 00, E-post: info@sp.se

Generally, the following benefits are obtained compared to "classic" TPA:

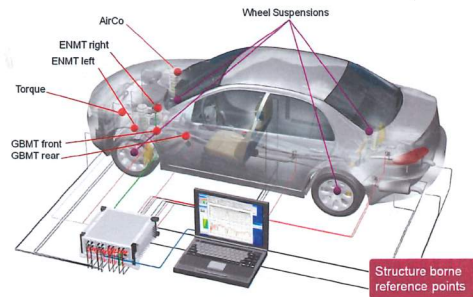
- Crosstalk is automatically included since only reactions to any kind of excitation are measured (source side and receiver side)
- Correct separation of airborne and structure borne components
- No artificial excitation is needed (typical problems like bad coherence due to a vibrating plate nearby the hammer do not occur)
- Fast results
- The operating state is described rather than the idle structure (the result is not distorted by wrong temperatures, progressivity of mounts etc.)
- Correct positioning of sensors is not as crucial as for impact TPA

3 An automotive application example

To illustrate the practical use of OTPA, a typical automotive example is discussed briefly. An OTPA including both structure-borne and airborne sources has been conducted, for demonstration purposes. Numerous other OTPA applications have also been performed but those are client confidential. Figures 2 and 3 illustrate the positions for tri-axial accelerometers and microphones respectively. The total number of simultaneous channels to record is 39 when a tacho channel for the engine speed is included. No sensors to pick up wind noise have been included, neither are there any sensors on the wheel suspension that allow path separation of the contribution from the four wheels. Further, airborne sound contributions from the tyres are not included.

Obviously, a full-fledged OTPA on a car, including path separations for powertrain-, road- and wind noise, would require at least 10-12 more microphones and roughly 15-20 tri-axial accelerometers, bringing the typical channel count to approximately 90-100. This requires a respectable investment in hardware, but will pay off after just a few OTPAs due to much shorter measurement time and analysis and actually better total quality of the source and path separation. Of course, the

analysis, as the right-hand side diagram shows. In this de-monstration case, we are however not interested in the wind noise or the high frequency airborne contribution from the tyres. Placing source sensors is vital for the success of an OTPA, illustrated in figure 5. Relevant source contribution is obtained by using one sensor on the source or the body side at some point close to the source. However, a relevant path separation is only obtained if sensors are used at the body side of all relevant mounts or links from the source.



sensors and frontend (may be several synchronized units) will also be available for any other kind of measurements.

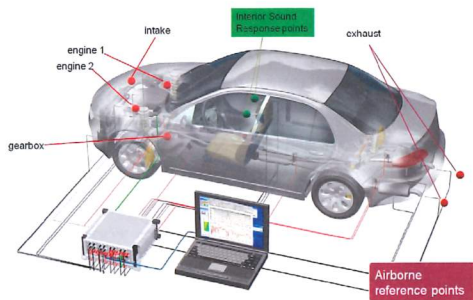


Figure 2. The positions of the source accelerometers for structure borne sound contributions. Number of channels: 30 from 10 tri-axial accelerometers.

The near to perfect match in Figure 4, when all sources are equipped with sensors is typical for OTPA. It is not necessarily an indication of the total quality of the test setup and ana-

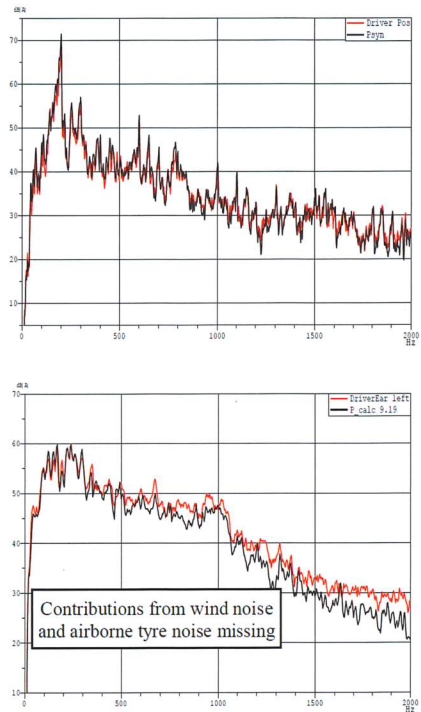


Figure 4. Comparison between measured and calculated averaged SPL spectra at drivers ear. Left) Idle condition. Right) WOT measurement in 3rd gear, top speed 140 km/h.



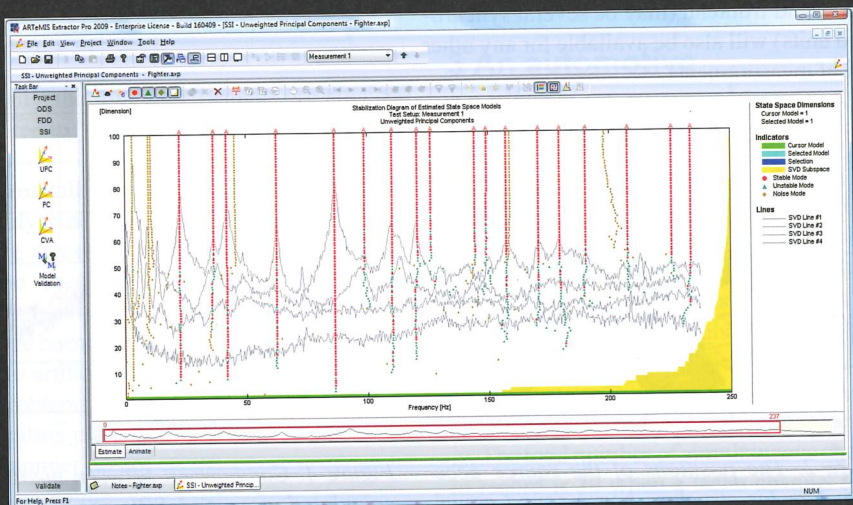
New
version

ARTeMIS Extractor Pro

Now introducing the revolutionary Crystal Clear SSI

Download

...free 30 day version



Structural Vibration Solutions A/S

www.svibs.com



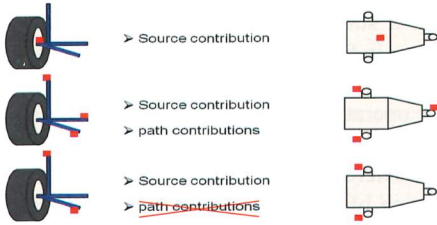


Figure 5. Sensor strategies to get relevant source and path contributions respectively.

Due to the inherent property of the path calculations, the total source contribution will always become relevant as long as there is at least one sensor close to the source. If there are fewer sensors than paths, the calculations will distribute the total source contribution between those measured paths, including any contributions from paths not measured. This will not show up as an error in the analysis results, but may result in wrong estimates of the contributions through individual paths. This is a very important practical property of this method that the engineer has to master in order to avoid errors. It is further illustrated in Figure 6. The left diagram shows the contribution of a single sensor at the gearbox mount car body side. In the right diagram two sensors have been placed at different positions near this mount. The green curve shows the sum of both sensors. As seen, the powertrain source contribution via the gearbox mount is correct in both cases, also with the two sensors representing separate “faked” paths. The source and path contributions can be shown in many

ways, and since the synthesis is done in the time domain, it is also possible to listen to all source and path contributions especially if binaural recordings are used for the response.

Figure 7 illustrates one way to plot source contributions in real time for an “area” selected in a Campbell colour plot for the response SPL, utilizing PAK® graphics features. When moving the double cross cursor, the contribution diagram immediately shows the contributions for the new selection.

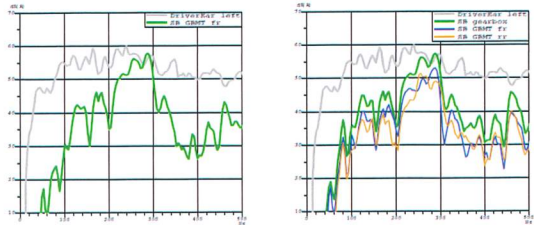


Figure 6. Example of influence of sensor placement.

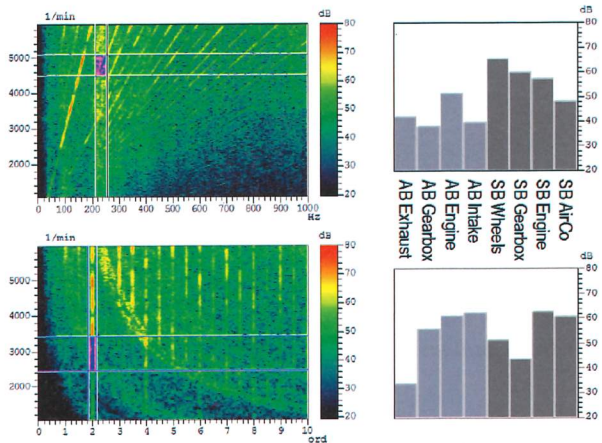


Figure 7. Example of an “active” source contribution presentation in PAK®. The contributions are shown for the marked area in the color plots. This can be moved around with the cursors.

4 Possible applications for other products or machinery

Since only operational data needs to be measured, a number of interesting areas of application for the OPA as a new engineering tool can be envisaged. The most obvious examples are:

- Rail bound vehicles, like locomotives, train cabs, or tram cabs
- Aircraft
- Ships and submarines
- Household appliances, e.g. dishwashers, washing machines.
- HVAC, heat pump or heating installations in buildings
- Complex machinery installations

The distances between measurement points may be large in the first three cases, and since all data must be measured simultaneously, use of relatively long multichannel cables with break-out boxes is a rational solution. Otherwise, the application of OPA is rather

straightforward. An example of equipment with a suitable multichannel cable system is shown in figure 8.

The operational TPA allows fast test setup and preparation, consisting of installing a number of accelerometers and microphones. No modification of the test object or to shut-down the process is needed. Many of the obstacles that made the use of "classic" TPA unpractical and too expensive for many of these applications are thus overcome. Also the total cost will be much lower, allowing the technology to be used for e.g. developing and troubleshooting products that are manufactured in small series and even for unique installations industrial plants, ships and buildings.

A generic industrial example is illustrated in Figure 9. It shows a vibration isolated refrigerator unit with a number of possible structure-borne and airborne sound paths to a sound insulated control room. There may be a number of such units and also other machinery installed in the vicinity. If the noise level obtained in the adjacent control room is still too high, one need to know in detail which source and which paths that are most responsible for the issue, before selecting countermeasures. The red spots represent tri-axial accelerometers and the blue spots represent microphone positions, in order to separate airborne and structure-borne sound contributions. More challenging and



Figure 8. Example of special cables and the PAK® MKII systems used by Müller-BBM Scandinavia.

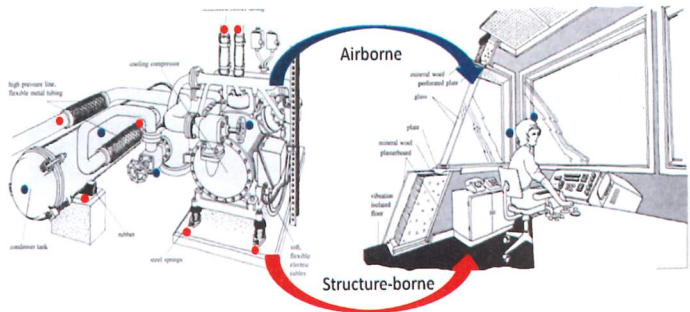


Figure 9. Generic example of an industrial machinery installation (based on pictures from [4]).

large scale applications may be

- Offshore platforms
- Petrochemical plants
- Paper mills

The main additional challenge in these cases is to manage to measure all inputs and outputs simultaneously in spite of the very large geometrical scale of those installations. Using operational TPA is of course quite possible in principle, but may need either the use of several well synchronized frontends at different locations or special, very long multichannel cable systems in order to reach all necessary measurement points. PAK® MKII frontends may be synchronized with minimum phase deviation between channels by using fibre-optic links for broad frequency range data or by using wired or wireless Ethernet LAN if only low frequency data is of interest.

5 Summary

TPA has been used a long time and has evolved into a complex method relying on multichannel testing systems and advanced analysis software. Cheaper transducers and frontends have had a significant impact on the availability of the method. Experimental TPA is a powerful tool for diagnosing transmission of vibration or air-borne sound via multiple paths in complex systems. It is used as a routine method in the automotive industry. It is well proven and can be used in other branches as well to find rapid solutions to complex issues.

Operational TPA using crosstalk cancellation has proven to be more accurate for sound synthesis under actual load conditions than "classic" force-based TPA. Furthermore CTC is capable to produce accurate results from coherent structure borne and airborne sound contributions. By completely avoiding separate FRF testing using hammer, shaker or volume velocity calibrated loudspeakers, operational TPA will reduce testing time significantly

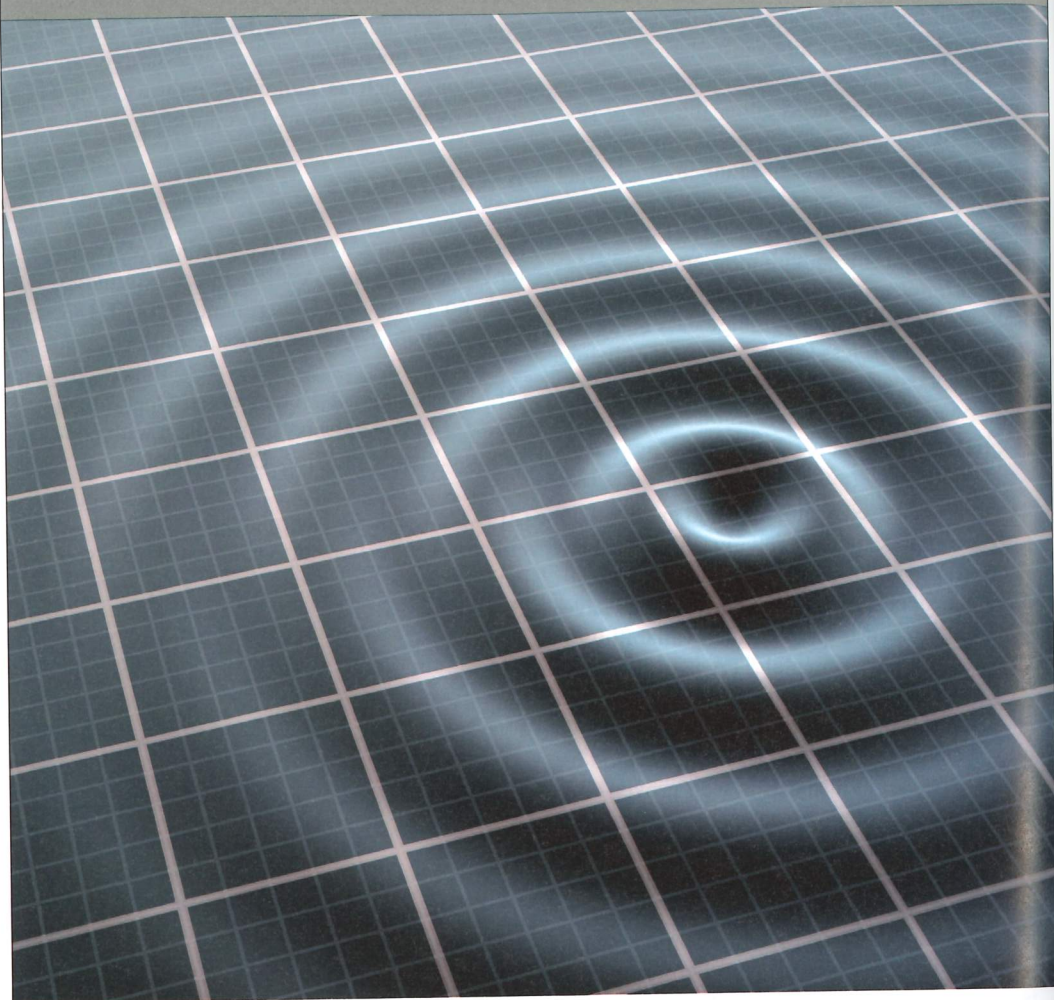
while improving simulation accuracy. It also allows transfer path analysis to be applied when modification of the tested object is prohibited or a shut-down of operation will lead to high stand-still costs.

OTPA thus makes the transfer path analysis technology much more affordable and practical to use on numerous non-automotive, applications, such as buildings, industry and a diversity of manufactured products.

6 References

- [1] K Noumura, J Yoshida, Method of Transfer Path Analysis for Vehicle Interior Sound by with no Excitation Experiment, F2006D183, FISITA 2006, Yokohama, Japan, 2006
- [2] M Lohrmann, T Hohenberger, Operational Transfer Path Analysis: Comparison with conventional methods, Proc. DAGA 2008
- [3] D De Klerk, M Lohrmann, M Quickert, W Foken, Application of Operational Transfer Path Analysis on a Classic Car, Proc. DAGA 2009
- [4] Noise Control. A Guide for Workers and Employers, US Dept. of Labor, 1980.

Vi löser vibrations- och stomljudsproblem



ISOTOP®

sylomer®

SYLODYN®



GERB

Vibrationen GmbH & Co. KG

DAMTEC®

CHRISTIAN BERNER AB • Box 88, 435 22 Mölnlycke • Tel 031 33 66 900 • Fax 031 33 66 999

infose@christianberner.com • www.christianberner.com

Lärdomar från mina 40 år som vibrationskonsult

Jörgen Svensson ÅF-Ingemansson AB, Göteborg



Inledning

Ombedd att berätta något om mina erfarenheter från 40 års konsultarbete inom vibrationsområdet gick min första tanke till gamla mätinstrument och utvecklingen på detta område. Våra verktyg har verkligen förändrats sedan 1969 då jag började på Ingemanssons Ingenjorsbyrå AB efter att ha ex-jobbat hos Stig Ingemansson på Chalmers akustikavdelning. Som elektrotekniker har mättekniken varit ett naturligt huvudintresse för mig, och därför kommer även detta föredrag att kretsa kring händelser där vibrationsmätningar varit centrala. Sen kan det vara svårt att sälla ut speciella lärdomar från andra erfarenheter och nödvändig kunskapsinhämtning. Jag har i varje fall lärt mig trycka på knappar.

Att vara konsult

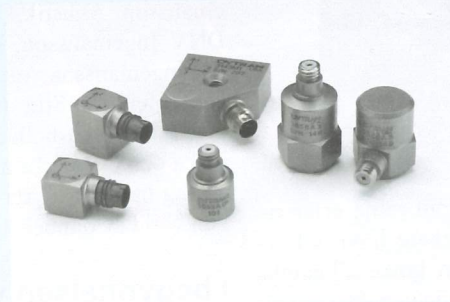
Jobbet har varit omväxlande och roligt. Självständigt och intressant. Som konsult förväntas man ligga ett steg före kunden. Detta är ibland en halsbrytande insikt. Men också stimulerande, i synnerhet då det finns många kunniga

kunder (läs snarare: kollegor) ute i industrin. Lärdom: Var väl förberedd (många sena kvällar...), prata med dina medarbetare och lyssna på kunden. Stig hade en fin kombination av kunnighet, ödmjukhet och teknikintresse som fungerar som ledstjärna för företaget än idag. Därför har namnet Ingemansson varit viktigt att behålla i alla de former som verksamheten existerat: Ingemanssons Ingenjorsbyrå, Ingemansson Akustik, Ingemansson Mekanik, DNV Ingemansson, Ingemansson Technology, Ingemansson Automotive, ÅF-Ingemansson. Mentorn Stig Ingemansson lärde mig också hur man bollar med akustiska, mekaniska och elektriska analogier. Det tycker jag att jag haft stor nytta av som elektrotekniker i en värld av dubbelväggar och maskinfötter.

I begynnelsen var det spartanskt

På instrumenthyllan låg många konstiga apparater. Till de instrument jag slapp använda hör Askania-vibrometern som i princip var en liten seismograf med mekanisk utväxling till en registreringsremsa som drevs fram av en fjäder. Avläsningen var okulär och upplösningen blygsam. En annan vibrations-sensor var hemmagjord och bestod av en mikrofon med en spets påsvetsad på membranet. Den satt på ett stativ som lutades mot väggen med väl avvägd balansering när man skulle mäta delisolering och flanktransmission. Lyckligtvis fanns det också några vanliga accelerometrar och här har vi en komponent som hållit stand i mer än 40 år, i olika utföranden. Gärna tillsammans med en batterisnål laddningsförstärkare som trotjänaren Brüel & Kjaer 2635.

Allt inom Givare från Dytran för Acceleration, Tryck & Kraft



Kraftgivare

- Område: 0 - 11 kN
- Känslighet:
0.1– 110 mV/N

Impulshammare

Tillbehör

- Kablar, adapttrar

Accelerometrar

- Industrigivare
- Lab-givare
- Miniatyr
- Tri-axiella
- Hög Temperatur
- Shock
- Airborne

Tryckgivare

- Område: 0 - 1000 bar
- Känslighet:
0.05 - 140 mV/bar
0.05 pC/bar

Signalkonditionering

- Power Supplies
- Laddningsförstärkare



Acoutronic AB

Box 1180
SE-181 23 LIDINGÖ

Stockholm: Tel: 08-765 02 80

acoutronic@acoutronic.se
<http://www.acoutronic.se>

Göteborg: Tel: 031-744 34 50

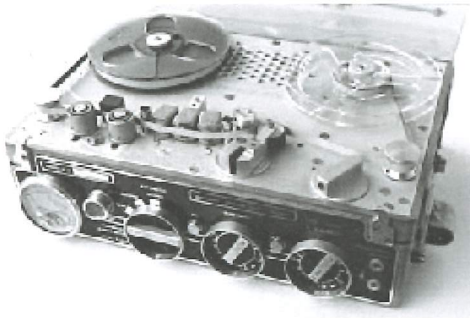
Mycket har hänt

När det gäller frekvensanalys har utrustningen förändrats radikalt. 1969 kopplades accelerometern till den högimpediva ingången på en ljudnivåmätare B&K 2203 och visarutslaget noterades med papper och penna. Filtreningen med oktavbandsfiltret B&K 1613 var begränsad till ljudområdet, som lägst 31,5 Hz-bandet, vilket i och för sig oftast räckte för stomljudsvibrationer från fläktinstallationer o.d. "Postprocesseringen" utfördes med blyerts och räknesticka, men snart inköptes en stor Hewlett Packard kalkylator 9100 med Nixierördisplay. Fick-kalkylatorer (Sinclair) dök upp först 1974.

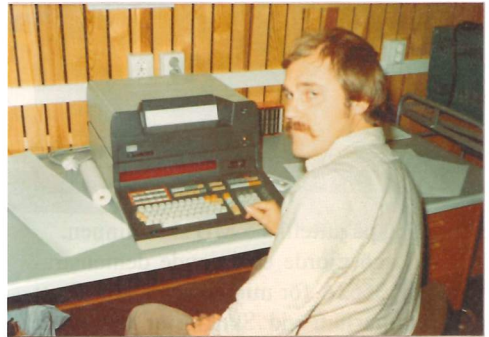


Lite mera automatiserad frekvensanalys kunde man göra med smalbandsfiltret B&K 2107 som sveptes mekaniskt från den klassiska nivåskrivaren 2305 via en flexkabel. Noggrannheten

hängde på hur väl man kunde placera skrivarnålens startpunkt på det vaxade papprets diagram. Bandbredden var 6% eller mera och vibrationerna fick allt hålla sig stationära. Ofta gjordes bandslingor av inspelningar på en Nagra III rullbandspelare.

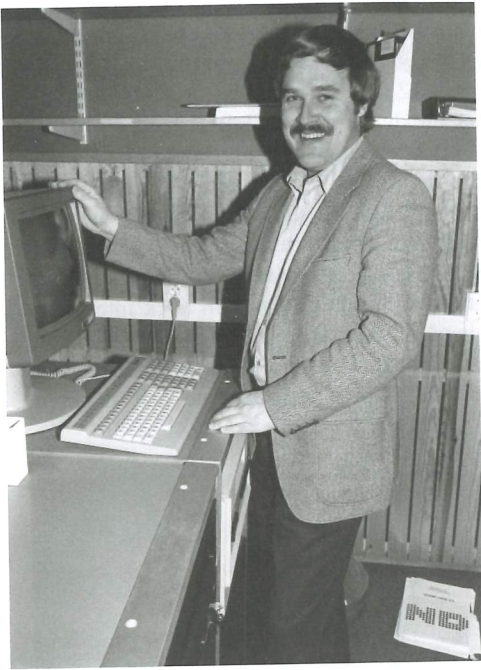


Ett stort steg infann sig i och med digitaliseringen av frekvensanalysen. Bordsdatorn HP 9830 gjorde tjänst i flera år och genom att BASIC låg på ROM kunde hela RAM-minnet användas för egna, ytterst kompakta program. Det var ett stort lyft när internminnet utökades till 12 kB. Som analysator skaffade vi år 1971 en GenRad modell 1921 med en parallell, undersamplad tersfilterbank. Detta kallades realtidsanalys! Nu kom vi ner till 12,5 Hz tersband. Kjell Ahlin anlätades för att göra en burk som konverterade från BCD-kod till ASCII. Han skulle snart sätta ihop betydligt mera avancerade burkar som dock inte hamnade på Ingemanssons (TRAS). Vi töffade på med tersbanden och gjorde efterbehandlingen i HP 9830, ABC80, Osborne och släpbara IBM PC.



FFT-analysen gjorde sitt intåg 1979 på Göteborgskontoret genom inköpet av en 5420A digital signalanalysator. Två kanaler öppnade en värld av överföringsfunktioner och modalanalysen fick fäste. En laddningspump på Ringhals var ett av de första objekten och vi skickade 400 linjers spektra värde för värde till Jörgen Wildheim med 300 Bauds hastighet för utskrift på hans radskrivare.

Efter viss HP-IB-programmering kunde vi koppla analysatorn till den 1981 anskaffade NORD-100-datorn och lagra data för vidare



bearbetning på jättelika 5 MB skivminnen. Thomas Lagö gjorde en lysande demonstration av HP 3562A för mig en sen kväll på ett SVIB-seminarium vid Skokloster och snart var en sådan i bruk – med viss möda bärbar – på konsultjobben. Så småningom hade vi fem stycken från 1985 och framåt. Två kanaler och fast upplösning 800 linjer. Datorerna krympte i storlek till HP 216 och HP310.

Även analysatorerna krympte och ökade samtidigt i mångsidighet. Den 2-kanaliga HP 3569A hade både FFT och realtidsanalys och var ett utmärkt konsultinstrument med sin batteridrift. HP 35670A utökade kapaciteten till 4 kanaler och hade inbyggd datalagring på diskett.

Antalet kanaler växte rejält 1992 när Ingemanssons som agent för LMS fick tillgång till ett antal CADA-X-system baserade på HP arbetsstationer med Paragon eller SCADAS front-ends. Dessa fick framför allt användning i automotive-industrin och kompletterades gradvis med mera portabla Pimento och Test.Lab-system.



LMS-agenturen ersattes 2005 av PAK från Müller-BBM. Dessa agenturer innebar ett lyft för konsultarbetet på områdena signaturanalys, modalanalys, modellverifiering, TPA etc och inkluderade också en omfattande kursverksamhet. Själv har jag haft mycket nytta av signalanalysverktygen i LMS TMON och njutit av att kunna köra 32 kanalers datainsamling på PAK Mobile II via LAN ute i kontrollrummen vid motorprovning. Lärdomen har varit att förstå vad som händer när man trycker på knapparna.

Signalbehandlingen är full av kompromisser

Med digitaliseringen av signalanalysen har fysikens begränsningar blivit tydligare belysta. Vi inser t.ex. att hög samplingsfrekvens ger dålig frekvensupplösning för en alltför kort blocklängd i FFT-analysen. Vi måste kompromissa mellan analysparametrarna och det

går inte alltid ihop med en varierande signal. För att inte tala om transienter. Hur bedöma inverkan på en känslig elektronstrålelitograf i 1 Hz-området när accelerometersignalen ligger nere i brusnivån, integrering krävs för att jämföra med leverantörens krav, högpasstritering krävs för att få bort DC-komponent inför integreringen och leverantören vet inte hur utrustningen reagerar i detta frekvensområde eller för transienter övehuvudtaget...? Var sätter man då HP-filtrets gränshfrekvens och vilket filter/vilken ordning bör användas? Ofta ställs man som konsult inför ofullständiga kravspecifikationer. Vad man kan säga om 40 års utveckling är väl att medvetenheten om problematiken ökat. Vi har t.ex. fått standardisering på området human vibration, både för stationära och transienta vibrationer. Människor kan ju behandlas statistiskt och får acceptera kompromisser och generaliseringar vilket kanske inte en ömtålig maskin kan göra. Själv har jag haft förmånen att få medverka vid

ISO-standardiseringen av instrument och filter för helkroppss- och hand-arm-vibrationer, ISO 8041:2005. En lärdom är att standardisering tar tid.

Spektakulära uppdrag

Nya Ullevi:

1985 fick Bruce Springsteen publiken på fotbollsplanen att hoppa i takt så att läktarna gungade på ett oroväckande sätt. Byggnadsnämnden förbjöd rockkonserter tills vibrationsdämpande åtgärder hade genomförts. Ingemanssons anlätades för mätningar och utredningar. Sandwichdämpning av takbalkarna gav en viss förbättring tillsammans med "spindelnät" mellan bärande wirrar samt viskösa dämpare på läktarna med dragstag till taket. Men något måste dessutom göras åt den gungande Göteborgsleran under planen. Utgångsläget kartlades med hjälp av en 16

Beröringsfri vibrationsmätning med USB utgång från Polytec

Vi har även ett brett sortiment av accelerometrar



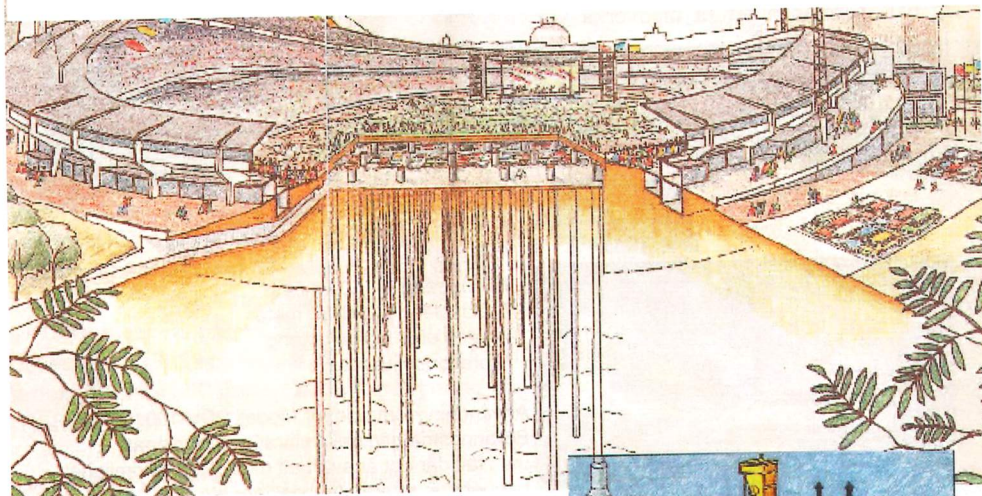
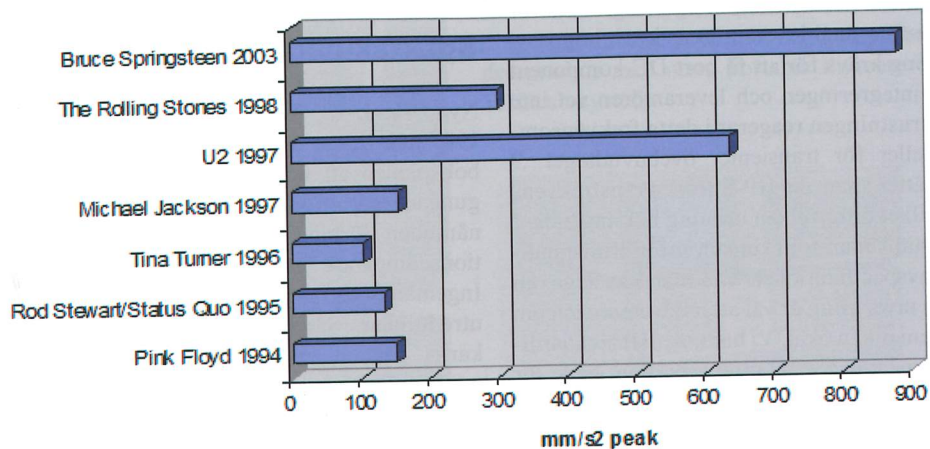
- Mätområde +/- 500 mm/s
- Mätavstånd 0.2 till 30 meter
- Analog eller digital utgång
- Vibrationsmjukvara

Användningsområde för modell PDV-100:
Beröringsfria generella vibrationsmätningar ute i fält där det är svårt att mäta pga. åtkomlighet, temperatur, roterande maskiner etc.

Alvetec Kontest

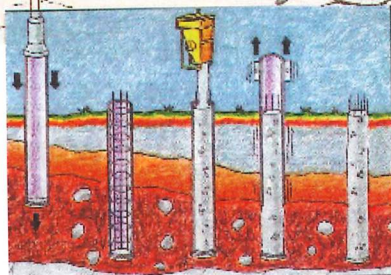
Phone: +46-8-626 40 50
Fax: +46-8-754 88 67
www.alveteckontest.se

Vibration below audience



1985-1995

Lösning: 102 st grävpålar till fast grund
+ betongdäck under planen, avskilt från
läktarna (NCC)



tons seismisk vibrator på planen (en betongfylld container som gungades av en hydraulcylinder styrd från HP Paragon) och vibra-



16 ton seismisk vibrator, 35 kN



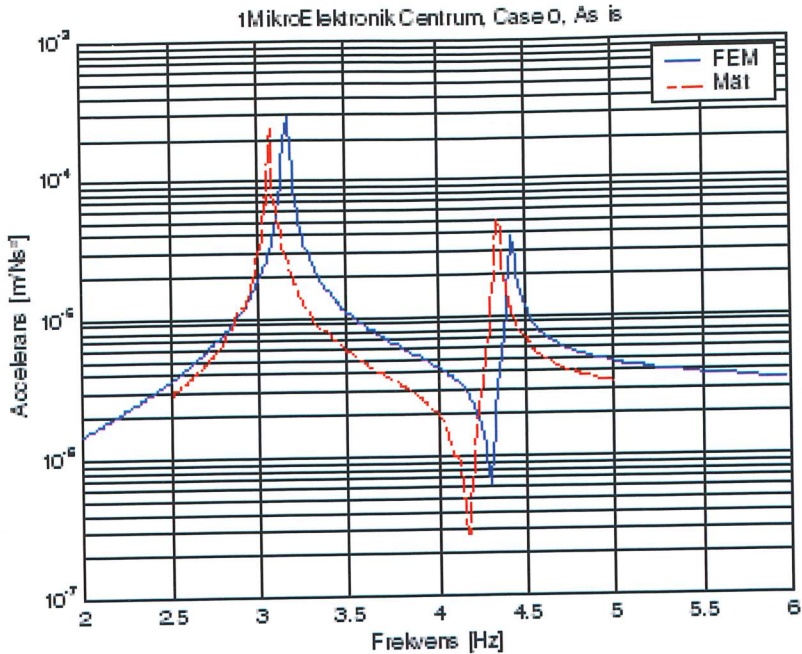
Förprov på 2 st grävpålar 1992

tionsresponsen i tak och läktare mättes med känsliga accelerometrar B&K 8306 och 8318. Frekvensområdet 1,8-2,8 Hz (i vissa fall upp till 9 Hz) sveptes långsamt för att uppnå tillräckligt god koherens. Varje svep tog c:a 20 minuter och mätningarna utfördes nattetid för att undvika trafikvibrationer. Samma metod användes för uppföljningsmätningar efter åtgärd. Kravet sattes till 80 % reduktion av de uppmätta överföringsfunktionerna. Vid det första försöket till markstabilisering injicerades kalkpelare vilket visade sig vara otillräckligt. En referensgrupp bildades för att värdera tre nya förslag till stabilisering. Två av dessa provades i liten skala först, varvid en variant med stälpelarförstärkta betong-



pelare fick ge vika för kraftiga grävpålar ner till fast grund. 102 pålar gjöts med specialmaskiner till ett djup av 11-55 m. Diametern var 120 cm, i några fall 150 cm. På dessa lades ett balksystem och en betongplatta som nu bär fotbollsplanen och samtidigt utgör tak i ett underliggande garage. Samtidigt avskildes planen från läktarbyggnaden, som inför friidrotts-VM 1995 kompletterades med en ytterligare läktare. Denna dimensionerades med utförliga FE-beräkningar och kontrollerades med våra mätningar. Resultatet blev att kravet uppfylldes och nya konserter kunde äga rum. Vid dessa kontrollerade jag vibrationsnivåerna, speciellt under publiken närmast scenen. När Bruce Springsteen återvände 2003 höll anläggningen för den hoppande publiken – men han skapade åter det högsta toppvärdet! Lärdom: Se upp med Göteborgsleran!





Mikroelektronikcentrum vid CTH:

Entreprenören för renrumsgolvet vid nybyggda MC2 hade inte insett att tunga betongplattor på odämpade stålpelare ger alltför höga vibrationsnivåer vid resonans – det räcker att någon person går på golvet för att den känsliga utrustningen ska störas. I samarbete med Bill Halvorsen tog vi fram skräddarsydda dämpare som först testades i liten skala och sedan tillverkades och monterades på stålpelarna under noggrann kontroll. Mätningar av vibrationsrespons före och efter åtgärd utförde vi med en 200 kg

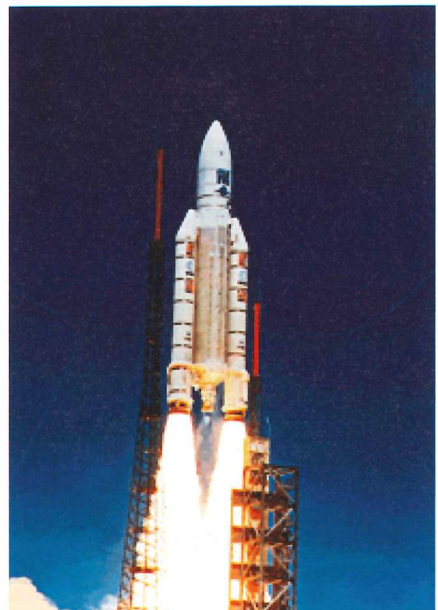
seismisk vibrator och en HP 35670A analytator, alternativt ett LMS CADA-X Stepped Sine mätsystem. Kravet VC-E utsträckt till 1 Hz innehölls efter dämpning då ett definierat antal personer gick slumpmässigt på golvet respektive då spårvagnar passerade. Lärdom: Simulera före bygge!



ESA Force Measurement Device: Med European Space Agency som uppdragsgivare utvecklade vi ett kraftmätdon att användas vid skakbordsprovning av satelliter. Med åtta triaxiella piezoelektriska lastceller och datorstyrda laddningsförstärkare kopplade till summa/skillnadskretsar kunde såväl translatorisk kraft som rotationsmoment mätas i sex frihetsgrader. Äntligen fick jag syssla med elektronikbygge! FMD:n användes sedan i Noordwijk-labbet för experimentell modalanalys på Olympus-satelliten och vi fick med dessa data utföra korrelering mot en FE-modell med hjälp av MAC-rutinen i LMS Link. Arbetet pågick 1988-1998.

Ariane 5 Exhaust Nozzle:

Volvo Aero gjorde vissa förbättringar på utblåsningsmynningen till Ariane-raketen efter kraschen 1996 och gav oss i uppdrag att kontrollera egenfrekvenser och modformer hos nya varianter. Detta gjordes 2000 och 2003 i Trollhättan vid kallt tillstånd. Modalanalys i förening med modellkorrelation hade vid





detta laget blivit en vanlig arbetsform hos oss, inte minst i automotiveindustrin, och vi drog nytta av fördelen att ha resurserna för mätning och beräkning i samma enhet.

Rolls Royce Mermaid Pod:

Fyra stora kryssningsfartyg byggdes vid Chantiers de l'Atlantique i S:t Nazaire, Frankrike. De försågs med vardera 2 st Rolls Royce (Kamewa) Mermaid pods, elektriska propellerdrifter som kan vridas 360o och drivs från gasturbiner via generatorer (Alstom). Effekten är nära 2x20 MW och de fyra systerfartygen Millennium, Summit, Infinity och Constellation gör 24 knop vid full fart. 2000 passagerare och en 1000-hövdad besättning får plats och längden över all är 294 m. (Det

finns cyklar på nedre däck.) Jag fick tillfälle att medverka vid vibrationsmätningar under två Sea Trials på Biscaya inför leveransen av Millennium år 2000, och även göra mätningar på en liknande installation i benen på en oljeborrplattform. Ingemanssons anlätades också för analyser av vibrationer mätta i de tre övriga fartygen samt nybyggda Queen Mary II.

Reflexionen över vad jag lärt mig i alla dessa väsensskilda uppdrag är hur viktigt det är att sätta sig in i hur objekten fungerar, om det så är en propellerdrift eller en pappersmaskin.

Konsult på plats

Det blev allt vanligare att våra konsulter hyrdes ut till kunderna, att finnas på plats som experter och resursförstärkning. Under fyra år 1994-98 fanns jag på halvtid eller mera hos Urban Emborg vid Saab Aircraft i Linköping. Med ett antal LMS-system och en mikrofonmultiplexer blev det många flygningar för att samla in mätdata inför optimeringen av ANC-systemet (Active Noise Control) i Saab 340 och 2000, mest ljud men också vibrationer. När målsättningsvärdet äntligen uppnåddes på decimalen lade man ner tillverkningen,



PCB PIEZOTRONICS^{INC.}

 **VIBRATION
DIVISION**

 **FORCE/TORQUE
DIVISION**

 **PRESSURE
DIVISION**

 **ELECTRONICS
DIVISION**

 **IMI SENSORS
DIVISION**



I närmare 40 år har PCB Piezotronics Inc försett världsmarknaden med högkvalitativa precisions givare. De 5 divisionerna Vibration, Tryck, Kraft, Elektronik samt Industriella givare visar vilken bredd PCB Piezotronics har idag.

Därför anser många att PCB är det naturliga valet för just dom.

 **PCB SCANDINAVIA AB**

Ring 08-444 38 70
E-post: info@pcbscandinavia.se

men detta enda (?) seriemässigt installerade ANC-system flyger fortfarande i ett 50-tal SAAB 2000. En lärdom är att med målmedvetenhet, noggrannhet och medelvärdesbildning kan man påvisbart förbättra en produkt i steg om tiondels dB även om förutsättningarna förefaller låsta.



Ljud och vibrationer går hand i hand. Lyckligtvis kan vi använda samma utrustning för att mäta det ena och det andra (sånär som på givarna) och det blir aktuellt i TPA-analysen (Transfer Path Analysis). Överföringsfunktioner från kraft via tänkbara inledningspunkter till ljud i hytten på en lastbil (Scania i det här fallet) kombineras med vibrationsmätningar under drift för att efter bearbetning rangordna inledningsvägarna. Kombinationen av akustiska och mekaniska inledningsvägar kan vara knepig att hantera och det krävs tydliga indikationer för att prioritera åtgärderna rätt. Hos Volvo Lastvagnar (först 3P sedan Powertrain) har jag tillbringat de sista fyra åren

av min anställning hos Ingemanssons. Sven Dolfe har lärt mig mycket om dieselmotorer. Det har oftast gällt att samla in vibrationsdata under fullastsvép i provrum eller körningar på Volvos testbana. Mångkanalig signaturanalys har utförts med olika mätsystem, på senare tid PAK. Resultaten av mätningar på olika komponenter har jämförts med vibrationskrav i Tekniska Bestämmelser. Jag har också tagit fram nya krav efterhand som emissionskraven ändrats och nya komponenter tillkommit. För

Environmental Engineering Test Center



SAAB

På miljölaboratoriet i Järfälla kan följande prov utföras.

- **HAST**
- **HALT**
- **Temperaturprov**
- **Temperaturchockprov**
- **Fuktprov**
- **Saltdimsprov**
- **Vibrationsprov**



Accelerated Stress Test

Saab Avitronics i Järfälla

Ring 08-580 845 27 el 08-580 845 29

E-post hans.svensson@saabgroup.com



Products and Services

Your expert team for sound & vibration products and services

VibraTools Suite™ is the software that will help the engineer to save time and money. It harnesses the power of MATLAB® by utilizing flexibility, and a level of reliability and accuracy that is unprecedented in this industry.

RoboX™ is a powerful platform for dedicated system solutions such as Go/No-Go, Impact Testing, and other applications, that will help test engineers to perform their procedures faster and more reliably, time after time.

Active Noise and Vibration Control

With 25+ years experience from ANVC systems and applications, our team is poised to help with system optimization to decrease cost and increase performance. We have been involved in many international ANVC research programs, and have a vast international ANVC network. Our revolutionary ACTICUT® system is solving challenging vibration problems in metal cutting.

Sound and Vibration Monitoring

Today, due to legislation, it has become increasingly more important to perform monitoring of sound and vibration levels, often based on applicable standards. We have the background, modular and awarded system components, and technical understanding, to deliver total system solutions.

Educational Services

Our professional courses have helped many companies to increase their overall technical and production efficiency. Newly graduated students possess a substantial mathematical base, but seldom knows how to fully use it and how to avoid the many pitfalls. We have a pre-set of customized courses that can be taught at a customer site or at our own facilities.

Expert Engineering Services

is assisting many customers in solving their challenging problems. "Mission Impossible is Our Mission," is our watch-word. We have successfully solved many missions that were considered to be "impossible." Our expert consulting team has a broad and deep experience from multiple areas and through an out-of-the-box approach, have managed to solve many challenging problems.

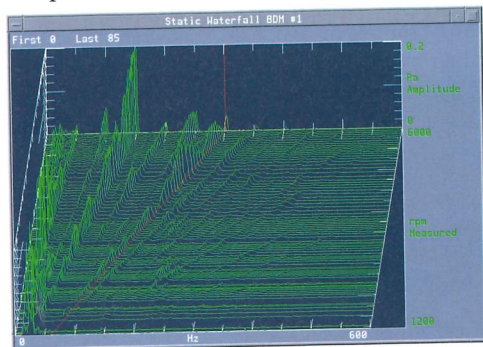


Acticut International AB, Gjuterivägen 6, SE-31132 Falkenberg

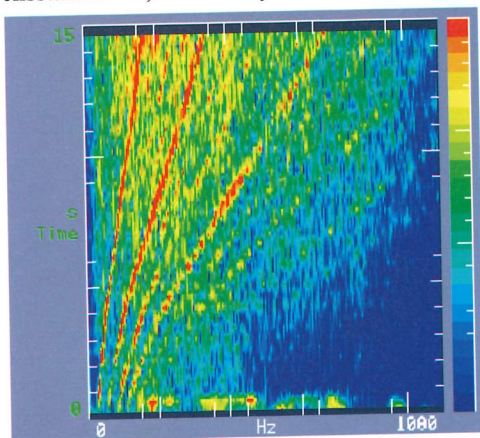
Ph: +46 346 713030, Fax: +46 346 13333

info@acticut.com, www.acticutinternational.com

att leverantörerna ska kunna testa sina produkter på skakbord under utvecklingen krävs test-profiler som efterliknar Volvos testmil-



jöer så väl som möjligt. Det kan åstadkommas med sinussvep eller randomnessignaler eller en kombination av dessa. För utvecklingen av testprofilerna har jag använt LMS Mission Synthesis där Max Response Spectrum och Fatigue Damage Spectrum är viktiga verktyg. Dessa appliceras på såväl mätdata som skakbordsprofiler med målet att erhålla överensstämmelse, med hänsyn till en viss säker-



hetsmarginal i skakbordsprovningen. Arbetet har lett till givande kontakter med vibrationskollegor i hela Volvokoncernen såväl som hos leverantörer.

Hemma i labbet

Mycket lär man sig genom egna experiment och genom att ha möjlighet till laboratorieför-sök i lugn och ro med kaffekoppen inom räck-håll. Vid alla kontor i Göteborg (Vasagatan



– Västgötagatan - Kämpegatan - Kvarnber-get) har vi haft labutrymmen som möjliggjort detta. Först gällde det att prova ljudisolering och vattenkranar, senast ballastmattor och vi-brationsisolatorer. Däremellan hela bilar. En servohydraulisk aktuator har följt med sedan slutet av 1980-talet när läktargradängerna på Ullevi skakades. Den har också använts för att skaka balksystem, stridsfordon, renrumsgolv, spårvägsräls, värmesitsar, bränslenivågivare mm. Den är alltså flyttbar men har nu slagit sig till ro i en rigg för provning av elastiska element. Som pensionär sympatiserar jag med denna arbetstakt. □





INTERNATIONAL

Compact – Portable – Rugged – Silent

VibPilot



Multiple units can
be synchronized
for more channels

With the multi-channel VibPilot, m+p international sets a new standard for affordable performance in dynamic signal analysis. Using the latest DSP and analog technology VibPilot provides market leading dynamic range and outstanding real-time performance via high-speed USB interfacing. With a complete range of integrated applications and analysis solutions using our SO Analyzer software for:

- General data acquisition and Spectrum analysis
- Time history recording
- Structural dynamics including full Modal analysis
- Rotational dynamics
- Acoustics and Sound Quality
- Environmental noise and vibration testing
- Vehicle pass-by-noise



PROXITRON AB

Box 324

S-59124 Motala, Sweden

Phone: +46 (0)141 58000

info@proxitron.se

www.proxitron.se

Kurser, Konferenser och Läsvärt

Vibration och stöt SS 4604866 –

Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader och anläggningar

Vibration and shock SS 4604866 -

Guidance levels for blasting-induced vibration in buildings

SIS-remiss 7823

Remisstiden utgår: 2010-09-01

SVIB har med stöd av SBUF och Magnus Björkman på Skanska fått möjligheten att återge texten i det reviderade förslaget till standarden SS 4604866. Texten återföljs av en remiss blankett som jag föreslår att ni använder er utav i fall ni har synpunkter på förslaget Alf Olsson 2010-05-27

Ditt svar är viktigt

Det är viktigt att svenska företag, myndigheter och andra organisationer får möjlighet att påverka hur standarderna är utformade. Dina synpunkter på standardförslaget bidrar till att testa riktigheten i den kommande standarden och genom ditt svar ökar också möjligheten att standarden kommer att bli använd och accepterad. SIS eftersträvar att miljöhänsyn tas i standardiseringsarbetet. Vi tar därför gärna emot dina synpunkter även när det gäller dessa frågor. Om du vill påverka innehållet i den kommande standarden ska du använda svarsblanketten som är bifogad.

Orientering

Den svenska kommittén SIS/TK 111/AG 3 Byggnaders påverkan av vibrationer har utarbetat det förslag till svensk nationell standard som presenteras i denna remiss.

Avsikten är att förslaget skall fastställas och ges ut som svensk standard. Den slutgiltiga standarden kan i vissa delar komma att avvika från förslaget beroende på resultatet av den svenska remissbehandlingen.

För att kunna fastställas som svensk standard måste standarden vara förenlig med svensk lagstiftning.

Det är viktigt att berörda svenska myndigheter klarlägger om förslaget är förenligt med svensk lagstiftning.

Svaren på denna remiss kommer att utgöra underlag för kommitténs beslut.

Något om förslaget

Denna standard behandlar sprängningsinducerade vibrationer och dess påverkan på angränsande byggnader och anläggningar.

Standarden omfattar en metod för riskanalys och beräkning av riktvärden angivna som toppvärden för tillåten svängningshastighet. Riktvärden i standarden beräknas med hjälp av ett antal faktorer. Dessa är byggnadsfaktor, materialfaktor, avståndsfaktor och verksamhetsfaktor.

Svensk kommitté

Svaren på denna remiss kommer att behandlas av Vibration och stöt, SIS/TK 111/AG 3.

Gruppen har följande sammansättning:

Ann-Sofie Wessberg,
Metron Miljökonsult AB, Ordförande
Joakim Bergström, Bergsäker AB
Eiolf Bjelkström, Metron Miljökonsult AB
Magnus Björkman, Skanska Sverige AB
Olle Goffe, WSP Sverige AB
Mats Hammarqvist, ÅF-Infrastruktur AB
Mathias Jern, Nitro Consult AB
Donald Jonson, Nitro Consult AB
Alf Olsson
Lena Reidarman, Trafikverket
Mikael Sjökvist, Bergsprängningsentreprenörerna
Thomas Sträng, AB Storstockholms Lokaltrafik
Christer Svensson, Sigicom AB
Arvid Taube, Trafikverket
Anders Wanner, Bergsäker AB

Frågor

Frågor kring remissen besvaras av
Anna Hulegårdh, SIS,
telefon: 08-555 520 45,
epost: anna.hulegardh@sis.se

Beställning

Förslaget kan beställas från
Monica Förnstedt, SIS,
telefon: 08-555 521 22,
epost: monica.fornstedt@sis.se

Pris

Pris för standardförslaget är 400 kronor exkl. moms

Vilka får remissen?

Remissen har sänts ut till följande:
RG 111, SIS/TK 111/AG 3

Svar på remissen

Besvara remissen genom att returnera bifogade svarsblankett, till anna.hulegardh@sis.se. Se anvisningar.

Anvisningar för remissvar

Ett remissvar består av två delar:
Svarsblankett (där du röstar ja eller nej till för-

slaget, eller avstår);
Kommentarer.

Om remissen innehåller flera standardförslag skall ett svar avges för varje ingående standardförslag. I svarsblanketten finns förberedda svarsalternativ för samtliga standardförslag.

OBS! Försök inte skilja svarsblankett och kommentarsdelen, eftersom de länkade uppgifterna då försvinner.

Så här fyller du i svarsblanketten

"Avstår" om du inte är insatt i förslaget och dess konsekvenser eller om du inte har tid eller möjlighet att sätta dig in i förslaget.

"Tillstyrker utan kommentarer" om du anser att förslaget kan godtas som standard utan förändringar.

"Tillstyrker med kommentarer" om du anser att förslaget kan godtas som standard, fast med de förändringar du angivit i dina kommentarer.

"Avstyrker med motivering" om du anser att förslaget innehåller felaktigheter eller är olämpligt att godta som standard. Du måste ange en motivering till avstyrkandet och skälen skall vara av allvarligare karaktär.

Ange om du/ni har erfarenhet inom den föreslagna standardens tillämpningsområde och om du/ni haft möjlighet att pröva förslagets tillämpning i er verksamhet. Kom gärna med synpunkter på den föreslagna svenska titeln

Vibration and shock - Guidance levels for blasting-induced vibration in buildings

Vibration och stöt - Riktvärden för sprängningsinducerade vibrationer i byggnader

Vibration och stöt
2010-04-06

Orientering

Denna standard behandlar sprängningsinducerade vibrationer och dess påverkan på angränsande byggnader och anläggningar.

Standarden omfattar en metod för riskanalys och beräkning av riktvärden angivna som toppvärden för tillåten svängningshastighet.

Riktvärden i standarden beräknas med hjälp av ett antal faktorer. Dessa är byggnadsfaktor, materialfaktor, avståndsfaktor och verksamhetsfaktor.

1 Omfattning

Denna standard gäller för alla slags sprängningsarbeten, till exempel för tunnlar, gruvor och bergtäkter samt grund- och anläggningsarbeten. Standarden ger vägledning vad avser kontroller på närliggande byggnader och anläggningar. Standarden beskriver beräkningsrutiner för framtagning av riktvärden för påförda sprängningsinducerade vibrationer på byggnader och anläggningar. Riktvärdet är ett rekommenderat erfarenhetsmässigt värde för att minimera risken för skada. Riktvärdet kan även ge vägledning vid eventuella tvister som rör ansvarsfrågan gentemot tredje man, exempelvis mellan byggherre, beställare och entreprenör.

Standarden kan inte tillämpas på alla typer av konstruktioner. Riktvärden kan inte med självklarhet tillämpas på slanka konstruktioner, såsom höga byggnader och vissa brostöd. Riktvärden i denna standard kan inte användas på underjordsanläggningar, rör och ledningar etc. Riktvärden för dessa anläggningar måste därför ansättas med hjälp av andra kriterier.

Riktvärdena tar inte hänsyn till den psykologiska effekt som sprängning kan ha på dem som vistas i byggnaderna, inte heller till de risker för skador som kan uppstå i vibrationskänslig utrustning i närområdet. För sådan utrustning ger respektive tillverkare vägledning beträffande riktvärden. Riktvärdena avser toppvärdet av den vertikala svängningshastigheten

2 Normativa hänvisningar

SS 4604860 Vibration och stöt - Syneförrättning - Arbetsmetod för besiktning av byggnader och anläggningar i samband med vibrationsalstrande verksamhet

3 Riskanalys för sprängningsinducerade vibrationer

En riskanalys för sprängningsinducerade vibrationer skall göras vid alla sprängningsarbeten. Omfattningen av en sådan riskanalys måste ställas i relation till projektets storlek och möjliga effekter. Konsulten, i samråd med beställaren, avgör vilka insatser som behövs för en fullgod rapport. En riskanalys bör omfatta avsnitten 3.1 till 3.9.

3.1 Uppdragets omfattning och syfte

Redovisa vem som är beställare och byggherre/projektägare samt syftet med riskanalysen. Beskriv omfattningen av uppdraget samt huvudprojektet och dess verksamhet. Redogör för underlag som ligger till grund för riskanalysen.

3.2 Risker förenade med geologiska förhållanden

Beskriv i korthet geologin i området. Bedöm risker förenade med geologiska och geotekniska förhållanden, grundvattenförhållanden samt stabilitetsproblem och behov av sättningskontroll eller annan kontroll. Om risk föreligger bör fördjupad utredning föreslås.

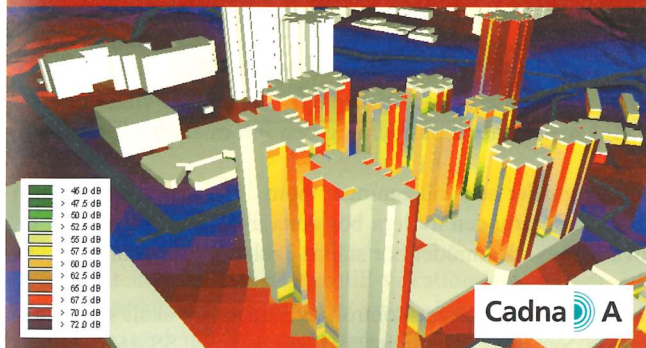
3.3 Närliggande byggnaders grundläggning och konstruktion

Klassificera undergrunden under respektive byggnad enligt avsnitt 4, beskriv grundvattenssituationen och om undergrunden är sättningsbenägen. Ange det alternativ som ger bäst överensstämmelse med hur undergrunden uppträder vid påverkan.

Ange grundläggningssätt, byggnadstyp och material för respektive byggnad eller anläggning. Uppge särskilt känsliga detaljer såsom kakelugnar, murstockar m.m.

Bullerkartor

med alla nordiska beräkningsmodeller
väg • järnväg • industri • flyg



CadnaA marknadsförs av Tyréns AB.

**CadnaA är ett kraftfullt och användarvänligt beräkningsprogram
för framställning av bullerkartor**

3D-flygningar • Fasadljudnivåer • Auralisering • Automatisk skärmdimensionering

**Beställ demo-cd och
informationsmaterial
eller boka tid
för en personlig demo**

Ring Jan Pons 08-56 64 10 86
eller maila till CadnaA@tyrens.se



TYRÉNS

Tyréns AB, Akustikavdelningen
(fd Acoustic Control)
Tumstocksvägen 1
187 66 Täby
Tel 08-56 64 10 00
www.tyrens.se

3.4 Inventering av känslig utrustning

Redovisa var det finns utrustning som kan vara särskilt känslig för vibrationer och skaffa tillåtna vibrationsnivåer från respektive utrustnings ägare. Observera att både svängningshastighet och acceleration kan vara styrande.

3.5 Arbetsplatser där känsliga arbetsmoment utförs

Redovisa var det finns arbetsplatser där känsliga arbetsmoment förekommer och där arbetet kan påverkas negativt av vibrationer. Identifiera under vilka tider dessa arbetsmoment förekommer.

3.6 Befintliga ledningar, berggrum och tunnlar och andra anläggningar

Ange identifierade luft- och markförlagda ledningar av karaktären: telekablar, optiska kablar, fjärrvärme-, el- och gasledning samt VA-ledningar. Redovisa underjordsanläggningar som till exempel berggrum, tunnlar och övriga identifierade anläggningar samt deras användningsområde. Skaffa från respektive anläggningsägare eller ledningsägare tillåtna vibrationsnivåer för respektive anläggning och redovisa dessa. Ange om det finns särskilda risker att ta hänsyn till.

3.7 Tillåten vibrationsnivå

Redovisa riktvärde för vibrationer för respektive byggnad och anläggning. Utgå från avsnitt 4 Riktvärden vid beräkning. Hänsyn ska tas till det svagaste materialet vilket är styrande. Ange om valt riktvärde avviker från det teoretiskt beräknade värdet och anledningen till förändringen.

3.8 Föreslagna kontrollåtgärder

- a) Ange vilka kontroller som skall utföras och hur de bör genomföras.
- b) Beskriv var vibrationsmätning skall ske.
- c) Redogör för vilken dokumentation som behövs från arbetsplatsen: sprängplaner, sprängjournaler m.m.

3.9 Område som berörs

Redovisa vilket område som omfattas av inventering och riskanalys. Ange inom vilket område syneförrättning, täthetskontroll av rökkanaler, vibrationsmätning och information till omkringsboende bör ske.

Då undergrunden består av berg bör byggnader och anläggningar inom 50 m från sprängplatsen inkluderas i syneförrättningen. Består undergrunden av lera bör detta avstånd ökas till 100 m. Syneförrättningsområdet kan behöva utökas då området bör ställas i relation till sprängningens omfattning samt speciella geologiska förhållanden.

Fastigheter vilka omfattas av syneförrättning och täthetskontroll av rökkanaler skall synas före och efter anläggningsarbetets utförande. Syneförrättningen utförs i enlighet med SS 4604860.

4 Riktvärden

Riktvärdena i denna standard är baserade på omfattande erfarenhet av sambandet mellan vertikal svängningshastighet och konstaterade skador på byggnader, uppförda på olika typer av undergrund i Sverige.

Riktvärdet (v) vid sprängning avser vibrationsvärdet i grundläggningsnivån och kan beräknas ur följande formel: $v = v_0 \cdot F_b \cdot F_m \cdot F_d \cdot F_t$

där

v_0 = okorrigerad svängningshastighet i mm/s, beroende på typ av byggnadens undergrund, se avsnitt 4.1.

F_b = byggnadsfaktor som beaktar vibrationskänsligheten i byggnader, se avsnitt 4.2

F_m = materialfaktor som beaktar vibrationskänsligheten i ingående material, se avsnitt 4.3

F_d = avståndsfaktor som beaktar inverkan av avståndet mellan sprängningsplats och mät punkt, se avsnitt 4.4.

F_t = verksamhetsfaktor som tar hänsyn till om sprängningsarbetena är kort- eller långvariga, se avsnitt 4.5.

Okorrigerad svängningshastighet, v_0

Följande värden på okorrigerad svängningshastighet, v_0 , används vid olika markförhållanden.

Tabell 1 — Vertikal svängningshastighet vid olika undergrunder

Undergrund		Vertikal svängningshastighet v_0 mm/s
Löst lagrad morän, sand, grus, lera	Lera	18
Fast lagrad morän, skiffer, mjuk kalksten	Morän	35
Granit, gnejs, hård kalksten, kvartsitisk sandsten, diabas	Berg	70

4.2 Byggnadsfaktor F_b

Byggnader indelas med hänsyn till vibrationskänsligheten i konstruktionen i nedan angivna 4 klasser. För historiska byggnader av särskilt stort värde bör standarden enbart ses som vägledande. Riktvärde för en sådan byggnad bör bestämmas via en separat utredning.

Klass	Byggnad	Byggnadsfaktor F_b
1	Tunga konstruktioner såsom broar, kajer, försvarsanläggningar och liknande	1,70
2	Industri- och kontorsbyggnader av huvudsakligen prefabricerade element	1,20
3	Normala bostadsbyggnader	1,00
4	Speciellt känsliga byggnader och byggnader med höga valv eller konstruktioner med stora spännvidder, <u>tex.</u> kyrkor och museer	0,65

Tabell 2 — Byggnadsfaktor för olika byggnader

4.3 Materialfaktor F_m

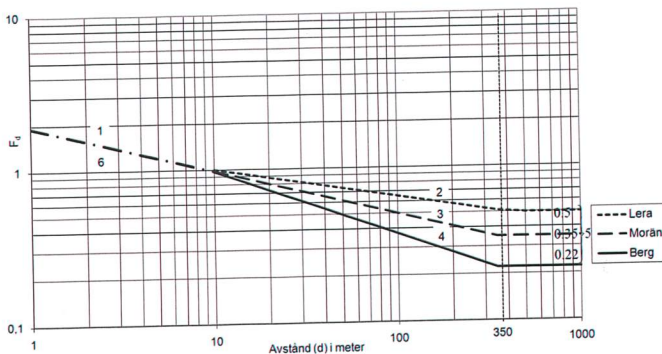
I byggnaden ingående material indelas med hänsyn till vibrationskänsligheten i följande 4 klasser. Faktorn F_m gäller för svagaste materialet i byggnaden.

Klass	Material	Materialfaktor F_m
1	Armerad betong, stål, trä	1,20
2	Oarmerad betong, tegel, <u>betonghålstén</u> , lättklinker betong	1,00
3	<u>Autoklaverad</u> lättbetong, <u>revetering</u> , puts, gipsstuckatur <u>m.m.</u>	0,75
4	Kalksandsten (<u>mexitegel</u>), kakelugn med känsliga fogar	0,65

Tabell 3 — Materialfaktor F_d för olika material

4.4 Avståndsfaktor F_d

Avståndsfaktorn som funktion av kortaste avståndet mellan sprängsalvan och varje berörd byggnad framgår av följande diagram. Figur 1 — Okorrigerad svängningshastighet som funktion av avstånd.



För sambanden gäller följande ekvationer:

1 $F_d = 1.91 \cdot d - 0.28$

2 $F_d = 1.56 \cdot d - 0.19$

3 $F_d = 1.91 \cdot d - 0.29$

4 $F_d = 2.57 \cdot d - 0.42$

5 Avståndsfaktorerna $F_d = 0.22$, $F_d = 0.35$ och $F_d = 0.50$ för större avstånd än 350 m är beräknade på sådant sätt att den kombinerade faktorn $v_0 \cdot F_d$ för $v_0 = 70$, 35 respektive 18 mm/s blir 15 mm/s för berg, 12 mm/s för morän och 9 mm/s för lera.

6 Vid sprängning i närområdet ≤ 10 m kan speciella problem uppstå. Dels kan ogynnsamma markförhållanden, t. ex förekomst av horisontella slag, medföra stora förskjutningar, dels kan förekomst av höga frekvenser göra att större uppmärksamhet måste riktas på vibrationens utseende och en mer detaljerad dokumentation av sprängsalvan redovisas.

4.5 Verksamhetsfaktor F_t

Verksamhetsfaktorn F_t är beroende av hur lång tid sprängarbetena ska pågå.

Klass	Verksamhetsfaktor F_t
För tunnlar, bergrum, vägskärningar, grundläggningsarbeten och liknande anläggningsprojekt	1,0
För fasta anläggningar såsom bergtäkter och gruvor	1,0 – 0,75

Tabell 4 — Verksamhetsfaktor för olika anläggningar

5 Mätning och analys

5.1 Mätpunkternas placering

Vibrationer ska om möjligt mätas där de kommer in i byggnaden. Givaren fästs i bärande del av grundkonstruktionen.

5.2 Övervakningsmätning

Övervakningsmätning görs för kontroll av vibrationsnivån.

De instrument som används ska visa vibrationens toppvärde i mm/s samt tiden för registreringen. Redovisningen av uppmätta mätvärden ska ange mätpunkternas placering och vilken typ av instrument som används. Dessutom ska avstånden mellan mätpunkterna och sprängsalvan redovisas.

För att optimera sprängningsarbetet förutsätts att riskanalysen tillåter att vibrationsnivån efter samråd mellan parterna kan korrigeras i de fall förhållandena så tillåter.

5.3 Utvidgad mätning

I de fall sambanden mellan å ena sidan skaderisk och å andra sidan tillåten vibrationsnivå, gränsvärde, eller redovisade mätvärden inte visar sig vara relevanta bör detta förhållande belysas genom utvidgad mätning, t.ex. tre-komponentmätning, mätningar uppe i byggnaden och/eller tøjningsmätningar. Det är endast den inkommande vibrationens vertikala komponent som kan relateras till framräknat riktvärde.

6 Instrumentspecifikation

6.1 Allmänt

Mätsystem omfattar givare, registreringsenhet samt förbindelsekablar.

6.2 Mätområde

6.2.1 Frekvensområde

Mellan brytpunkterna definieras begränsningskurvorna med hjälp av exponentiell interpolation och följer därmed räta linjer i en log-log-skala.

Begränsningskurvorna definierar för varje frekvens en övre och nedre gräns för mätsystemets relativa amplitudrespons. Med relativ amplitudrespons avses amplitudresponsen vid en viss frekvens relativt motsvarande amplitudrespons vid 80 Hz.

6 Instrumentspecifikation

6.1 Allmänt

Mätsystem omfattar givare, registreringsenhet samt förbindelsekablar.

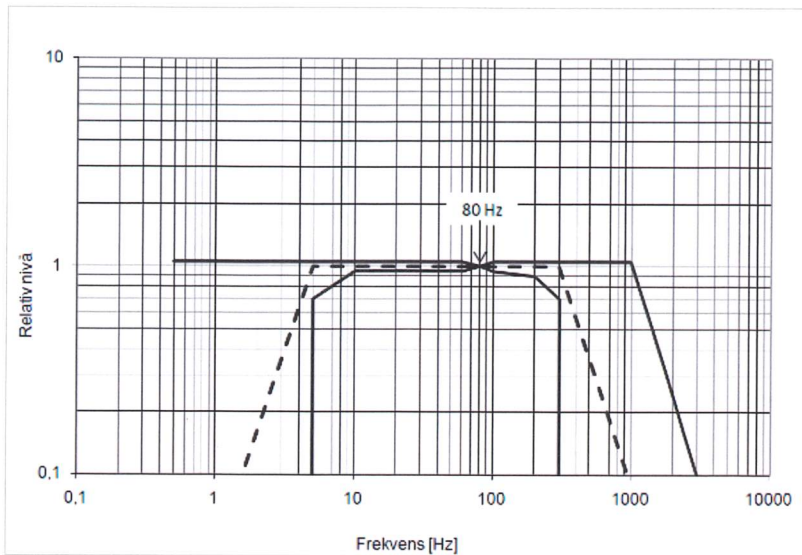
6.2 Mätområde

6.2.1 Frekvensområde

Mellan brytpunkterna definieras begränsningskurvorna med hjälp av exponentiell interpolation och följer därmed räta linjer i en log-log-skala.

Begränsningskurvorna definierar för varje frekvens en övre och nedre gräns för mätsystemets relativa amplitudrespons. Med relativ amplitudrespons avses amplitudresponsen vid en viss frekvens relativt motsvarande amplitudrespons vid 80 Hz

Figur 2 — Amplitudrespons hos mätsystem – begränsningskurvor



--- referenskurva

— övre och undre begränsningskurva

Tabell 5 — Begränsningskurvor

6.2.2 Nivåområde

Övre begränsningskurva		Nedre begränsningskurva	
Nivå	Frekvens	Nivå	Frekvens
		0,70	5 Hz
1,05	0,5 Hz	0,95	10 Hz
1,05	60 Hz	0,95	60 Hz
1,00	80 Hz	1,00	80 Hz
1,05	100 Hz	0,95	100 Hz
1,05	1 000 Hz	0,90	200 Hz
0,10	3 000 Hz	0,70	300 Hz

Mätningar ska kunna göras av svängningshastigheter mellan 1,0 – 250 mm/s. Inom detta område ska avläsning kunna ske med en tiondels upplösning upp till 10 mm/s. Om överstyrning förekommit ska detta framgå av registreringen.

6.3 Signalbehandling

Vid toppvärdesdetektering får mätosäkerheten vid 80 Hz inte överstiga 5 %.

6.4 Krav på givare och fastsättning

6.4.1 Givare ska vara utformade så att de kan fästas vid mätobjektet så att alla monteringsnanserna ligger över 1 000 Hz.

6.4.2 Givarens tvärkänslighet ska understiga 10 % av känsligheten i den nominella mätriikteningen.

6.5 Funktionskontroll

6.5.1 Mätssystemet ska vara försett med en enkel funktionskontroll. Denna ska omfatta hela systemet förutom givare och givarkabel. Funktionskontroll kan utföras med en signal som påförs givarförstärkarens ingång.

6.5.2 Funktionskontroll av hela systemet ska utföras före varje mätperiod eller för långtidsövervakande mätningar i samband med installation och periodisk tillsyn av mätssystemet. Tiden mellan funktionskontrollerna bör i det senare fallet inte överstiga två veckor. I automatiserade mätsystem bör funktionskontrollen ingå i systemfunktionen.

6.6 Kalibrering och linearitetskontroll

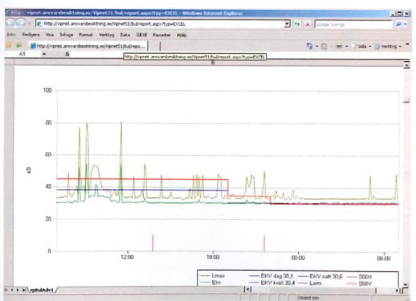
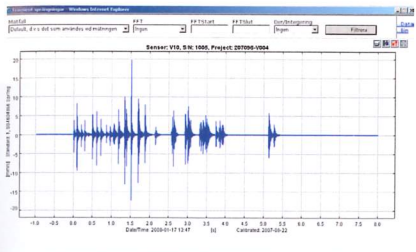
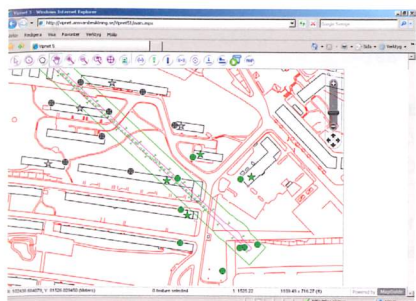
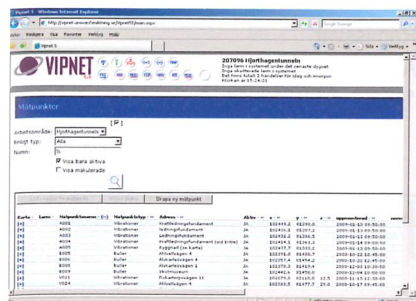
6.6.1 Kalibrering av systemet utförs vid frekvensen 80 Hz. Mätosäkerheten vid kalibreringen ska vara mindre än 3 % med 95 % konfidensgrad. Givare ska kalibreras varje år och övriga komponenter i mätsystemet vart annat år. Vid misstanke om att något inträffat som påverkar mätsystemets noggrannhet ska systemet kalibreras på nytt.

6.6.2 Linearitetskontroll ska utföras minst varje år. Kontroller utförs med en nivå inom instrumentets mätområde. Kontrollerna utförs vid frekvenserna 3, 4, 5, 6,3, 8, 10, 12,5, 16, 20, 50, 100, 200, 250, 300, 400, 500, 630, 1 000, och 3 000 Hz eller tills amplitudresponsen är 20 % av referensnivån.

Alternativt utförs linearitetskontroll med hjälp av ett sinussvep, med en konstant svängningshastighet 5 mm/s eller 10 mm/s inom frekvensområdet 5 – 300 Hz.

Amplitudresponsen ska ligga mellan den övre och den undre begränsningskurvan i figur 2. □

ansvars besiktning ab



... har allt sedan etableringen 1972 varit verksam i konsultbranschen, huvudsakligen inom områdena som rör miljöstörningar.

... skall vara den självklara samarbetspartnern genom att utföra sina åtaganden i rätt tid till rätt kvalitet med ett högt miljötänkande och ekonomiskt motsvara kundens förväntningar. Detta åstadkommer vi genom ständig utveckling av spetskompetens inom våra teknikområden och stödsystem.

... tillhandahåller kvalificerade tjänster inom:

- Riskanalys
- Besiktning
- Mätning av Vibrationer, Buller, Sättningar, Grundvatten
- Rådgivning
- 3:e manshantering – Juridik och skadehantering
- IT/IS databassystemet VIPNET™

Vipnet™ är ett Internetbaserat databassystem som hjälper till att hålla ordning och reda på miljöstörningar som buller, vibrationer, grundvatten, lutningar/sättningar, trafik, m.m. Vipnet™ och våra andra tjänster används idag inom alla typer av på projekt, allt från Citybanan i Stockholm, Citytunnelprojektet i Malmö, Ledningsomläggningar för fjärrvärme och vatten och vanliga villaprojekt.

Ansvarsbesiktning AB

Besöksadress: Bisittargatan 24,
Box 4105, 129 04 HÅGERSTEN
Tel. 08-749 18 50 Fax 08-647 11 37
E-post: info@ansvarsbesiktning.se
www.ansvarsbesiktning.se



e-post: anna.hulegardh@sis.se

SIS
Remissvar
Anna Hulegårdh
118 80 STOCKHOLM

SIS/TK 111, Vibration och stöt

Svar på -----SIS-remiss 7823
avseende -----SS 4604866

Senaste svarsdatum
2010-09-01

Uppgifter om svarslämnaren

☐ Företag/Organisation/Myndighet

☐ Enskild person

Företag/Organisation/Myndighet _____

Handläggare (namn, telefon) _____

Datum _____

Remissvar

☐ Avstyrker med motivering

☐ Avstår

☐ Har erfarenhet inom det område förslaget täcker

☐ Tillstyrker utan kommentarer

☐ Har tillämpat förslaget

☐ Tillstyrker med kommentarer

☐ Ej berörd

Kommentarer till föreslagen svensk titel

Svarslämnare:

Datum:

Kommentarer på: SIS-remiss 7823

Förslag: SS 4604866

1 ID	2 Clause No./ Subclause No./ Annex (e.g. 3.1)	3 Paragraph/ Figure/Table/Note (e.g. Table 1)	4 Type of comment	5 Comment (justification for changes)	6 Proposed change	7 Fylls i av SIS

ÅF är ett ledande teknikonsultföretag med kunskap som vilar på hundraårig erfarenhet. Vi erbjuder kvalificerade tjänster och lösningar för industrins processer, för infrastrukturella projekt och vid utvecklingen av produkter och IT-system. Vi är även en ledande aktör inom kontroll och besiktning. ÅF har idag närmare 4 500 medarbetare. Vår bas finns i Europa, men vår verksamhet och våra kunder finns i hela världen.



Stor styrka!

ÅF är idag genom **ÅF-Ingemansson** Europas ledande expert inom ljud och vibrationer. Vi arbetar såväl nationellt som internationellt inom områdena Byggnad, Samhälle, Industri och Produktutveckling.

Vi bidrar med rådgivning, utredningar, problemlösning, utbildning samt tekniköverföring och tar ansvar för komplett funktion vad gäller ljud och vibrationer.

Våra projekt består av allt från utredningar, projektering, mätning, analys, beräkning till prototypframtagning för produktion.

Har du behov av pålitlig kompetens har ÅF många experter. Vill du veta mer om **ÅF-Ingemansson**, kontakta Örjan Johansson på 010-505 84 03

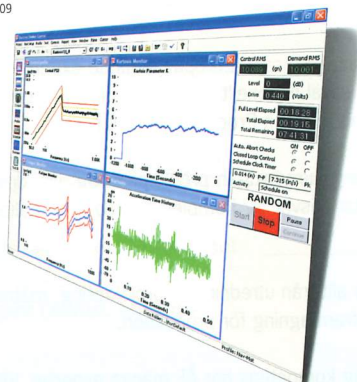


Efter att ha hört Martin Engelkes, B&K föredrag om Kurtosis vid den tyska miljöprovningskommitténs möte i Leipzig i mars bad jag att få tillstånd att publicera en sammanfattning av det han framförde. Här följer hans artikel.
Alf Olsson

BRÜEL & KJÆR

KURTOSIS IN RANDOM VIBRATION CONTROL

September 2009



LDS
A member of the
Brüel & Kjær group

www.bksv.com/controllers

Brüel & Kjær
Imaging 500 and 5000

Kurtosis in Random Vibration Control

What is Kurtosis? 3

Differences between Gaussian and K > 3 Signals . 4

User Interface and Setup for Kurtosis 6

What is Kurtosis?

Kurtosis is a statistical parameter used to characterize a signal. In essence it provides a measure of the "peakedness" of a random signal. Signals that have a higher kurtosis value have more peaks that are greater than three-sigma; that is, peaks that are greater than three times the RMS value of the signal.

In the real world many kinds of vibration environments are characterized by signals that have high kurtosis value (relative to Gaussian random). The fatigue and damage potential for these vibrations are higher than for a pure Gaussian replication of the vibration environment. Hence using a traditional Gaussian random signal as the test signal will actually under test the product for its service environment.

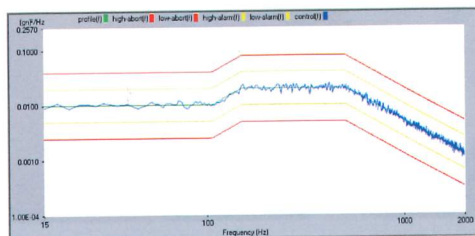
Kurtosis can be expressed as a normalized value "K" by dividing the fourth statistical moment divided by the square of the second statistical moment. The equation below shows the K calculation for N samples.

$$K = \frac{\frac{1}{N} \sum (x_i^4)}{(\frac{1}{N} \sum (x_i^2))^2}$$

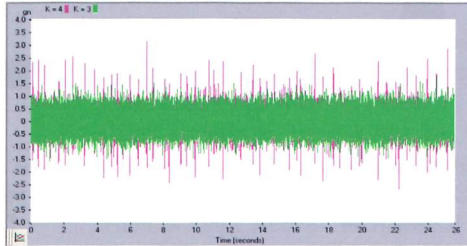
For a Gaussian signal the K value is always 3 regardless of the PSD shape or RMS level of the test profile.

Differences between Gaussian and K > 3 Signals

As a simple example of the differences between a Gaussian signal and a signal with a kurtosis value of greater than 3, consider the random test profile below. This profile has an RMS value of 4 g. Keep in mind that the shape of the profile PSD is not important in comparing signals with different kurtosis characteristics. Since no difference will be seen in the frequency domain spectral data, we need to look in the time domain to see what

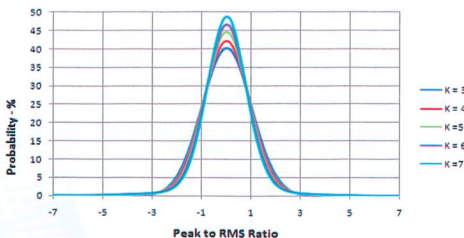


effect kurtosis has on the test signal. The two plots below show the time histories for a test with K set to 3 (a pure Gaussian signal) and with K set to 4. With K = 4 the control signal spends more time at higher amplitude levels than does than a Gaussian signal.

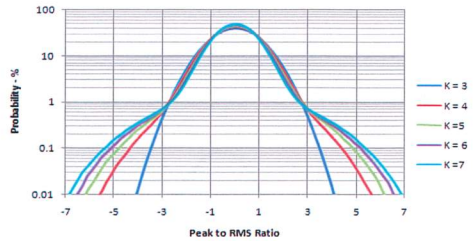


Comparison of the control signals for a Gaussian signal (Kurtosis K = 3) and a non-Gaussian signal with Kurtosis K = 4.

The fact that signals with higher kurtosis spend more time at higher amplitudes can be seen more clearly by comparing the histograms, or more properly the probability distribution functions (PDFs), of a Gaussian signal and signals with various kurtosis values. In plot below, the PDF of a Gaussian signal (K = 3) is compared to PDFs for signals with K values of 4, 5, 6 and 7. In the plot the Y scale represents the probability of occurrence of a given value and the X scale represents the peak to RMS ratio.



Since much of the difference in the distributions for different kurtosis values is in the “tails”, it easier to compare the PDF plots with the Y plotted using a logarithmic scale. Measured Probability Distribution Functions for Kurtosis Values of 3 (Gaussian), 4, 5, 6 and 7.



User Interface and Setup for Kurtosis

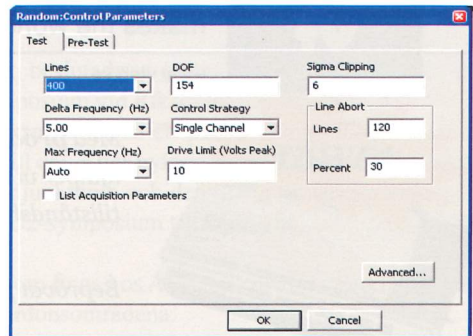
Setting the kurtosis value for a test profile is easily done by the user in two steps.

Step 1 –

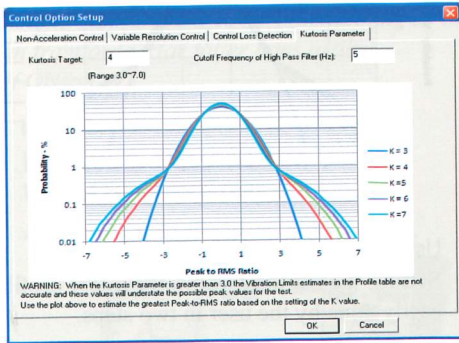
Access the Control Parameter dialog.

In this dialog the only action required is to click on the “Advanced” button in the lower right-hand side of the dialog panel.

Control Parameter dialog is used to access the “Advanced” settings.



Step 2 – Set the Kurtosis Value.



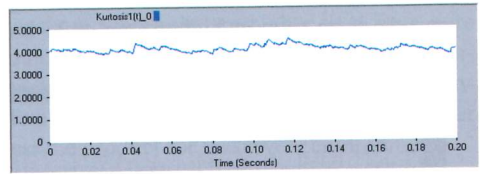
The simply entry of a value from 3 to 7 in the “Kurtosis Target” field is the only user action required.

Setting “Kurtosis Target” or “K” value in the “Advanced” Control Parameter dialog.

A special “Kurtosis(t)” signal display provides an on-line verification that the test is achieving the desired K value.

Since kurtosis is based on the fourth statistical

moment there will be some variation in the K values as frames of data are acquired and the K value is calculated.



The control signal’s kurtosis parameter can be monitored on-line using the special “Kurtosis(t)” signal display. ☐



makes the world less shaky

www.vtab.se

NYHET!



01dB-Metavib ett Areva-företag
Vi är distributör för 01dB i Sv/No/Dk

- Analoga ingångar - 8-32 kanaler + varvtal
- Insignal - Spänning, IEPÉ
- Finns även i Ex-utförande
- MODBUS RS485/Ethernet

*Med **produkter, konsulttjänster och utbildningar** hjälper vi Dig till kostnadseffektiva lösningar för ett tillståndsbaserat underhåll.*

Beprovat paket för övervakning spec. för vindkraftverk!

Nytt rondsistem:

MVP-2C

- Mjukvara med svensk text
- Oracle-databas
- Vikt: 0.9 kg
- MVP-2EX, Ex II 1G/EEEx ia IIC T4



Arbetsutskott 2, Maskin- och Fordonsvibrationer återuppstår

Efter att ha varit förenat med AU1 under några år har AU2 självständigt återupptagit sin verksamhet. Ett konstituerande möte hölls den 23 november 2009 hos Müller-BBM Scandinavia i Göteborg och arbetsutskottet fick följande sammansättning:

Juha Plunt, Müller-BBM Scandinavia AB (ordförande)
Andreas Linderholt, SAAB Aerosystems (sekreterare)
Clas Andersson, Volvo Aero AB
Patrik Andersson, Teknisk Akustik, Chalmers
Åsa Collet, ÅF AB, Sound&Vibration
Martin Karlsson, Lloyd's Register ODS
Thomas Lagö, Acticut International AB
Hans Lindell, Swerea IVF AB
Anders Nöremark, Siemens Industrial Turbomachinery AB

Som ni kan se finns en hel del olika maskintillverkare representerade, liksom högskola och konsulter. Vi skulle gärna se att vi också fick med någon eller ett par representanter för fordonstillverkarna och även medlemmar från de andra nordiska länderna. Kontakta mig om du skulle vara intresserad.

Vi kom fram till följande avsiktsförklaring för AU2:

”Verka för ökad förståelse, kunskap och intresse för maskin- och farkostvibrationer”

Med höga ambitioner och ivriga att komma igång, beslutade vi att undersöka möjligheterna att anordna ett maskin- och fordonsinriktat SVIB-symposium vid Riksgränsen redan till våren 2010. Med god assistans av Alf Olsson som tog in offerter mm och ett par vidtalade, internationellt kända föredragshållare kom vi ganska nära att få till det. Efter nyktert överbäggande av de ekonomiska förutsättningarna, den fortfarande bistra konjunkturen och den lite optimistiska tidplanen beslutade vi dock att skjuta upp planerna för ett AU2-symposium till nästa vår.

Detta visar på det stora engagemang och intresse som finns hos AU2:s medlemmar att få ordentlig fart på SVIB:s verksamhet inom maskin och fordonsområdena.

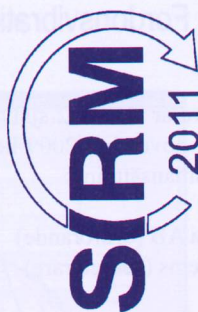
Juha Plunt (Ordf. AU2)

VIBRATIONS

IN

ROTATING MACHINES

21 – 23 February, 2011
Darmstadt, Germany



First Announcement and
Call for Papers



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Institute of Structural Dynamics
Technische Universität Darmstadt

www.sdy.tu-darmstadt.de/sirm2011.de.jsp

CONFERENCE GOALS

The purpose of the 9th International Conference SIRM 2011 is to promote vital discussions between machine manufacturers, machine operators, and representatives of science in the field of rotordynamics. Latest trends in theoretical research, development, design, manufacturing, monitoring, and machine maintenance shall be discussed at the conference. The Institute of Structural Dynamics at Technische Universität Darmstadt invites you to attend SIRM 2011 in order to combine science, engineering, and culture with an enjoyable get-together. The Local Organising Committee cordially welcomes you in Darmstadt and looks forward to seeing you at the conference.

CONFERENCE TOPICS

Mechatronic systems – Electrical machines – Micro machines – Vibration control – Identification and diagnostics – Stability – Bearings and seals – Balancing – Case studies – Special problems in rotordynamics.

CONFERENCE PROCEEDINGS

All presentations will be available at the conference in full length on a CD-ROM with ISBN. A book of abstracts (with one A4-page per paper) will be available too.

CONFERENCE LANGUAGE

The conference languages will be German and English.

TAGUNGSGZIELE

Die neunte internationale Tagung SIRM 2011 will auch diesmal ein Forum für Diskussionen zwischen Maschinenherstellern, Maschinenbetreibern und Vertretern der Wissenschaft auf dem Gebiete der Rotordynamik anbieten. Neueste Entwicklungen in theoretischer Forschung, Entwicklung, Konstruktion, Herstellung, Überwachung und Wartung von rotierenden Maschinen sollen diskutiert werden. Das Fachgebiet Strukturdynamik an der Technischen Universität Darmstadt lädt Sie herzlich zur SIRM 2011 ein, um für einige Tage Wissenschaft, Technik, Kultur und geselliges Beisammensein miteinander zu erleben. Das lokale Organisationskomitee freut sich auf Ihre Tagungsteilnahme.

TAGUNGSTHEMEN

Mechatronische Systeme – Elektrische Maschinen – Mikromaschinen – Schwingungsregelung – Identifikation und Diagnose – Stabilität – Lager und Dichtungen – Auswuchttechnik – Fallstudien – Spezielle Probleme der Rotordynamik.

TAGUNGSPUBLIKATIONEN

Alle Vorträge erscheinen mit Tagungsbeginn im vollen Umfang auf einer CD-ROM mit ISBN. Die Kurzfassungen (je eine A4-Seite) erscheinen in gedruckter und gebundener Form.

KONFERENZSPRACHE

Als Konferenzsprachen sind Deutsch und Englisch vorgesehen.

TERMINPLAN IMPORTANT DEADLINES

13. April 2010 Einsendeschluss der Kurzfassungen – Submission of abstracts.
29. April 2010 Mitteilung über Annahme der Kurzfassung – Notification of abstract acceptance.
1. August 2010 Einsendeschluss für volle Beiträge (Entwurf) – Submission of full paper (draft version).
30. Oktober 2010 Mitteilung über Annahme des vollen Beitrags – Notification of draft paper acceptance.
15. Dezember 2010 Einsendeschluss für volle Beiträge (Endfassung) – Submission of full paper (final version).
21. Februar 2011 Tagungsbeginn – Begin of Conference.
23. Februar 2011 Tagungsende – End of Conference.

VORTRAGSANMELDUNG

Senden Sie bitte eine Kurzfassung vom Umfang einer A4-Seite in Deutsch oder Englisch bis spätestens 13. April 2010 an die Tagungsleitung (siehe KONTAKT in der Spalte rechts) oder via E-Mail an sirm2011@sdv.tu-darmstadt.de Bitte geben Sie Ihren Namen, Firma, Adresse, Telefon, Fax und E-Mail-Adresse an.

PAPER OFFER

Please send an abstract of your paper (one page A4) in German or English to the conference organizer (see CONTACT on the right) or electronically via e-mail to sirm2011@sdv.tu-darmstadt.de Please indicate your name, affiliation, telephone, fax, and e-mail address. Note the deadline: 13.04.2010.

WISSENSCHAFTLICHE LEITUNG SCIENTIFIC ORGANISATION

Prof. H. Ecker, TU Wien
Prof. H. Irretier, Univ. Kassel
Prof. R. Markert, TU Darmstadt
Prof. R. Nordmann, TU Darmstadt

WISSENSCHAFTLICHES KOMITEE SCIENTIFIC COMMITTEE

N. Bachschmid, Italy
H. Ecker, Austria
F. Heitmeir, Austria
H. Irretier, Germany
R. Larssonneur, Switzerland
R. Liebich, Germany
E. Malenovsky, Czech Republic
R. Markert, Germany
R. Nordmann, Germany
I.F. Santos, Denmark
J. Schmied, Switzerland
H. Springer, Austria
J. Strackeljan, Germany
T. Szolc, Poland
H. Ulbrich, Germany

LOKALE ORGANISATION LOCAL ORGANISATION

Institute of Structural Dynamics
(R. Markert, J. Bauer, N. Norrick, M. Rauck)

TAGUNGsort und KONTAKT CONFERENCE VENUE and CONTACT

Prof. R. Markert
TU Darmstadt, Fachgebiet Strukturdynamik
Petersenstrasse 30
64287 Darmstadt, Germany
Tel: +49 (0) 6151 16-3460, Fax: -3668,
E-Mail: sirm2011@sdv.tu-darmstadt.de

ANMELDUNG/REGISTRATION

Die Anmeldung wird zu gegebener Zeit über die Konferenz-Homepage ermöglicht – Registration will be made possible in time on the conference web site.

Neunte internationale Tagung

SCHWINGUNGEN IN ROTIERENDEN MASCHINEN

21. – 23. Februar 2011
Darmstadt, Deutschland



Ankündigung
und Aufruf zur
Vortragsanmeldung



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Fachgebiet Strukturdynamik
Technische Universität Darmstadt

www.sdy.tu-darmstadt.de/sirm2011.de.jsp

Till Minne av Hasse Andersson

Jag har den tunga plikten att meddela att vår vän och kollega Hasse Andersson avlidit i en ålder av 62 år. Hasse var en maskinvibrationernas hustomte och gjorde sin stora gärning inom vibrationstekniken med maskinvibrationer.

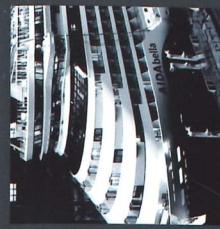
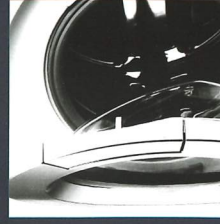
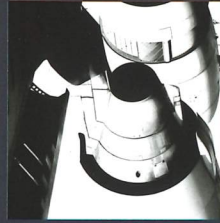
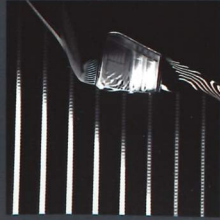
Hasses närvaro vid många till synes rutinmässiga uppdrag gav trygghet men samtidigt också en glimt av den Västgötska humorn och klokheten. Många är de maskiner som har blivit balanserade i fält av Hasse och många är de personer som blivit undervisade i Hasses lugna och trygga anda. Hasse kom efter civilingenjörsexamen som konstruktör till STAL LAVAL i Finspång. Där kom han i kontakt med Gösta Lindholm och vibrationsmätning. Efter några år ville Hasse pröva lyckan med en ny typ av värmväxlare och bildade sitt företag Innovex. För att fylla ut kassan fortsatte Hasse att hjälpa till med mätning av vibrationer och åtgärder för vibrerande maskiner. Kombinationen av dessa båda kom att bli Hasses levebröd fram till hans död.

Vi skickar en hälsning till Hasses familj och önskar brorsonen lycka till med Innovex.

/Elisabet Blom



*Hasse Andersson fångades på bild från senaste vibrationsdagen i norge 2009.
Han sitter bakom Anders Herdin i rutig skjorta.*



rotational speed and rotation angle; rpm from CAN; rpm sensor, angle transducer, incremental encoder; airborne sound: ICP® microphone, 200 volt polarized microphone, head phone microphone, analog artificial head, digital artificial head; conducted sound: piezoelectric accelerometer, ICP® accelerometer, strain gauge, laser vibrometer; voltage input; electrical energy management; digital inputs; digital audio; CAN; vehicle and test rig; GPS for time and position, IRIG for time; control outputs e.g. function generator: white noise, ramp, fade, chirp, sine, square, triangular, playback from file; EtherCAT®, FlexRay™; temperature: E, J, K, T thermocouples, PT100 sensor; displacement: rope transducer, inductive transducer; stress and fatigue analysis: strain gauge, force transducer, load cell, pressure transducer; piezoelectric accelerometer

Measure. Analyse. Assess. Manage.

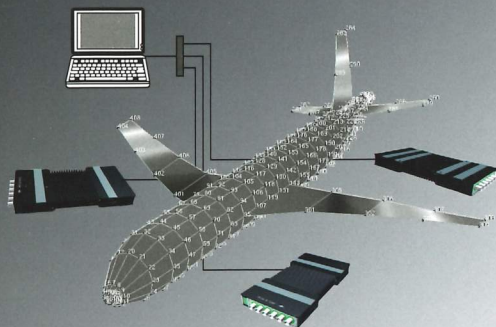
Acoustics | Vibration | Strength | and more

PAK. Pathbreaking measurement technology. The perfect choice when pursuing measurement perfection.

PAK

www.MuellerBBM-vas.com
www.MuellerBBM.se

Från 2 till över 1000 kanaler



Nästa generation av PULSE hårdvara är här i form av LAN-XI

Med möjligheter som distribuerat system med hårdvara utplacerad vid olika mätpunkter alternativt samlad med många kanaler i en låda.

Fördelar med LAN-XI:

- Minskad kabeldragning genom placering av mätmodulerna nära mätpunkterna.
- LAN-kabel överför signalerna till dator samtidigt som spänning och klocksynchronisering överförs till respektive modul.
- Inga fläktar i modulerna dvs helt tyst drift
- Byggt både för fältbruk såväl som laboratorium
- Dyn-X ger ett magnifikt mätområde och minimerar över och understyrning
- Kompatibel med tidigare PULSE och I-deas
- Gigabit LAN för snabb överföring

Se mer på www.bksv.com/LAN-XI



Huvudkontor: DK-2850 Nærum · Denmark · Telefon: +45 45 80 05 00
Fax: +45 45 80 14 05 · www.bksv.com · info@bksv.com

Brüel & Kjær Sverige · seinfo@bksv.com
Boråskontoret: 033-22 56 22 · fax: 033-12 31 40
Huddinge-kontoret: 08-449 86 00 · fax: 08-449 86 09
Örebro-kontoret: 019-32 35 10

LAN-XI

Brüel & Kjær