

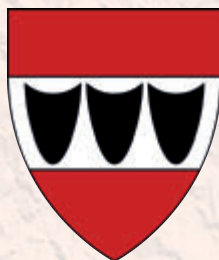
Česká společnost pro nedestruktivní testování  
Czech Society for Nondestructive Testing



# DEFEKTOSKOPIE 2023

**SBORNÍK ABSTRAKTŮ**  
**BOOK OF ABSTRACTS**

53. mezinárodní konference  
53<sup>rd</sup> International Conference



14. – 16. listopad 2023  
November 14 – 16, 2023

Třebíč, Czech Republic

## Sponzoři a partneři konference / Conference Sponsors and Partners

### HLAVNÍ SPONZOŘI / MAIN SPONSORS



### SPONZOŘI / SPONSORS



### MEDIÁLNÍ PARTNEŘI / MEDIA PARTNERS



Czech Society for Nondestructive Testing  
Česká společnost pro nedestruktivní testování



# DEFEKTOSKOPIE 2023

53<sup>rd</sup> International Conference and NDT Exhibition  
53. mezinárodní konference a výstava NDT techniky

## PROCEEDINGS SBORNÍK ABSTRAKTŮ

November 14 to 16, 2023  
14. až 16. listopadu 2023

Třebíč, Czech Republic

Edited by Luboš Pazdera and Libor Topolář

All articles submitted before members of the Scientific Committee reviewed the deadline. Editors are not responsible for the reproduction quality in these Proceedings. The contributions may be copied freely, but credit should be given to the Proceedings.

**Scientific Committee / Reviewers:**

- prof. Jaroslav Fiala – ZČU Plzeň
- doc. Monika Manychová – VUT v Brně
- Ing. Zdeněk Převorovský – ÚT AV ČR Praha
- doc. Libor Topolář – VUT v Brně

Editors: Luboš Pazdera and Libor Topolář

Copyright © 2023  
Czech Society for Nondestructive Testing  
All rights reserved

Published by:

Brno University of Technology  
Faculty of Civil Engineering  
Veveří 331/95, CZ 602 00 Brno

for

Czech Society for Nondestructive Testing  
Veveří 331/95, CZ 602 00 Brno

printed version ISBN 978-80-214-6189-5

| Název vystavovatele:                    | Kontaktní email a web:   | Korespondenční adresa:  |
|---|--|---|
| EVIDENT Europe GmbH –<br>odštěpný závod | <a href="mailto:alena.nemeckova@evidentscientific.com">alena.nemeckova@evidentscientific.com</a><br><a href="http://www.evidentscientific.com">www.evidentscientific.com</a> | Evropská 16/176, 160 00 Praha 6,<br>Česká republika                 |
| PAPco, s.r.o.                           | <a href="mailto:info@papco.cz">info@papco.cz</a><br><a href="http://www.papco.cz">www.papco.cz</a>   | Litvínovská 609/3, 190 00 Praha 9,<br>Česká republika               |
| Testima spol. s r.o.                    | <a href="mailto:mlejnkova@testima.cz">mlejnkova@testima.cz</a><br><a href="http://www.testima.eu">www.testima.eu</a>   | Pod Harfou 994/21, 190 00 Praha 9,<br>Česká republika               |
| PTS Josef Solnař, s.r.o.                | <a href="mailto:knnet@ptsndt.com">knnet@ptsndt.com</a><br><a href="http://www.ptsndt.com">www.ptsndt.com</a>   | U Hrubků 170, 709 00 Ostrava,<br>Česká republika                    |
| Sound Wave Inspection Systems<br>B. V.  | <a href="mailto:h.felius@swis.ltd">h.felius@swis.ltd</a><br><a href="https://www.swis.ltd/">https://www.swis.ltd/</a>  | Borchwerf 4E, 4704 RG Roosendaal,<br>Netherlands                    |
| K-Technologies, s.r.o.                  | <a href="mailto:m.janackova@k-technologies.cz">m.janackova@k-technologies.cz</a><br><a href="http://www.k-technologies.cz/">http://www.k-technologies.cz/</a>                | Svatočlávské nám. 106/8, 500 08,<br>Hradec Králové, Česká republika |
| STARMANS electronics, s.r.o.            | <a href="mailto:ut@starmans.cz">ut@starmans.cz</a><br><a href="http://www.starmans.net">www.starmans.net</a>   | V Zahradkách 836/24, 180 00 Praha 8,<br>Česká republika             |
| KOWOTEST GmbH                           | <a href="mailto:fh@kowotest.de">fh@kowotest.de</a><br><a href="https://www.kowotest.com/">https://www.kowotest.com/</a>  | Solinger Strasse 186, Langenfeld,<br>Deutschland                    |
| SlovCert spol. s r.o.                   | <a href="mailto:opatt@slovcert.sk">opatt@slovcert.sk</a><br><a href="https://slovcert.sk/">https://slovcert.sk/</a>  | Podumajská 36, 821 07 Bratislava,<br>Slovensko                      |

## CONTENTS / OBSAH

**Bernard KOPEC**

NORMY NDT SE NEVYPLATÍ IGNOROVAT  
NDT STANDARDS ARE NOT WORTH IGNORING

**Josef NEUGEBAUER, Adam NEUGEBAUER**

NÁRODNÍ SYSTÉM EVIDENCE CERTIFIKÁTŮ NDT  
NATIONAL NDT CERTIFICATE REGISTRATION SYSTEM

**Tomáš BARTÁK, Hana ŠREJMOVÁ**

MECHANIZOVANÁ CELOOBJEMOVÁ KONTROLA LETECKÝCH KOMPOZITNÍCH  
DÍLŮ POMOCÍ DIGITÁLNÍ RADIOGRAFIE  
MECHANIZED FULL-VOLUME INSPECTION OF AEROSPACE COMPOSITE PARTS  
USING DIGITAL RADIOGRAPHY

**Václav JANDURA**

ZAJIŠŤOVÁNÍ PLATNOSTI VÝSLEDKŮ ZKOUŠEK NDT LABORATOŘE, ZKOUŠENÍ  
ZPŮSOBILOSTI  
ENSURING THE VALIDITY OF RESULTS OF NDT LABORATORY, PROFICIENCY  
TESTING

**Miroslav ŠNÍRER, Jakub NOVÁK, Radek SALAČ**

SYSTÉMY AUTOMATICKÉHO ROZPOZNÁVÁNÍ VAD V NDT  
AUTOMATIC DEFECT RECOGNITION SYSTEMS IN NDT

**Radek SALAČ, Miroslav ŠNÍRER, Mohamed BENSALAM**

APLIKACE ROBOTICKÝCH SYSTÉMŮ PRO NDT  
APPLICATION OF ROBOTIC SYSTEMS FOR NDT

**Vladimír SYASKO, Adam POLACEK**

K OTÁZCE URČENÍ MODULU PRUŽNOSTI KOVŮ PŘI DYNAMICKÉ INDENTACI  
ON THE QUESTION OF DETERMINING THE ELASTIC MODULUS OF METALS  
DURING DYNAMIC INDENTATION

**Lukáš STAINER, Marek ULBRICH, Jan VÍT**

ŠKODA JS – 40 LET AUTOMATIZOVANÉHO NEDESTRUKTIVNÍHO ZKOUŠENÍ NA  
JADERNÝCH ELEKTRÁRNÁCH TYPU VVER

**Tomáš FÍLA, Jan FALTA, Jan ŠLEICHT, Petr KOUDELKA, Nela KRČMÁŘOVÁ**  
VÝHLEDY NEDESTRUKTIVNÍHO TESTOVÁNÍ V OBLASTI RÁZOVÉ DYNAMIKY  
A RYCHLÉHO RENTGENOVÉHO ZOBRAZOVÁNÍ Z VĚDECKÉHO POHLEDU  
PROSPECTS OF NON-DESTRUCTIVE TESTING IN THE FIELD OF IMPACT  
DYNAMICS AND HIGH-SPEED X-RAY IMAGING FROM A SCIENTIFIC  
PERSPECTIVE

**Mu'Men HAMADNEH, Houssam AL JAMAL, Mohammad Ali FAKIH, Samir  
MUSTAPHA**  
PREDICTING DAMAGE SIZE AND LOCATION IN FRICTION-STIR-WELDED  
STRUCTURES: A MACHINE-LEARNING-BASED METHODOLOGY

**Břetislav SKRBEK, Jakub MRÁZ**  
Z HISTORIE ČESKÉ NEDESTRUKTIVNÍ STRUKTUROSKOPIE  
STORY CZECH NON-DESTRUCTIVE STRUCTUROSCOPY

**Lukáš MUZIKA, Milan HONNER, Jiří SKÁLA**  
AUTOMATIZOVANÁ INSPEKCE BODOVÝCH SVARŮ POMOCÍ LASEROVÉ  
TERMOGRAFIE

**Václav SVOBODA, František ŽEMLIČKA**  
MOŽNOSTI DETEKCE KOROZE UVNITŘ POTRUBÍ METODOU  
MAGNETICKÉ PAMĚTI KOVŮ

**Houssam MAHMOUD, Lubos PAZDERA**  
NEDESTRUKTIVNÍ TESTOVÁNÍ POTRUBÍ S VÝPLNÍ VYSTÝLKY CIPP NON-  
DESTRUCTIVE TESTING OF PIPES WITH CIPP LINER FILLING

**Henrik BONVIG**  
THE IMPORTANCE OF LOW WEIGHT PORTABLE X-RAY EQUIPMENT

**Stanislav STARMAN**

NOVÉ METODY PHASED ARRAY

NEW METHODS OF PHASED ARRAY

**Karl DEUTSCH, Krystian ROSTKOWSKI, Joern BOLTEN, Mathias RAZENG, Timur SAYFULLAEV**

ECHOVIEW 1170 ULTRASONIC ELECTRONICS AND ECHOVIEW UT & PAUT SOFTWARE



## AUTHORS INDEX / INDEX AUTORŮ

|               |    |               |     |
|---------------|----|---------------|-----|
| Al Jamal H.   | 12 | Novák J.      | 5   |
| Barták T.     | 3  | Pazdera L.    | 16  |
| Bensalem M.   | 6  | Polacek A.    | 7   |
| Bolten J.     | 19 | Razeng M.     | 19  |
| Bonvig H.     | 17 | Rostkowski K. | 19  |
| Deutsch K.    | 19 | Salač R.      | 5,6 |
| Fakih M. A.   | 12 | Sayfullaev T  | 19  |
| Falta J.      | 10 | Skála J.      | 14  |
| Fíla T.       | 10 | Skrbek B.     | 13  |
| Hamadneh M.   | 12 | Šleichrt J.   | 10  |
| Honner M.     | 14 | Šnirer M.     | 5,6 |
| Jandura V.    | 4  | Šrejmová H.   | 3   |
| Kopec B.      | 1  | Stainer R.    | 9   |
| Koudelka P.   | 10 | Starman S.    | 18  |
| Krčmářová N.  | 10 | Svoboda V.    | 15  |
| Mahmoud H.    | 16 | Syasko V.     | 7   |
| Mráz J.       | 13 | Ulbrich M.    | 9   |
| Mustapha S.   | 12 | Vít J.        | 9   |
| Muzika L.     | 14 | Žemlička F.   | 15  |
| Neugebauer A. | 2  |               |     |
| Neugebauer J. | 2  |               |     |



## OmniScan™ X3 Flaw Detector Confidence You Can See

Stunning images and thoughtfully designed software—the standard in portable phased array is now even better. Powerful new tools for weld inspection, including total focusing method (TFM) images collected through full matrix capture (FMC), enable you to complete your work quickly and interpret flaws with confidence.

**Optimize your TFM results before you start inspecting** with the acoustic influence map (AIM) tool. It provides a visual map of the TFM focusing effects based on your mode and settings.

**Check for proper coverage** of the weld with multigroup visualization.

**Characterize large indications**, such as lack of fusion, with fewer rescans using the extended 800% high amplitude range.

Learn more at [www.olympus-ims.com/phasedarray/omniscan-x3/](http://www.olympus-ims.com/phasedarray/omniscan-x3/)



# **NDT standards are not worth ignoring**

## **Normy NDT se nevyplátí ignorovat**

Bernard KOPEC

Quality Testing Ultrasound, Bohumín-Záblatí, Czech  
Phone: +420 603 432 965, e-mail: b.kopec@email.cz

### **Abstract**

Normalization is understood by many as evil or expensive uselessness. Few entrepreneurs or managers realize that from cooperation in the creation of standards, the company can gain knowledge that will be encountered in production or trade only a few years from now, when new technical standards will start to apply and customers will be required. A technical standard in a developed society with a market economy is no longer a directive, but a voluntarily accepted beneficial document created on the basis of need and agreement. The contribution is a probe into the history of technical standards in the field of non-destructive testing, a brief overview of the creation of NDT standards and a consideration of where we would end up in case of non-compliance with NDT standards.

If standards are ignored, serious problems arise. Manufacturers of machinery and a whole range of establishments in other fields are in many cases legally obliged to mark their products with the CE mark, to carry out prescribed mandatory tests according to recognized standards, or engage a third-party notified body in accordance with EU regulations. There are countries where the requirements of NDT technical standards are mandatory in some fields. According to a whole series of EU regulations, adopted by the Parliament of the Czech Republic depending on the product category, certification by a third party is a necessary condition for the manufacturer to demonstrate compliance with technical standards. By drawing up a declaration of properties according to the prescribed standards, the manufacturer assumes full responsibility for the conformity of the product with its declared properties.

**Keywords:** technical standard, non-destructive testing, declaration of conformity

### **Abstrakt**

Normalizaci leckdo chápe jako zlo nebo drahou zbytečnost. Mállokterý podnikatel nebo manažer si uvědomuje, že ze spolupráce při tvorbě norem může pro firmu získat poznatky, se kterými se ve výrobě nebo obchodě setká až za několik let., kdy začnou platit a zákazníci budou vyžadovány nové technické normy. Technická norma ve vyspělé společnosti s tržním hospodářstvím už není nějaká direktiva, ale dobrovolně přijatý prospěšný dokument vytvořený na základě potřeby a dohody. Příspěvek je sondou do historie technických norem z oblasti nedestruktivního zkoušení, stručný přehled tvorby norem NDT a úvahou kam bychom došli v případě nedodržování norem NDT.

Pokud jsou normy ignorovány, dochází k vážným problémům. Výrobci strojních a celé řady zřízení dalších oborů mají v řadě případů zákonnou povinnost označovat své výrobky značkou CE, provádět předepsané mandatorní zkoušky dle uznaných norem, příp. zapojit notifikovanou osobu třetí strany v souladu s předpisy EU. Jsou státy, kde požadavky technických norem NDT jsou v některých oborech mandatorní. Podle celé řady nařízení EU, převzaté parlamentem ČR v závislosti na kategorii výrobků je certifikace třetí stranou nezbytnou podmínkou pro to, aby výrobce prokázal shodu s technickými normami. Výrobce vypracováním prohlášení o vlastnostech dle předepsaných norem přebírá plnou zodpovědnost za shodu výrobku s jeho deklarovanými vlastnostmi.

**Klíčová slova:** technická norma, nedestruktivní zkoušení, prohlášení shody

# National NDT certificate registration system Národní systém evidence certifikátů NDT.

Josef NEUGEBAUER <sup>1</sup>, Adam NEUGEBAUER <sup>2</sup>

<sup>1</sup> TÜV NORD Czech, s.r.o.; Ostrava, Czech

Phone: +420 777 308 170, e-mail: neugebauer@tuev-nord.cz

<sup>2</sup> ČEZ, a. s. JE Dukovany, Czech

Phone: +420 608 885 591, e-mail: adam.neugebauer@cez.cz

## Abstract

In today's digital age, when the use of paper documents is slowly but surely becoming a relic, certification bodies and, of course, CNDT should not be left out. One of the promising directions is the transfer of NDT personal certificates to the virtual space. This paper deals not only with the pros and cons of such a system, but above all has the ambition to propose a functional system of different levels. In this paper, we try to propose the necessary changes in the certificate registration called data standardization. Furthermore, the assignment of the different roles of both the Certification Authority staff and the CNDT. And last but not least we explain what all this can be for. The question remains, however, whether there would be interest in this system in the community of employers and certificate holders.

**Keywords:** NDT certificates, records of certificate holders, verification of the scope and validity of the NDT certificate

## Abstrakt

V dnešní digitalizované době, kdy se používání papírových dokumentů stává pomalu ale jistě přežitkem by neměli zůstat certifikační orgány a samozřejmě i ČNDT stranou. Jeden z perspektivních směrů je převod personálních certifikátů NDT do virtuálního prostoru. Tento příspěvek se zabývá nejen plusy a minusy takového systému, ale především má ambici navrhnout funkční systém různých úrovní. V článku se pokoušíme navrhnout nezbytné změny v evidenci certifikátů tzv. normalizaci dat. Dále pak přidělení jednotlivých rolí jak Certifikačního orgánu personálu, tak ČNDT. A v neposlední řadě vysvětlujeme, k čemu to všechno může být. Otázkou však zůstává, zdali by v komunitě zaměstnavatelů a držitelů certifikátů byl o tento systém zájem.

**Klíčová slova:** certifikáty NDT, evidence držitelů certifikátů, ověření rozsahu a platnosti certifikátu NDT

# Mechanized full-volume inspection of aerospace composite parts using digital radiography

## Mechanizovaná celobjemová kontrola leteckých kompozitních dílů pomocí digitální radiografie

Tomáš BARTÁK, Hana ŠREJMOVÁ  
Advanced Technology Group (ATG s.r.o.)  
bartak@atg.cz, srejmova@atg.cz

### Abstract:

Honeycomb composite material is widely used in aerospace due to its weight to mechanical properties ratio. However, there are some defects associated with its manufacture, for the detection of which a volumetric non-destructive inspection of the whole part is necessary. However, this is time-consuming and operationally demanding, especially when conventional radiography is used and when the part is complex in shape. In such cases, rather complicated solutions must be used to ensure that the inspection does not take a disproportionately long time. It is therefore advisable to use alternative methods and approaches, in particular digital radiography and mechanisation of the process.

At ATG Ltd. the inspection of the honeycomb composite air duct part is achieved by digital radiography using a mechanized manipulator. This methodology achieves a full-volume inspection with recording on digital radiographs with minimal manual handling of the part or detection system required.

**Keywords:** digital radiography, composites testing, mechanized part handling, full-volume inspection, aerospace, honeycomb composite material

### Abstrakt:

Voštinový kompozitní materiál je v letectví hojně využíván kvůli poměru hmotnosti a mechanických vlastností. S jeho výrobou se však pojí některé vady, pro jejichž detekci je třeba provést objemovou nedestruktivní kontrolu celého dílu. Ta je ovšem časově a operativně náročná, zejména při použití konvenční radiografie, a pokud se jedná o tvarově složitý díl. V takových případech je třeba aplikovat poměrně komplikovaná řešení, aby kontrola netrvala nepoměrně dlouho. Je tedy vhodné použít alternativní metody a přístupy, zejména tedy digitální radiografii a mechanizaci procesu.

V ATG s.r.o. je kontrola voštinového kompozitního dílu air duct dosaženo pomocí digitální radiografie s využitím mechanizovaného manipulátoru. Touto metodikou je dosaženo celobjemové kontroly se záznamem do digitálních radiogramů s nutností minimální ruční manipulace s dílem či detekčním systémem.

**Klíčová slova:** digitální radiografie, zkoušení kompozitů, mechanizovaná manipulace dílu, celobjemová kontrola, letectví, voštinový kompozitní materiál

# Ensuring the Validity of Results of NDT Laboratory, Proficiency Testing Zajištění platnosti výsledků zkoušek NDT laboratoře, zkoušení způsobilosti

Václav JANDURA

ATG – Advanced Technology Group, s.r.o.  
Phone: +420 273 037 627, e-mail: jandura@atg.cz

## Abstract

Each testing laboratory, that performs NDT tests according to requirements of EN ISO/IEC 17025, shall have established procedures for monitoring of test results. The laboratory uses for monitoring both, internal procedures/approaches as retesting with different equipment or various persons, other NDT methods, etc., and the participation in inter-laboratory comparisons and proficiency testing. Most important data for a performance monitoring in the laboratory can be obtained from participating in international programs of proficiency testing that are organized by providers with accreditation acc. to EN ISO/IEC 17043. The new version of the standard EN ISO/IEC 17043:2023 has been published in 2023. The meaningful changes established in this new edition are stated in the presentation.

The performing of inter-laboratory comparisons shall be done with the respect of minimal basic rules that are in the presentation stated too.

Organized programs of proficiency testing are announced not only for standard test methods and techniques, but following market demand also for UT-P.A., UT-TOFD, RT-DR techniques and for testing of castings, forgings (not only welds).

**Keywords:** validity of test results, NDT laboratory, inter-laboratory comparisons, proficiency testing

## Abstrakt

Každá zkušební laboratoř, která provádí NDT zkoušky v souladu s požadavky EN ISO/IEC 17025, musí mít zavedeny postupy pro monitorování výsledků zkoušek. K monitorování laboratoř využívá jak interní postupy/přístupy jako je např. opakování zkoušek s různým přístrojovým vybavením nebo různými pracovníky, jinými NDT metodami apod., tak i účasti v mezilaboratorních porovnávacích zkouškách a zkoušení způsobilosti. Nejvýznamnější údaje pro monitorování výkonnosti laboratoře lze získat při účasti v mezinárodních programech zkoušení způsobilosti organizovaných u poskytovatelů akreditovaných dle EN ISO/IEC 17043. V roce 2023 byla publikována nová verze normy EN ISO/IEC 17043:2023. V příspěvku jsou uvedeny nejvýznamnější změny zavedené v novém vydání.

Provádění mezilaboratorních porovnávacích zkoušek musí respektovat minimálně základní pravidla, která jsou v příspěvku též uvedena.

Organizované programy zkoušení způsobilosti jsou vyhlašovány nejen pro standardní zavedené metody a techniky, ale v návaznosti na poptávkách trhu, i pro techniky UT-P.A., UT-TOFD, RT-DR a zkoušení odlitků, výkovků (nejen svarů).

**Klíčová slova:** platnost výsledků zkoušek, NDT laboratoř, mezilaboratorní porovnávání, zkoušení způsobilosti

# Automatic defect recognition systems in NDT Systémy automatického rozpoznávání vad v NDT

Miroslav ŠNÍRER<sup>1\*</sup>, Jakub NOVÁK<sup>2</sup>, Radek SALAČ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Advanced Technology Group, ATG s.r.o.; Prague, Czech Republic,

<sup>2</sup> Faculty of Informatics, ČVUT; Prague, Czech Republic,

\*Corresponding author, e-mail: snirer@atg.cz

## Abstract

The automation of decision-making processes in the field of non-destructive testing (NDT) is currently experiencing dynamic progress thanks to the rapid development of new efficient algorithms based on artificial intelligence (neural networks). Automatic Defect Recognition (ADR) development at ATG s.r.o. is applied mainly to the surface defect inspection methods that evaluate indications based on visual interpretation - visual, capillary, and magnetic particle testing. Capturing image data using camera systems, extracting relevant information, and subsequently evaluating the condition of tested parts (OK/NOK) replace the need for manual indication assessment, reduce costs, and enhance flexibility. Automated detection also demonstrates higher accuracy, speed, and reliability, thereby increasing the overall efficiency of visual NDT testing. Real-time indication assessment allows for the integration of the ADR system directly into production or inspection lines. The current trend of digitization and automation, coupled with the constant dynamic development of artificial intelligence, brings a wider range of conditions and environments in which ADR can be practically applied, ensuring its broad utilization in current and future industrial and inspection applications.

The lecture aims to introduce the basic principles of automatic defect (or indication) detection using machine vision and automatic evaluation with the use of artificial intelligence, as well as the advantages and disadvantages of such a system. In the next part, then outline the development of ADR in ATG s.r.o., as well as the deployment process of ADR in MPI and FPI into operation, and introduce the audience to some real applications.

**Keywords:** Defectoscopy 2023, article, abstract, non-destructive testing (NDT), magnetic particle inspection, MPI, fluorescent penetrant inspection, FPI, Automatic Defect Recognition, ADR, neural networks, deep learning

## Abstrakt

Automatizace rozhodovacích procesů v oblasti nedestruktivního testování ADR (Automatic Defect Recognition) zažívá v současné době dynamický pokrok díky rychlému rozvoji nových efektivních algoritmů založených na báze umělé inteligence (neuronové sítě). Systém automatické detekce defektů (ADR) vyvíjený v ATG s.r.o. byl aplikován zejména na inspekční metody povrchových vad materiálů, které vyhodnocují indikace na základě vizuální interpretace - vizuální, kapilární a magnetické práškové testování. Snímání obrazových dat pomocí kamerových systémů a extrakce relevantních informací s následovným vyhodnocením stavu testovaných dílů (OK/NOK) nahrazuje potřebu manuálního vyhodnocení indikací, snižuje náklady a zvyšuje flexibilitu. Automatizovaná detekce taky vykazuje vyšší přesnost, rychlost a spolehlivost co zvyšuje celkovou efektivitu vizuálního NDT testování. Vyhodnocení indikací v reálném čase umožňuje integraci ADR systému přímo do výrobní anebo inspekční linky. Současný trend digitalizace a automatizace spolu s neustálým dynamickým vývojem umělé inteligence přináší širší spektrum podmínek a prostředí, v kterém může být ADR využité, co mu prakticky garantuje široké uplatnění v současných i budoucích průmyslných a inspekčních aplikacích.

Přednáška má za cíl představit základní principy automatické detekce vad (nebo indikací) pomocí strojového vidění a automatického hodnocení s využitím umělé inteligence, stejně jako výhody a nevýhody takového systému. V následující části pak nastíní vývoj ADR v ATG s.r.o. a také proces nasazení ADR v MPI a FPI do provozu a představí posluchačům některé skutečné aplikace.

**Klíčová slova:** Defektoskopie 2023, příspěvek, abstrakt, nedestruktivní testování (NDT), magnetické práškové testování, MT, fluorescenční penetrační testování, PT, automatická detekce defektů, ADR, neuronové sítě, hluboké učení

# Application of Robotic Systems for NDT Aplikace robotických systémů pro NDT

Radek SALAČ, Miroslav ŠNÍRER\*, Mohamed BENSALAM

Advanced Technology Group, ATG s.r.o.; Prague, Czech Republic,

\*Corresponding author, e-mail: snirer@atg.cz

## Abstract

In today's industrial and manufacturing environment, automation is gaining increasing importance, including in the field of non-destructive testing (NDT). The investigation of internal and surface defects, as well as irregularities within materials without causing any damage to the tested objects, is a pivotal role in ensuring the integrity, safety, and reliability of materials, components, and structures. The use of robots and automated systems in NDT offers significant advantages over traditional methods. Consistent accuracy, the ability to access complex or hazardous environments, ensuring of a consistent coverage of inspection areas, reducing human error, speed, and continuous operation are just some of the benefits that automation provides.

The presentation focuses on the applications of robotics systems developed at ATG s.r.o. for various NDT techniques. We present their advantages and potential that these systems bring to non-destructive testing and how they can improve the efficiency, safety, and quality of this crucial industry.

**Keywords:** Defectoscopy 2023, article, abstract, non-destructive testing (NDT), testing, robotic systems, ultrasonic, magnetic particle, eddy currents, visual inspection, vision, handling, manipulation, industry 4.0, bin picking, aerospace, automotive, immersion

## Abstrakt

V dnešním průmyslovém a výrobním prostředí získává automatizace stále větší význam, a to včetně oblasti nedestruktivního testování (NDT). Inspekce vnitřních a povrchových vad a nehomogenit v materiálech bez poškození testovaných objektů má klíčový význam pro zajištění integrity, bezpečnosti a spolehlivosti materiálů, komponent a konstrukcí. Využití robotů a automatizovaných systémů v NDT přináší značné výhody oproti tradičním metodám. Konzistentní přesnost, schopnost práce v náročných nebo nebezpečných prostředích, zajištění konzistentního pokrytí oblastí inspekce, snížení lidské chyby, rychlost a nepřetržitost provozu jsou jen některé z benefitů, které robotizace nabízí.

Prezentace se zaměřuje na aplikace robotických systémů vyvinutých ve společnosti ATG s.r.o. pro různé techniky NDT. Představujeme jejich výhody a potenciál, který tyto systémy přinášejí do nedestruktivního testování, a jak mohou zlepšit efektivitu, bezpečnost a kvalitu této klíčové průmyslové oblasti.

**Klíčová slova:** Defektoskopie 2023, příspěvek, abstrakt, nedestruktivní testování (NDT), testování, robotické systémy, ultrazvuk, magnetické práškové testování, vířivé proudy, vizuální inspekce, zobrazování, manipulace, průmysl 4.0, odebrání dílů z koše, letectví, automobilový průmysl, ponoření



# On the Question of Determining the Elastic Modulus of Metals During Dynamic Indentation

## K otázce určení modulu pružnosti kovů při dynamické indentaci

Vladimir SYASKO, Adam POLACEK

NDT Kraft s.r.o., Prague, Czech Republic  
Phone: +420 267 313 996, e-mail: info@ndtone.com

### Abstract

Industry places high demands on used metals and alloys, the quality of which is judged by their physical and mechanical characteristics. One of the most important physical and mechanical parameters of metals and alloys is their elastic modulus. Determination of the elastic modulus using tensile tests or instrumental indentation requires cutting samples for laboratory experiments. Dynamic indentation allows to determine hardness numbers directly on large objects using the Leeb method. At the same time, the hardness number depends on the elastic modulus.

To date, there are no devices and systems that implement the method of dynamic instrumental indentation, however, the above mentioned allows us to set the task of modifying the the transducer according to the Leeb method to measure the elastic modulus. Modelling, calculations and experiments showed that for the modernised Leeb transducer it is possible to obtain classical dependences of contact load  $P$  on the displacement of the impactor  $h$  and calculate the dissipated impact energy, elastic impact energy and contact pressure.

The obtained data set of the alternating EMF signal  $e(t)$  was converted to the velocity value  $v(t)$  using the proportionality coefficient  $k$ . The time dependence of the impactor acceleration  $a(t)$  was determined by numerically differentiating  $v(t)$  by time. The contact load of impact interaction  $P(t)$  was obtained by multiplying the acceleration by the known value of the impactor mass  $m = 5.44$  g. The integral  $v(t)$  gives the impactor displacement  $h(t)$ . The following data was obtained from the  $P(h)$  relationships: the reduced modulus of elasticity  $E_r$  and the elastic modulus during indentation  $E_{IT}$ . Maximum test load  $F_{max}$ , maximum indentation depth  $h_{max}$ , residual indentation depth after removal of the test load  $h_p$ , depth  $h_r$  determined by the point of intersection of the tangent to the unloading curve at  $F_{max}$  with the axis of displacement  $h$ . From these data, the indentation depth of the tip into the test sample at  $F_{max}$   $h_c$ , the cross-sectional area of the tip at a distance  $h_c$  from the vertex  $A_p(h_c)$ , the ductility at the point of contact  $C$ , the reduced modulus of elasticity  $E_r$  and the elastic modulus during indentation  $E_{IT}$  were calculated. When calculating  $h_c$ , was used the coefficient  $\varepsilon$  equal to 0.75, since the impactor has a spherical indenter with a radius of 1.5 mm.

The experimental results, reference values of the elastic modulus of the studied alloys and their comparison are presented in Table.

### Test results

| Test number                             | Elastic modulus during indentation $E_{IT}$ , MPa |       |        |
|---|---|-------|--------|
|   | steel   | steel | bronze |
| Parameter                               | Value   |       |        |
| Mean value, GPa                         | 153   | 136   | 84     |
| Reference value of elastic modulus, GPa | 204   | 204   | 106    |
| Absolute error, GPa                     | 51  | 68    | 22     |
| Relative error, %                       | 25  | 33    | 21     |

The obtained results demonstrate a correlation of the measured values with reference data, but a significant systematic deviation is observed. The reason for this may be both errors in measuring the primary parameters  $P(t)$  and  $h(t)$ , and the use of the technique for analyzing the dependences  $P(h)$ , adopted for static instrumental indentation. These problems can be solved by increasing the accuracy of measuring primary parameters by analyzing the actual dimension of the received indentation, as well as developing a technique for analyzing the dependences  $P(h)$  considering the dynamic nature of the interaction. The result of the research can be considered confirmation of the possibility of using dynamic indentation to determine the mechanical properties of materials, however, to improve the accuracy of the method, additional research is required, which will also be discussed in the paper.

**Keywords:** elastic modulus, dynamic indentation, Leeb method

## Abstrakt

V průmyslu jsou kladeny vysoké nároky na použité kovy a slitiny, jejichž kvalita se posuzuje podle jejich fyzikálně-mechanických vlastností. Jedním z nejdůležitějších fyzikálně-mechanických parametrů kovů a slitin je jejich modul pružnosti. Určení modulu pružnosti tahovými zkouškami nebo metodou instrumentální indentace vyžaduje vyřezání vzorků k provedení experimentů v laboratorních podmínkách. Dynamická indentace umožňuje určit hodnoty tvrdosti přímo na objemných objektech pomocí Leebovy metody. Přitom hodnota tvrdosti závisí na modulu pružnosti.

K dnešnímu dni nejsou přístroje nebo systémy, které by realizovaly metodu dynamické instrumentální indentace, ovšem výše uvedené nám umožňuje stanovit úkol modifikace sondy podle Leebovy metody pro měření modulu pružnosti. Provedená modelování, výpočty a experimenty ukázaly, že pro modernizovanou sondu Leeb je možné získat klasické závislosti kontaktního zatížení  $P$  na přemístění nárazového tělesa  $h$  a vypočítat rozptýlenou energii nárazu, elastickou energii nárazu a kontaktní tlak.

Výsledné množství dat signálu střídavé EMS  $e(t)$  se přepočítává na hodnotu rychlosti  $v(t)$  za použití koeficientu úměrnosti  $k$ . Časová závislost nárazového tělesa  $a(t)$  na čase se určuje prostřednictvím numerické derivace  $v(t)$  podle času. Kontaktní zatížení nárazové interakce  $P(t)$  bylo získáno vynásobením zrychlení známou hodnotou hmotnosti nárazového tělesa  $m = 5,44$  g. Integrál  $v(t)$  udává přemístění nárazového tělesa  $h(t)$ . Ze závislosti  $P(h)$  byly získány následující údaje: redukovaný modul pružnosti  $E_r$  a modul pružnosti při indentaci  $E_{IT}$ . Maximální zkušební zatížení  $F_{max}$ , maximální hloubka indentace  $h_{max}$ , zbývající hloubka vtisku po uvolnění zkušebního zatížení  $h_p$ , hloubka  $h_r$ , určená průsečíkem tečny ke křivce uvolnění při  $F_{max}$  s osou přemístění  $h$ . Na základě těchto údajů byly vypočítány hloubka vtisku hrotu do zkušební vzorku při  $F_{max}$   $h_c$ , plocha průřezu hrotu ve vzdálenosti  $h_c$  od vrcholu  $A_p(h_c)$ , tažnost v místě kontaktu  $C$ , redukovaný modul pružnosti  $E_r$  a modul pružnosti při indentaci  $E_{IT}$ . Při výpočtu  $h_c$  byl použit koeficient  $\varepsilon$ , rovný 0,75, protože nárazové těleso má kulový indentor s poloměrem 1,5 mm.

Výsledky experimentu, referenční hodnoty modulu pružnosti zkoumaných slitin a jejich srovnání jsou uvedeny v tabulce

### Výsledky zkoušek

| Číslo zkoušky                            | Modul pružnosti při indentaci $E_{IT}$ , MPa |      |       |
|--|--|------|-------|
|  | ocel   | ocel | bronz |
| Parametr                                 | Hodnota                                      |      |       |
| Střední hodnota, GPa                     | 153  | 136  | 84    |
| Referenční hodnota modulu pružnosti, GPa | 204  | 204  | 106   |
| Absolutní odchylka, GPa                  | 51   | 68   | 22    |
| Relativní odchylka, %                    | 25   | 33   | 21    |

Získané výsledky demonstrují korelaci měřených hodnot s referenčními údaji, je však pozorována významná systematická odchylka. Důvodem mohou být jak chyby v měření primárních parametrů  $P(t)$  a  $h(t)$ , tak použití metodiky analýzy závislosti  $P(h)$ , přijaté pro statickou instrumentální indentaci. Tyto problémy lze řešit zvýšením přesnosti měření primárních parametrů analýzou skutečných analýzou faktických rozměrů získaných vtisků a také vyvinutím metodiky analýzy závislosti  $P(h)$  s přihlédnutím k dynamické povaze interakce. Výsledkem zkoumání lze považovat potvrzení možnosti využití dynamické indentace pro určení mechanických vlastností materiálů, nicméně pro zlepšení přesnosti metody je nutný další výzkum, o kterém bude také pojednáno v přednášce.

**Klíčová slova:** modul pružnosti, dynamická indentace, Leeb metoda

# ŠKODA JS – 40 let automatizovaného nedestruktivního zkoušení na jaderných elektrárnách typu VVER

Lukáš STAINER, Marek ULBRICH, Jan VÍT

ŠKODA JS a.s., Plzeň, Czech Republic  
Phone: +420 734 769 392, e-mail: jan.vit@skoda-js.cz

## **Abstrakt**

Provozní kontrolou tlakové nádoby jaderného reaktoru 2. bloku elektrárny V-1 (EBO) v roce 1982 byla zahájena ve firmě ŠKODA Plzeň etapa automatizovaného nedestruktivního zkoušení na jaderných elektrárnách typu VVER. ŠKODA JS a.s. dnes používá řadu manipulátorů pro automatizované nedestruktivní zkoušení tlakových nádob reaktorů (včetně víka a komponent hlavního přírubového spoje), parogenerátorů (hlavně teplosměnných trubek), hlavního cirkulačního potrubí a vnitřních částí reaktorů typu VVER.

Stručná historie a zejména současný stav systémů používaných ŠKODA JS a.s. pro automatizované nedestruktivní zkoušení tlakových nádob jaderných reaktorů z obou povrchů jsou hlavní náplní příspěvku.

**Klíčová slova:** tlaková nádoba, jaderná elektrárna, potrubí

# Prospects of Non-destructive Testing in the field of Impact Dynamics and High-speed X-ray Imaging from a Scientific Perspective

## Výhledy nedestruktivního testování v oblasti rázové dynamiky a rychlého rentgenového zobrazování z vědeckého pohledu

Tomáš FÍLA, Jan FALTA, Jan ŠLEICHT, Petr KOUDELKA, Nela KRČMÁŘOVÁ

Czech Technical University in Prague, Faculty of Transportation Sciences; Prague, Czech Republic  
České Vysoké Učení Technické v Praze, Fakulta dopravní, Praha, Česká Republika  
Phone: +420 604 450 893, e-mail: fila@fd.cvut.cz

### Abstract

Dynamic and impact loading is present in many real-world applications encompassing engineering fields such as vehicle production, civil engineering, aerospace, or naval industry. It is well known that behaviour of materials and their mechanical parameters significantly differ with increasing strain rate. Many critical defects and failures develop under dynamic conditions. Therefore, it is essential to analyse materials and products at relevant conditions. Analysis during dynamic impacts is particularly demanding because of very short duration of the events, typically in the order of micro or milliseconds. Conventionally, the damage analysis is performed post impact, which complicates characterization of the damage mechanism, for instance: when it occurred, at which strain and stress, or how it developed during the impact. Nowadays, it is possible to employ experimental techniques allowing for advanced analysis with high temporal resolution through time-synchronized mechanical data records and images taken by high speed camera. It is, however, still problematic to use methods well-established in standard defectoscopy such as X-ray imaging, particularly because of short exposure times. Sufficient temporal resolution to analyse impacts through X-rays can be reached in particle accelerators that is, however, not a suitable method for industrial applications because of its limited availability and high costs. Combination of laboratory based dynamic testing and fast X-ray imaging with foreseen industrial applications is a part of research in the DynLab at the Faculty of Transportation Sciences, Czech Technical University in Prague.

In the contribution, an overview of the in-house developed experimental equipment for dynamic testing, including gas-gun, split Hopkinson bar and device with linear motors, is given. Performance and capabilities of the devices are demonstrated on case studies with a variety of materials, e.g., metal alloys, 3D printed structures, foams, or building materials. Special attention is paid to optical imaging using high-speed cameras. State-of-the-art methods for internal damage analysis using high speed X-ray radiography and computed tomography are presented. For such a purpose, the impact testing devices are being combined with laboratory-based high-power X-ray tube and a flash X-ray system generating extremely short and intensive bursts of X-rays with duration of 20 ns. The systems are being used to perform X-ray radiography at frame rates ranging from hundreds to dozens of thousands images per second. Foreseen potential of the techniques related to industrial and commercial applications is discussed as the methods can be used for complex in-situ analysis of material behaviour, damage development, and internal defects identification under dynamic conditions.

**Keywords:** high-speed X-ray imaging, impact dynamics, intermediate and high strain rate, split Hopkinson bar, defect identification and analysis

### Abstrakt

Dynamické a rázové zatížení se vyskytuje v celé řadě reálných aplikací zasahujících do inženýrských odvětví jako je automobilový průmysl, stavebnictví, letectví nebo lodní průmysl. Je známým faktem, že chování materiálů je silně závislé na rychlosti deformace. Celá řada strukturálně kritických defektů a poškození se v konstrukci vytvoří působením dynamického zatížení. Z tohoto důvodu je nutné provádět analýzu použitých materiálů a konstrukcí za reálných podmínek. Analýza zahrnující dynamické rázy je zvláště náročná z toho důvodu, že typické doby rázu jsou pouze v řádu mikro až milisekund. Standardně je proto analýza poškození prováděna až po samotném rázu, což značně komplikuje možnosti charakterizace mechanismu poškození, jako například určení doby jeho vzniku, za jakých podmínek zatížení nastalo a jak se během rázu vyvíjelo. V současné době je možné použít experimentální metody umožňující pokročilou analýzu s vysokým časovým rozlišením, a to s využitím časově synchronizovaných datových záznamů a snímků z vysokorychlostní kamery. Stále je nicméně problematické používat metody dobře zavedené ve standardní defektoskopii, jakou je například rentgenová radiografie, a to zejména kvůli nutnosti dosahovat velmi krátkých expozičních časů snímků. Dostatečné časové rozlišení pro analýzu dynamických rázů je možné získat v urychlovacích částic. Tato metoda je ovšem pro

průmyslové použití nevhodná z důvodu špatné dostupnosti a finanční nákladnosti. Kombinace laboratorních zařízení pro dynamické testování a pro rychlé rentgenové zobrazování s potenciálem průmyslového využití je v současné době předmětem výzkumu v laboratoři DynLab na Fakultě dopravní Českého vysokého učení technického v Praze.

V rámci příspěvku bude představeno experimentální vybavení pro dynamické testování vlastní konstrukce, jmenovitě vzduchové dělo, dělená Hopkinsonova tyč a zatěžovací zařízení na bázi lineárních motorů. Výkony a technické možnosti zařízení jsou demonstrovány na realizovaných případových studiích s řadou různých materiálů, například kovových slitin, 3D tištěných struktur, pěn nebo stavebních materiálů. Důraz je kladen na aplikaci optických metod s využitím rychloběžné kamery. Pokročilé metody pro identifikaci a analýzu vnitřních poškození pomocí vysokorychlostní rentgenové radiografie a výpočtové tomografie jsou rovněž prezentovány. Za tímto účelem jsou laboratorní zatěžovací zařízení pro testování rázem kombinována s konvenční rentgenkou s vysokým výkonem a dále se zábleskovým rentgenovým zdrojem produkujícím extrémně intenzivní a krátké pulzy rentgenového záření s dobou expozice 20 ns. Tyto systémy jsou používány pro provádění rentgenové radiografie při rychlosti snímkování v řádu stovek až desítek tisíc snímků za sekundu. V příspěvku je rovněž nastíněn potenciál těchto technik pro průmyslové a komerční využití, kdy zmíněné metody mohou být využívány pro pokročilou analýzu chování materiálů, vývoje poškození a identifikaci vnitřních defektů při působení dynamického zatížení.

**Klíčová slova:** vysokorychlostní rentgenové zobrazování, rázová dynamika, střední a vysoké rychlosti deformace, dělená Hopkinsonova tyč, identifikace a analýza porušení

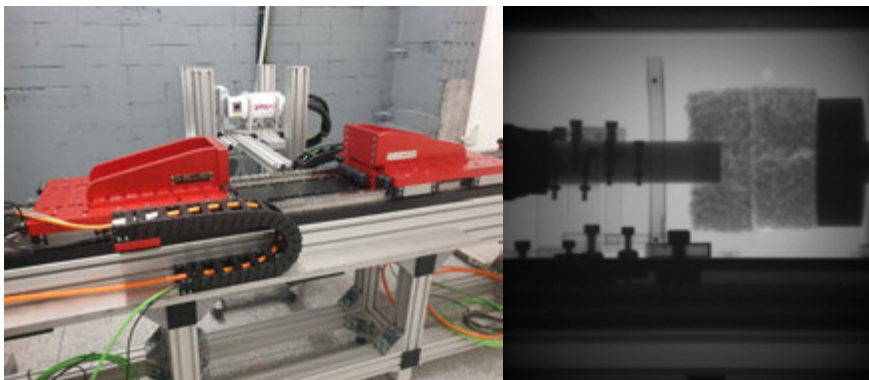


Figure 1 – Dynamic loading device with linear motors and high power X-ray tube for testing at intermediate strain rates (left); Flash X-ray radiography image taken with exposure time of 20 ns showing damage in closed-cell aluminium foam penetrated in a split Hopkinson bar at velocity of approximately 15 m/s (right).

Obrázek 1 - Dynamické zatěžovací zařízení na bázi lineárních motorů a rentgenka s vysokým výkonem pro testování za středních rychlostí deformace (vlevo); Snímek ze zábleskového rentgenového zdroje s expozičním časem 20 ns zobrazující poškození v kovové pěně s uzavřenými póry během rázového penetračního experimentu v dělené Hopkinsonově tyči (vpravo).

#### Acknowledgement / Poděkování

The research was supported by the Czech Science Foundation (project Junior Star no. 22-18033M). Tato práce byla podpořena Grantovou agenturou České republiky (projekt Junior Star 22-18033M).

# Predicting Damage Size and Location in Friction-Stir-Welded Structures: A Machine-Learning-Based Methodology

Mu'Men HAMADNEH<sup>1</sup>, Houssam AL JAMAL<sup>2</sup>, Mohammad Ali FAKIH<sup>3</sup>,  
Samir MUSTAPHA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Smart Structures and Structural Integrity (SSSI), Department of Mechanical Engineering,  
American University of Beirut, Beirut, Lebanon;  
E-mail: [moh11@mail.aub.edu](mailto:moh11@mail.aub.edu), [sm154@aub.edu.lb](mailto:sm154@aub.edu.lb)

<sup>2</sup> Department of Civil and Environmental Engineering, American University of Beirut, Lebanon;  
E-mail: [hxa07@mail.aub.edu](mailto:hxa07@mail.aub.edu)

<sup>3</sup> Department of Mechanical Engineering, University of Bristol, Bristol, BS8 1TR, UK;  
E-mail: [mhdali.fakih@gmail.com](mailto:mhdali.fakih@gmail.com)

## Abstract

With the emergence of dissimilar friction stir welding (FSW) as a cutting-edge joining technique used in manufacturing, damage quantification and localization in FSW structures are becoming increasingly important. This paper presents a machine learning-based approach for damage quantification and localization within the welding region of an FSW plate, using one sensing point away from the weld line. Ultrasonic-guided waves are used (namely Lamb waves) to scrutinize an FSW plate consisting of two dissimilar aluminum subplates welded together (A7020 and A6020 alloys). After introducing artificial damages to the welded region (weights of multiple sizes fixed to the plate, one at a time, using sealant gummy tapes), actuation is performed using a piezoelectric sensor. Out-of-plane velocity signals (around 2,000 data points), collected using a Laser Doppler Vibrometer (LDV) for different sizes and locations of the artificial damage, are used to train two machine learning models: an artificial neural network that outputs the size of the damage given the velocity signal, and a linear regression model that outputs the location of the damage given its size and the velocity signal. Results indicate high accuracies, up to 100%, of the size predictions and reliable predictions of the damage location, albeit using signals from a single sensing point. The results illustrate the effectiveness of quantifying and localizing the damage on the welding line of an FSW structure based on many features of signals captured at one sensing point. The proposed approach provides a framework for assessing FSW structures in the scope of structural health monitoring. Future work may consider improving the damage size prediction model and considering the case of multiple-damage occurrence. A further study could also assess the effect of adding one or more sensing points on the robustness of the models.

**Keywords:** Damage quantification, Machine learning, Localization, Multiple linear regression.

# Story Czech non-destructive structuroscopy Z historie české nedestruktivní strukturoskopie

Břetislav SKRBEK, Jakub MRÁZ

Technical University; Liberec, Czech  
Phone: +420 485 353 118, e-mail: bretislav.skrbek@tul.cz

## Abstract

Non-destructive testing consists of defectoscopy and structoscopy. The paper presents the Czech instrumental history of electromagnetic structoscopy since the fifteenth years of twenty centuries. Comparaing very simple aparatus of SK series; Electron FEROSKOP as a predecessor of Foerster's Q-Magnet test. Quasi-static pulsed REMAGs with sheath wire reels. Highly productive and inexpensive MELVIS multi-frequency systems; The DOMENA series of battery-powered mobile devices based on the magnetic spot principle. TELIT series of combined structuroscopes (MT+UT). Magnetic Acceptive Testing (STALEMAT). Piece of knowledge from application, current status.

**Keywords:** Nondestructive structuroscopy, electromagnetic method, Czech apparatus, story.

## Abstrakt

Nedestruktivní testování tvoří defektoskopie a strukturoskopie. Příspěvek předkládá českou přístrojovou historii elektromagnetické strukturoskopie od padesátých let 20. století. Komparační velmi jednoduché přístroje řady SK; Elektronový FEROSKOP jako předchůdce Foersterova Q-Magnatestu. Kvazistatické impulzní REMAGy s příložitými cívkami. Vysoce produktivní a levné multifrekvenční systémy MELVIS. Bateriová řada mobilních přístrojů DOMENA na principu magnetické skvrny. Řada kombinovaných strukturoskopů (MT+UT) TELIT. Magnetické adaptivní testování (MAT). Poznatky z aplikací, současný stav.

**Klíčová slova:** Nedestruktivní strukturoskopie, elektromagnetická metoda, české přístroje, historie.

# Automatizovaná inspekce bodových svarů pomocí laserové termografie

Lukáš MUZIKA<sup>1</sup>, Milan HONNER<sup>1</sup>, Jiří SKÁLA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nové technologie - výzkumné centrum Západočeská univerzita v Plzni Univerzitní 8, 301 00 Plzeň  
e-mail: muzika@ntc.zcu.cz

## Abstrakt

Tématem přednášky je nová nedestruktivní technika pro testování odporových bodových svarů, která spočívá v laserovém zahřívání okolí svaru za souběžného snímání procesu termografickou kamerou. Jsou představeny základní principy inspekce, způsob provedení, postup vyhodnocení a průmyslová implementace metody. Verifikace inspekce pomocí laserové termografie prokázala dobrou shodu s destruktivními měřeními a tato metoda tak byla úspěšně začleněna do plně automatizované robotické zkušební linky, což umožňuje její efektivní nasazení ve výrobě.

**Klíčová slova:** odporové svary, laser, termografie, NDT



# Možnosti detekce koroze uvnitř potrubí metodou Magnetické paměti kovů

Václav SVOBODA, František ŽEMLIČKA

Preditest Ltd., Pod Višňovkou 1662/23, 14000 Praha 4, Czech Republic

e-mail: svoboda@preditest.cz

## Abstrakt

V průběhu exploatace potrubních systémů v energetických, zejména chemických a petrochemických provozech dochází k jejich degradaci vlivem provozních podmínek, na jejichž základě se snižuje doba jejich reálné funkčnosti. Jedním z faktorů, které velmi výrazným způsobem snižují plánovanou životnost potrubí je obecně koroze. Tato koroze působí v různých formách jak plošně, tak i lokálně. Korozi procesy mohou dále působit na vnější i vnitřní straně potrubí. Kontrola stavu povrchu potrubí z vnější strany je poměrně jednoduchá a snadno dostupná. Naproti tomu kontrola koroze na vnitřním povrchu je velmi komplikovaná a vizuálně prakticky nemožná. Proto pro zjišťování koroze na vnitřní straně potrubí jsou vyvíjeny a používány metody nedestruktivního zkoušení. K základním NDT metodám patří rentgen a ultrazvuk. Pomocí těchto metod může být zjišťován úbytek tloušťky stěny potrubí vlivem korozních podmínek. Jednou z nově vyvinutých metod se jeví metoda Magnetické paměti kovů (Metal Magnetic Memory Method – MMM), ve zkratce MPK. Detailní informace o této metodě jsou popsány v normách ČSN ISO 24497-1 a ČSN ISO 24497-2.

**Klíčová slova:** magnetická paměť, koroze, Metal Magnetic Memory Method, potrubí

# Non-destructive testing of pipes with CIPP liner filling Nedestruktivní testování potrubí s výplní vystýlky CIPP

Houssam MAHMOUD, Lubos PAZDERA

Faculty of Civil Engineering, Brno University of Technology; Brno, Czech  
Phone: +420 541 147 657, e-mail: lubos.pazdera@vut.cz

## Abstract

Non-destructive testing of cured-in-place pipe (CIPP) is an important procedure for verifying the integrity and quality of newly installed or renovated pipes using CIPP technology. This technology is often used to repair or build pipelines, especially sewer and sewer systems. Testing ensures that the liner (CIPP) has been successfully installed and that the pipe will perform its function reliably without the need for further repairs. Next, we will present some possibilities of using non-destructive testing methods. After the CIPP is installed, a camera is inserted into the pipe to allow visual inspection of the liner fill. This can identify any defects, tears or other problems in the CIPP material. Compressed air or water testing is used to verify that the mattress pad can withstand pressure. The pipe is filled with air or water under a certain pressure and then monitored for leaks or deformations. Acoustic methods are used to detect cracks or leaks in pipes. Special sensors can pick up sound signals emitted by leaking liquids. The magnetic resonance method uses magnetic resonance to examine the condition of the lining fill and pipe walls. It provides detailed information about the material and the quality of the installation. Ultrasonic probes can be used to inspect CIPP for cracks, faults or variations in material thickness. X-rays or gamma rays can be used to obtain detailed images of the inside of the pipe and the lining fill. The choice of appropriate methods depends on the specific situation and project requirements. Non-destructive testing is essential to ensure the safety and functionality of CIPP lined pipelines and reduces the need for additional repairs and maintenance.

**Keywords:** CIPP (Cured-In-Place Pipe), Non-Destructive Testing (NDT), acoustics, ultrasound, X-ray

## Abstrakt

Nedestruktivní testování potrubí s výplní vystýlky CIPP (Cured-In-Place Pipe) je důležitý postup pro ověření integrity a kvality nově instalovaných nebo renovačních potrubí s využitím technologie CIPP. Tato technologie se často používá k opravám nebo výstavbě potrubí, zejména kanalizačních a stokových systémů. Testování umožňuje zajistit, že výplň vystýlky (CIPP) byla úspěšně nainstalována a že potrubí bude plnit svou funkci spolehlivě a bez potřeby dalších oprav. Dále uvedeme některé možnosti použití metod nedestruktivního testování. Po instalaci CIPP se do potrubí vkládá kamera, která umožňuje vizuální inspekci výplně vystýlky. Tím lze identifikovat případné chyby, trhliny nebo jiné problémy v materiálu CIPP. Testování tlakovým vzduchem nebo vodou se používá k ověření, zda výplň vystýlky odolává tlaku. Potrubí se naplní vzduchem nebo vodou pod určitým tlakem, a poté se sleduje, zda dochází k únikům nebo deformacím. Akustické metody se používají k detekci trhlin nebo úniků v potrubí. Speciální senzory mohou zachytit zvukové signály vydávané unikajícími kapalinami. Metoda magnetické rezonance využívá magnetické rezonance k prozkoumání stavu výplně vystýlky a stěn potrubí. Poskytuje podrobné informace o materiálu a jakosti instalace. Ultrazvukovými sondami lze provádět inspekci CIPP na přítomnost trhlin, poruch nebo odchylek v tloušťce materiálu. Rentgenové nebo gama paprsky mohou být použity k získání podrobných obrazů vnitřku potrubí a výplně vystýlky. Výběr vhodných metod závisí na konkrétní situaci a požadavcích projektu. Nedestruktivní testování je zásadní pro zajištění bezpečnosti a funkčnosti potrubí s výplní vystýlky CIPP a snižuje potřebu dalších oprav a údržby.

**Klíčová slova:** CIPP (Cured-In-Place Pipe), nedestruktivní testování (NDT), akustika, ultrazvuk, rentgen

# The importance of low weight portable X-ray equipment

Henrik BONVIG

Comet Technologies Denmark A/S, Taastrup, Denmark  
Phone: +45 72 40 77 00, e-mail: Henrik.Bonvig@comet.tech

## **Abstract**

Efficiency and through put becomes and more important competitive parameter within NDT. The new ECO series low weight portable X-ray systems from Comet Technologies Denmark A/S enables a higher throughput within the field of portable X-ray without compromising product quality or safety.

The weight of a portable X-ray tube head has significant impact on the workflow in X-ray field inspection because reposition, manipulation and fixture of the tube head is a significant part of the workflow.

Physical wear on the workforce is quite common among NDT operators caused through handling of heavy equipment in difficult environments and confined spaces. With low weight portable X-ray equipment, the number of in-active days are decreased which then increase efficiency of the available workforce.

**Keywords:** NDT, X-ray, equipment, quality

# Nové metody Phased Array

## New methods of Phased Array

Ing. Stanislav Starman, Ph.D.  
STARMANS electronics, s.r.o, starmans@me.com

### Abstract

Phased Array methods are developing thanks to ever new testing requirements. In testing, there is an increasing demand for defect imaging and simplification of calibrations, which take up a significant amount of test time. It is critical, therefore, that the software equipment simplifies the calibration and measurement work as much as possible. In this paper I describe the application of Phased Array for manual and automated testing of railway wheels, rings, railway wheel-sets, railway axles according to EU standards, GOST, AAR. (And other products, welds and composites) Methods are manual and automated testing.

I give an example of the discrepancy between the results of testing by conventional UT, PA, and at different frequencies 2 MHz, 4 MHz.

Next are progressive holography methods where neither near-field or beam focus is used, and a complete reconstruction of the signal in area and volume is performed.

A new method using sequential transmission by individual transducers and reception by all transducers to a matrix of points in space with post-processing allows calibration of attenuation in the volume of the test article and display of the actual size and shape of defects. The advantage is high resolution throughout the test volume, no need to work with DAC curves or beam focus. The disadvantage is the static measurement.

**Keywords:** Defectoscopy 2023, Phased Array, Ultrasonic equipment, non-destructive testing (NDT)

### Abstrakt

Metody Phased Array se vyvíjejí díky stále novým požadavkům zkoušení. Při zkoušení je stále větší důraz na zobrazení vad a zjednodušení kalibrací, které zabírají významnou část času zkoušky. Proto je důležité, aby SW vybavení maximálně zjednodušilo práci při kalibraci a při měření. V článku popisují aplikace Phased Array pro ruční a automatizované zkoušení železničních kol, kroužků, železničních dvojkolí, železničních náprav podle EU norem, GOST, AAR. (I dalších výrobků, svarů a kompozitů) Metody jsou ruční a automatizované zkoušení.

Uvádím příklad rozporu mezi výsledky zkoušení konvenčním UZ, PA, a při různých frekvencích 2 MHz, 4 MHz. Další jsou progresivní metody holografie, kde se nevyužívá blízkého pole ani fokusu, a provádí se kompletní rekonstrukce signálu v ploše a objemu.

Nová metoda využívající sekvenční vysílání jednotlivých měničů a příjem všemi měniči do matice bodů v prostoru s následným zpracováním umožňují kalibraci útlumu v objemu zkoušeného výrobku a zobrazení skutečné velikosti a tvaru vad. Výhodou je vysoké rozlišení v celém objemu zkoušení, není třeba pracovat s DAC křivkami ani fokusem svazku. Nevýhodou je statické měření.

**Klíčová slova:** Defektoskopie 2023, Phased Array, ultrazvukový přístroj, nedestruktivní testování (NDT)

# ECHOVIEW 1170 Ultrasonic Electronics and ECHOVIEW UT & PAUT Software

Karl DEUTSCH, Krystian ROSTKOWSKI, Joern BOLTEN, Mathias RAZENG,  
Timur SAYFULLAEV

KARL DEUTSCH, Otto-Hausmann-Ring 101, 42115 Wuppertal, Germany  
e-mail: w.deutsch@karldeutsch.de

## Abstract

The new multi-channel ultrasonic testing electronic ECHOGRAPH1170 has been presented recently. It was developed for the fast and reliable inspection of components from the automotive and aerospace industries and their sub-suppliers for bearing rings, rollers and balls. It can also be used for large testing systems for primary metal industries: Bars, billets, seamless and welded tubes and plates. The electronic is composed of four-channel modules which can be stacked in accordance with the applications.



Figure 1. ECHOGRAPH 1170 Ultrasonic testing electronics in modular design with integrated mini-PC and 3 modules with 4 channels each

The electronics is available as an OEM version without master software for integrators which provide their own ultrasonic data processing. It is also available together with ECHOVIEW ultrasonic software which is used to set all relevant test parameters and to process the ultrasonic data in customer-specific format: Multiple A-scans, B-scan, C-scan, amplitude strip charts, statistics, protocols and interface to the customer's ERP data base. ECHOVIEW can also be used to drive Phased Array modules.

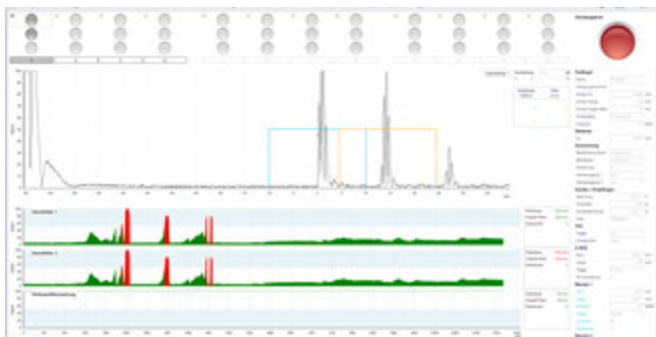


Figure 2. ECHOVIEW Ultrasonic software, example with A-scan and amplitude strip charts

**Keywords:** ECHOGRAPH 1170, Ultrasonic testing, software, Phased Array

| <b>Firemní člen ČNDT, z.s.</b>               | <b>Adresa</b>   | <b>Kontakt</b>   |
|--|---|--|
| ATG – ADVANCED TECHNOLOGY GROUP SPOL. S R.O. | Toužimská 771,<br>199 02 Praha 9 – Letňany                | atg@atg.cz<br>www.atg.cz   |
| DEKRA CZ A.S.                                | Tůrkova 1001,<br>149 00 Praha 4                           | specialndt.cz@dekra.com<br>www.dekra.cz                            |
| EVIDENT EUROPE GMBH – ODŠTĚPNÝ ZÁVOD         | Evropská 16/176,<br>160 00 Praha 6 – Vokovice             | alena.nemeckova@evidentscientific.com<br>www.evidentscientific.com |
| FOMA BOHEMIA SPOL. S R.O.                    | Jana Krušinky 1737/6,<br>500 02 Hradec Králové            | dana.hojna@foma.cz<br>www.foma.cz                                  |
| HELLING GMBH                                 | Spökerdamm 2,<br>DE-25437 Heidgraben, Germany             | info@hellinggmbh.de<br>www.hellinggmbh.de                          |
| K-TECHNOLOGIES, S.R.O.                       | Svatováclavské náměstí 106/8,<br>500 08 Hradec Králové    | www.k-technologies.cz  |
| NDT1 KRAFT S. R. O.                          | Nademejnská 600/1,<br>198 00 Praha                        | info@ndtone.com<br>www.ndtone.com                                  |
| PAPCO S.R.O.                                 | Litvínovská 609/3, 190 00<br>Praha 9 – Prosek             | info@papco.cz<br>www.papco.cz                                      |
| PREDITEST S.R.O.                             | Pod višňovkou 1662/23,<br>140 02 Praha 4                  | svoboda@preditest.cz<br>www.preditest.cz                           |
| PTS JOSEF SOLNAŘ, S.R.O.                     | U Hrubků 170,<br>709 00 Ostrava Nová Ves                  | info@ptsndt.com<br>www.ptsndt.com                                  |
| SECTOR CERT GMBH                             | Am Turm 24,<br>53721 Siegburg, Germany                    | info@sector-cert.com<br>www.sectorcert.com                         |
| STARMANS                                     | V zahradách 24 / 836,<br>180 00 Praha 8                   | ndt@starmans.net<br>www.starmans.net                               |
| TEDIKO, S.R.O.                               | Pražská 5487,<br>430 01 Chomutov                          | info@tediko.cz   |
| TESTIMA S.R.O.                               | Husova 353/6,<br>25001 Brandýs nad Labem – Stará Boleslav | testima@testima.cz<br>www.testima.cz                               |
| TÜV NORD CZECH, S.R.O.                       | Pod Hájkem 406/1,<br>180 00 Praha 8                       | tuev-nord@tuev-nord.cz<br>www.tuev-nord.cz                         |
| ÚJV ŘEŽ, A. S.                               | Hlavní 130, Řež,<br>250 68 Husinec                        | ujv@ujv.cz<br>www.ujv.cz   |



Česká společnost pro nedestruktivní testování, z.s.  
pořádá **54. mezinárodní konferenci a výstavu NDT techniky**

**DEFEKTOSKOPIE 2024**

NDE FOR SAFETY 2024

**12. – 14. listopadu 2024,  
Beroun**



Mezinárodní konference a výstava Defektoskopie 2024 / NDE for Safety 2024 bude zaměřena zejména na problematiku nedestruktivního zkoušení materiálu a konstrukcí ve všech oborech technické činnosti. Konference bude příležitostí k setkání všech, kteří se zajímají o výzkum, vývoj, praktické aplikace i vzdělávání a normalizaci v tomto oboru.

Součástí konference bude veřejně přístupná výstava NDT techniky.

**Aktuální informace a přihlášky: [www.cndt.cz](http://www.cndt.cz)**



---

**Czech Society for Non-destructive Testing** invites all NDT specialists to **54<sup>nd</sup> International Conference and Exhibition of NDT technique**



**NDE FOR SAFETY 2024**

DEFEKTOSKOPIE 2024

**Beroun, Czech Republic  
November 12 - 14, 2024**

This event will be organized by Czech Society for NDT as an international annual meeting and exhibition. The conference is aimed at all topics of non-destructive testing and evaluation of materials and structures in all areas of technical activities. It is an opportunity to meet together all people interested in research, development, as well as in practice, standardization and application of NDT/NDE methods. Manufacturers and suppliers of NDT instruments and services are invited to present their products and innovations.

**Conference Language:** All technical papers at the conference will be presented in English, Czech or Slovak languages.

**More info: [www.cndt.cz](http://www.cndt.cz)**



ISBN 978-80-214-6189-5