

**Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o.
ČVUT v Praze, Fakulta strojní
ČEZ, a. s.
ZČU v Plzni, Fakulta strojní, RTI
ÚJV Řež, a. s.
Inženýrská akademie České republiky
ČSNMT**

**ZVYŠOVÁNÍ ŽIVOTNOSTI KOMPONENT
ENERGETICKÝCH ZAŘÍZENÍ
V ELEKTRÁRNÁCH**

Srní
16. – 18. říjen 2018

Kolektiv autorů

Sborník z 13. konference

„Zvyšování životnosti komponent energetických zařízení v elektrárnách“

Srní, 16. – 18. říjen 2018

ISBN 978-80-261-0794-1

© Vydala Západočeská univerzita v Plzni v roce 2018

ODBORNÍ GARANTI

Prof. Ing. Petr Zuna, CSc. D. Eng.h.c., FEng. – ČVUT v Praze, FS, IA ČR
Dr. Ing. Pavel Polach – VZÚ Plzeň

PROGRAMOVÝ VÝBOR

Prof. Ing. Petr Zuna, CSc. D. Eng.h.c., FEng. – ČVUT v Praze, FS, IA ČR
Dr. Ing. Pavel Polach – VZÚ Plzeň
Ing. Václav Liška, CSc. – VZLÚ, a.s.
Prof. Ing. František Hrdlička, CSc. – ČVUT v Praze, FS
Mgr. Aleš Laciok, MBA – ČEZ, a. s.
Ing. Radovan Šťastný – ČEZ, a. s.
Ing. Jan Zdebor, CSc. – ZČU v Plzni, FS
Ing. Martin Kronďák, Ph.D. – ÚJV Řež a. s.

ORGANIZAČNÍ VÝBOR

Jana Miksanová – VZÚ Plzeň
Lenka Lopatková – VZÚ Plzeň

GENERÁLNÍ PARTNEŘI



ÚJV Řež, a. s.

HLAVNÍ PARTNEŘI





RAP s.r.o.
eo



MEDIÁLNÍ PARTNEŘI

all-for **power**

ENERGETIKA

ODBORNÁ TÉMATA A GARANTI KONFERENCE

ÚTERÝ 16. 10. 2018:

1. ODPOLEDNÍ BLOK PŘEDNÁŠEK

Diagnostika stavu konstrukčních prvků energetických zařízení

Garant: Ing. Jan Zdebor, CSc.

2. ODPOLEDNÍ BLOK PŘEDNÁŠEK

Problematika parních turbín

Garant: Dr. Ing. Pavel Polach

STŘEDA 17. 10. 2018

1. DOPOLEDNÍ BLOK PŘEDNÁŠEK

Degradace mechanických vlastností konstrukčních materiálů

Garant: Prof. Ing. Petr Zuna, CSc. D.Eng.h.c., FEng.

2. DOPOLEDNÍ BLOK PŘEDNÁŠEK

Problematika primárního okruhu jaderných elektráren

Garant: Prof. Ing. Václav Mentl, CSc.

ČTVRTEK 18. 10. 2018

1. DOPOLEDNÍ BLOK PŘEDNÁŠEK

Problematika oběžných lopatek parních trubín a teplotního namáhání energetických konstrukcí

Garant: Ing. Radovan Štastný

2. DOPOLEDNÍ BLOK PŘEDNÁŠEK

Materiálové vlastnosti konstrukčních prvků

Garant: Ing. Václav Liška, CSc.

PŘEDMLUVA

Vážené dámy, vážení pánové, již po třinácté se společně setkáváme na konferenci zaměřené na zvyšování životnosti komponent energetických zařízení v elektrárnách. Z rekordního počtu přihlášených příspěvků v letošním ročníku je zřejmý neutuchající zájem o tuto problematiku. Z přijatých abstraktů bylo vybráno do programu konference 43 odborných příspěvků, které byly rozděleny do šesti prezentačních bloků.

Úvodní část konference je zaměřena na diagnostiku stavu konstrukčních prvků energetických zařízení a problematiku parních turbín. Během druhého dne následují prezentační bloky pokrývající problematiku degradace mechanických vlastností konstrukčních materiálů a oblast primárního okruhu jaderných elektráren. Závěr konference je věnován problematice teplotního namáhání energetických konstrukcí, oblasti lopatek parních turbín a materiálovým vlastnostem konstrukčních prvků.

Dovolte mi jménem organizačního týmu a programového výboru konference poděkovat všem partnerům, kteří výrazně přispěli ke konání tohoto ročníku a Vám popřát, aby i letošní, již tradiční, konference v Srní byla pro Vás odborně i společensky přínosná a obohacující.

Stanislav Martínek

PROGRAM KONFERENCE

Úterý, 16. října

Registrace účastníků v hotelu Srní u recepce, 8.00 – 18.00

Oběd v hotelu Srní, 11.15 – 12.15

Zahájení konference (sál v hotelu Šumava), 12.30

12.30 – 13.00 Úvod a zahájení konference
Liška V., Zuna P., Jiříčka D., Martínek S.

Zuna P.
13.00 – 13.15 Úvodní slovo pana Zuny.

1. odpolední blok přednášek – Jan Zdebor (ZČU v Plzni, FS), 13.15 – 15.30

Žďárek J.
13.15 – 13.30 Stav projektu IVMR HORIZON 2020 - Experiment pro potvrzení IVMR pro VVER 1000

Kondás J.
13.30 – 13.45 Pokročilá technologie vysokotlaký Cold Spray a její využití v energetice: princip, vhodné povlaky a vybrané aplikace

Slováček M.
13.45 – 14.00 Virtuální numerické simulace jako podpora návrhu, výroby a provozu energetických zařízení

Konop R.
14.00 – 14.15 Odběr vzorků návaru z vnitřního povrchu TNR 3. bloku JE Dukovany pro hodnocení radiačního poškození

Brom J.
14.15 – 14.30 Vývoj perspektivních nedestruktivních metod

Vajdák M.
14.30 – 14.45 Moderní diagnostika pro monitorování deformací vysokoteplotních komponent za provozu

Vít J.
14.45 – 15.00 Defektoskopie nebo Defektometrie?

Ernestová M.
15.00 – 15.15 Hodnocení poškození chladících kroužků z dieselgenerátoru 6ZL40/48 na JE Dukovany

Diskuse k předneseným příspěvkům, 15.15 – 15.30

Občerstvení, 15.30 – 15.40

2. odpolední blok přednášek – Pavel Polach (VZÚ Plzeň), 15.40 – 17.30

15.40 – 16.00 Prezentace společnosti EUTIT s.r.o.

Smolík L.
16.00 – 16.15 Komplexní výpočtové modelování kluzných ložisek s naklápěcími segmenty

Liška J.
16.15 – 16.30 Diagnostika torzních vibrací rotoru turbogenerátoru

Synáč J.
16.30 – 16.45 Poslední nízkotlaké stupně parních turbín s transsonickým a supersonickým proudem páry

Mareček O.
16.45 – 17.00 Monitorování částečných výbojů ve statorovém vinutí synchronních generátorů

Ságl P.
17.00 – 17.15 Hodnocení provozní spolehlivosti z pohledu primárních dat

Diskuse k předneseným příspěvkům, 17.15 – 17.30

Slavnostní večeře v hotelu Srní, 18.30

Středa, 17. října

Snídaně v hotelu Srní, 7.15 – 8.15

1. dopolední blok přednášek – Petr Zuna (ČVUT v Praze, FS, IA ČR), 8.30 – 11.00

Jiríček I. 8.30 – 8.45	Nová definice korozních rizik pro turbínu a její diagnostiku
Pazderová M. 8.45 – 9.00	Vývoj mořících inhibitorů snižujících nebezpečí vodíkové křehkosti
Tonarová D. 9.00 – 9.15	Hodnocení korozního napadení homogenního svarového spoje austenické trubky a příruby
Adamech M. 9.15 – 9.30	Metalografické overenie a meranie distribucie bóru v oceli ATABOR a v oblasti jej zvarových spojov
Svobodová M. 9.30 – 9.45	Využití akustické emise pro diagnostiku creepového poškození parovodních systémů
Kronďák M. 9.45 – 10.00	Evropské přístupy k řízení stárnutí skrytých potrubí
Petelová P. 10.00 – 10.15	Vývoj procesu regeneračního žhání vnitřních částí reaktoru VVER-440 pro zajištění dlouhodobého provozu
Polcar P. 10.15 – 10.30	Identifikace materiálových vlastností konstrukčních ocelí s využitím umělé inteligence
Hledík J. 10.30 – 10.45	Podpora dlouhodobého provozu JE v ČR ve světle zkušeností z průběhu přípravy a licencování EDU pro LTO

Diskuse k předneseným příspěvkům, 10.45 – 11.00

Občerstvení, 11.00 – 11.10

2. dopolední blok přednášek – Václav Mentl (ZČU v Plzni, FS), 11.10 – 13.25

11.10 – 11.30	Prezentace společnosti PAPco s.r.o.
Chvostová E. 11.30 – 11.45	Stanovení únavových a tahových vlastností pomocí miniaturizovaných těles a DIC metody
Veselá J. 11.45 – 12.00	Zkušenosti z výroby a ověřování zkušebních těles heterogenních svarových spojů nátrubků N6 a N7 parogenerátorů jaderné elektrárny Temelín
Ertl J. 12.00 – 12.15	Postup hodnocení fluencí rychlých neutronů dopadajících na TNR JE Dukovany
Fleischhans J. 12.15 – 12.30	Metodika a výsledky predikce prodlužování životnosti detektorů neutronů
Ducháček P. 12.30 – 12.45	Orbitální svařování heterogenních svarových spojů ocelí 12022.1 a 08Ch18N10T přidavným materiálem typu Sv-07Ch25N13
Palán M. 12.45 – 13.00	Oprava heterogenního svarového spoje parního generátoru č.25 na JE Dukovany technologií Weld Overlay
Balák M. 13.00 – 13.15	Teplotné starnutie a jeho monitorovanie v JE na Slovensku

Diskuse k předneseným příspěvkům, 13.15 – 13.25

Oběd v hotelu Srní, 13.30 – 14.30

Večeře, společenský večer v sále hotelu Srní
(bowlingový turnaj o pohár ředitele společnosti VZÚ Plzeň) – od 18.30

Čtvrtek, 18. října

Snídaně v hotelu Srní, 7.15 – 8.15

1. dopolední blok přednášek – Radovan Šťastný (ČEZ, a.s.), 8.30 – 10.45

Veselý S. 8.30 – 8.45	Analýza teplotních napětí plamence spalovací komory a predikce životnosti
Horváth J. 8.45 – 9.00	Dopad vysokoteplotního přehřátí na mikrostrukturní změny degradované ocele SUPER 304H
Lukáš J. 9.00 – 9.15	Výzkum pro umožnění bezpečného provozu parovodů s makrotrhlinami
Kobzová A. 9.15 – 9.30	Stabilizace cirkulačních chladících vod na EDU
Kasl J. 9.30 – 9.45	VaV projekt: Turbíny – vývoj metodiky kontroly lopatek s využitím informací z EPRI, Hodnocení korozních důlků oběžných lopatek NT dílů parních turbín
Habrčeti V. 9.45 – 10.00	VaV projekt: Turbíny – vývoj metodiky kontroly lopatek s využitím informací z EPRI, etapa M1 a M2
Kobzová A. 10.00 – 10.15	VaV projekt: Turbíny – vývoj metodiky kontroly lopatek s využitím informací z EPRI, etapa M5 - Chemické režimy a nánosy
Polach P. 10.15 – 10.30	Energetické centrum kompetence

Diskuse k předneseným příspěvkům, 10.30 – 10.45

Občerstvení, 10.45 – 11.00

2. dopolední blok přednášek – Václav Liška (VZLÚ Praha), 11.00 – 12.55

Horváth L. 11.00 – 11.15	Příklad nízké vypovídací schopnosti projektových parametrů VT parovodů pro plánování prodloužení životnosti jejich komponent
Junek M. 11.15 – 11.30	Vliv krátkodobého degradačního žíhání oceli P92 na změnu mechanických vlastností z hlediska precipitace Lavesovy fáze
Neumannová Š. 11.30 – 11.45	Žárupevné vlastnosti martenzitické ocele CB2 v základním stavu a po svaření
Mlnářik J. 11.45 – 12.00	Návrh zařízení pro měření hloubky trhlin střídavou potenciálovou metodou
Černý M. 12.00 – 12.15	Životnost lopatek parních turbín
Marková J. 12.15 – 12.30	Optimalizace údržby ochranných nátěrů průmyslových komínů a chladících věží
Brabec P. 12.30 – 12.45	Využití metalografických replik při nedestruktivní identifikaci materiálu chladících kroužků pro dieselgenerátory JE Dukovany

Diskuse k předneseným příspěvkům a ukončení konference, 12.45 – 12.55

Oběd v hotelu Srní, 13.00 – 14.00

OBSAH

ODBORNÍ GARANTI	III
PROGRAMOVÝ VÝBOR	III
ORGANIZAČNÍ VÝBOR	III
GENERÁLNÍ PARTNEŘI	IV
HLAVNÍ PARTNEŘI	IV
MEDIÁLNÍ PARTNEŘI	V
ODBORNÁ TÉMATA A GARANTI KONFERENCE	VII
PŘEDMLUVA	VIII
PROGRAM KONFERENCE	IX
OBSAH	XII
STAV PROJEKTU IVMR HORIZON 2020 – EXPERIMENT PRO POTVRZENÍ IVMR PRO VVER 1000	1
PRESENT STATUS IVMR HORIZON 2020 PROJECT – TESTS FOR THE IVMR CONFIRMATION FOR VVER 1000	1
JIRÍ ŽDÁREK, JAN WANDROL, VLADISLAV KRHOUNEK, DAVID BÁTĚK A MAREK BENČÍK	1
VIRTUÁLNÍ NUMERICKÉ SIMULACE JAKO PODPORA NÁVRHU, VÝROBY A PROVOZU ENERGETICKÝCH ZAŘÍZENÍ	5
VIRTUAL NUMERICAL SIMULATION AS SUPPORT OF DESIGN, MANUFACTURING AND OPERATION OF ENERGETIC FACILITY	5
MAREK SLOVÁČEK	5
ODBĚR VZORKŮ NÁVARU Z VNITŘNÍHO POVRCHU TNR 3. BLOKU JE DUKOVANY PRO HODNOCENÍ RADIAČNÍHO POŠKOZENÍ	11
SAMPLING OF REACTOR PRESSURE VESSEL INNER CLADDING FOR RADIATION DAMAGE EVALUATION OF DUKOVANY NPP UNIT 3	11
RADEK KONOP A PETR ŠMOLÍK	11
VÝVOJ PERSPEKTIVNÍCH NEDESTRUKTIVNÍCH METOD	15
DEVELOPMENT OF PERSPECTIVE NONDESTRUCTIVE METHODS	15
JAROSLAV BROM A PAVEL MAREŠ	15
MODERNÍ DIAGNOSTIKA PRO MONITOROVÁNÍ DEFORMACÍ VYSOKOTEPLTNÍCH KOMPONENT ZA PROVOZU	19
MODERN DIAGNOSTICS FOR MONITORING DEFORMATION OF HIGH-TEMPERATURE COMPONENTS IN OPERATION	19
MICHAL VAJDÁK, KATEŘINA BONAVENTUROVÁ A PAVEL URBAN	19
DEFEKTOSKOPIE NEBO DEFEKTOMETRIE?	23
DEFECTOSCOPY OR DEFECTOMETRY?	23
JAN VÍT, LUKÁŠ STAINER A ZDENĚK SKÁLA	23
HODNOCENÍ POŠKOZENÍ CHLADÍCÍCH KROUŽKŮ DIESELGENERÁTORU 6ZL40/48 NA JE DUKOVANY	27
DAMAGE ASSESMENT OF THE COOLING INSERTS OF DIESELGENERATOR 6ZL40/48 AT NPP DUKOVANY	27
MIROSLAVA ERNESTOVÁ, MIROSLAV KRPEC, PETR BRABEC, DANA TONAROVÁ A ZDENĚK ČANČURA	27
KOMPLEXNÍ VÝPOČTOVÉ MODELOVÁNÍ KLUZNÝCH LOŽISEK S NAKLÁPĚCÍMI SEGMENTY	31
ADVANCED COMPUTATIONAL MODELLING OF TILTING PAD JOURNAL BEARINGS	31

LUBOŠ SMOLÍK, VÁCLAV HOUDEK A JAN HYRÁT	31
DIAGNOSTIKA TORZNÍCH VIBRACÍ ROTORU TURBOGENERÁTORU	35
DIAGNOSTICS OF TURBOGENERATOR ROTOR TORSIONAL VIBRATION	35
JINDŘICH LIŠKA, SVEN KÜNKELE A JAN JAKL	35
POSLEDNÍ NÍZKOTLAKOVÉ STUPNĚ PARNÍCH TURBÍN S TRANSSONICKÝM A SUPERSONICKÝM PROUDEM PÁRY	39
TRANSONIC AND SUPERSONIC STEAM FLOW OF THE LAST TURBINE STAGES.....	39
JAROSLAV SYNÁČ	39
MONITOROVÁNÍ ČÁSTEČNÝCH VÝBOJŮ VE STATOROVÉM VINUTÍ SYNCHRONNÍCH GENERÁTORŮ	43
PARTIAL DISCHARGE MONITORING OF SYNCHRONOUS GENERATOR STATOR WINDING	43
OTO MAREČEK, MILOŠ KAŠKA A MILAN KASÁRNÍK	43
HODNOCENÍ PROVOZNÍ SPOLEHLIVOSTI Z POHLEDU PRIMÁRNÍCH DAT	47
EVALUATION OF THE OPERATIONAL DATA FROM THE PRIMARY DATA POINT OF VIEW	47
JAN KAMENICKÝ, PAVEL SÁGL A JAROSLAV ZAJÍČEK	47
NOVÁ DEFINICE KOROZNÍCH RIZIK PRO TURBÍNU A JEJÍ DIAGNOSTIKU	51
NEW DEFINITION OF CORROSION RISK ASSESSMENT FOR TURBINE AND ITS DIAGNOSIS	51
IVO JIŘÍČEK	51
VÝVOJ MOŘÍCÍCH INHIBITORŮ SNIŽUJÍCÍCH NEBEZPEČÍ VODÍKOVÉ KŘEHKOSTI	53
DEVELOPMENT OF PICKLING INHIBITORS LOWERING DANGER OF HYDROGEN EMBRITTLEMENT.....	53
MARTINA PAZDEROVÁ, PETR SZELAG A ALENA FALTÝNKOVÁ	53
HODNOCENÍ KOROZNÍHO NAPADENÍ HOMOGENNÍHO SVAROVÉHO SPOJE AUSTENITICKÉ TRUBKY A PŘÍRUBY	57
CORROSION ATTACK EVALUATION OF HOMOGENEOUS WELD JOINT OF AUSTENITIC TUBE AND FLANGE	57
DANA TONAROVÁ, PETR BRABEC A JAROSLAV BURDA	57
METALLOGRAFICKÉ OVERENIE A MERANIE DISTRIBÚCIE BÓRU V OCELI ATABOR A V OBLASTI JEJ ZVAROVÝCH SPOJOV	61
METALLOGRAPHIC VERIFICATION AND MEASUREMENT OF BORON DISTRIBUTION IN ATABOR STEEL AND ITS WELD JOINTS.....	61
MAREK ADAMECH, MARTIN BŘEZINA, JANA PETZOVÁ A MILOŠ BALÁK	61
VYUŽITÍ AKUSTICKÉ EMISE PRO DIAGNOSTIKU CREEPOVÉHO POŠKOZENÍ PAROVODNÍCH SYSTÉMŮ	65
ACOUSTIC EMISSION AS A METHOD FOR DIAGNOSTICS OF CREEP DAMAGE OF STEAM PIPING SYSTEMS	65
MARIE SVOBODOVÁ, TOMÁŠ CHMELA, JOSEF ČMAKAL, TOMÁŠ SLUNÉČKO A VÁCLAV KOULA.....	65
EVROPSKÉ PŘÍSTUPY K ŘÍZENÍ STÁRNUTÍ SKRYTÝCH POTRUBÍ	69
EUROPEAN APPROACH TO LIFE TIME MANAGEMENT OF CONCEALED PIPEWORK	69
MARTIN KRONĎÁK	69
VÝVOJ PROCESU REGENERAČNÍHO ŽIHÁNÍ VNITŘNÍCH ČÁSTÍ REAKTORU VVER-440 PRO ZAJIŠTĚNÍ DLOUHODOBÉHO PROVOZU	71
DEVELOPMENT OF THERMAL ANNEALING PROCESS OF WWER-440 INTERNALS FOR PROVIDING A LONG-TERM OPERATION	71
PETRA PETELOVÁ, BARBORA MAREŠOVÁ, ONDŘEJ BURŠÍK, RADIM KOPŘIVA A ALEŠ MATERNA	71

IDENTIFIKACE MATERIÁLOVÝCH VLASTNOSTÍ KONSTRUKČNÍCH OCELÍ S VYUŽITÍM UMĚLÉ INTELIGENCE.....	75
IDENTIFICATION OF MATERIAL PROPERTIES OF STRUCTURAL STEELS WITH THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE.....	75
PETR POLCAR, LADISLAV KANDER, JAN LAZAR A PETR KINDELMANN	75
STANOVENÍ ÚNAVOVÝCH A TAHOVÝCH VLASTNOSTÍ POMOCÍ MINIATURIZOVANÝCH TĚLES A DIC METODY	79
DETERMINATION OF FATIGUE AND TENSION PROPERTIES BY USING SUB-SIZED SPECIMENS AND DIC METHOD	79
.....	
EVA CHVOSTOVÁ, JÁN DŽUGAN A PAVEL KONOPÍK	79
ZKUŠENOSTI Z VÝROBY A OVĚŘOVÁNÍ ZKUŠEBNÍCH TĚLES HETEROGENNÍCH SVAROVÝCH SPOJŮ NÁTRUBKŮ N6 A N7 PAROGENERÁTORŮ JE TEMELÍN	83
THE EXPERIENCE OF PRODUCING AND VERIFYING THE TEST PIECES OF THE HETEROGENEOUS WELDING JOINTS OF THE NOZZLES N6 AND N7 OF THE STEAM GENERATOR OF THE NUCLEAR POWER STATION TEMELÍN	83
.....	
JANA VESELÁ A PAVEL MAREŠ	83
POSTUP HODNOCENÍ FLUENCÍ RYCHLÝCH NEUTRONŮ DOPADAJÍCÍCH NA TNR JE DUKOVANY	87
ASSESSMENT OF NEUTRON FLUENCE AFFECTING RPV IN DUKOVANY NPP	87
.....	
JAKUB ERTL.....	87
PREDIKCE PRODLUŽENÍ ŽIVOTNOSTI DETEKTORŮ NEUTRONŮ	91
NEUTRON DETECTORS LIFETIME EXTENSION AND PROGNOSSES	91
.....	
JIŘÍ FLEISCHHANS, PETR KOS A JAN ŠVEHLA.....	91
ORBITÁLNÍ SVAŘOVÁNÍ HETEROGENNÍCH SVAROVÝCH SPOJŮ OCELÍ 12022.1 A 08CH18N10T PŘÍDAVNÝM MATERIÁLEM TYPU SV-07CH25N13	95
ORBITAL WELDING OF DISSIMILAR WELD JOINTS OF STEELS 12022.1 AND 08CH18N10T WITH FILLER MATERIAL SV-07CH25N13	95
.....	
PETR DUCHÁČEK, MAREK PALÁN A ZDENĚK ČANČURA	95
OPRAVA HETEROGENNÍHO SVAROVÉHO SPOJE PARNÍHO GENERÁTORU Č. 25 NA JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ DUKOVANY TECHNOLOGIÍ WELD OVERLAY	99
REPAIR OF DISSIMILAR METAL WELD JOINT OF STEAM GENERATOR N° 25 AT THE NUCLEAR POWER PLANT WITH WELD OVERLAY TECHNOLOGY	99
.....	
MAREK PALÁN, PETR DUCHÁČEK A ZDENĚK ČANČURA	99
TEPLOTNÉ STARNUTIE A JEHO MONITOROVANIE V JE NA SLOVENSKU	103
THERMAL AGEING MONITORING IN SLOVAK NPPS	103
.....	
MILOŠ BALÁK, JANA PETZOVÁ A MAREK ADAMECH.....	103
ANALÝZA TEPLONÍCH NAPĚTÍ PLAMENCE SPALOVACÍ KOMORY A PREDIKCE ŽIVOTNOSTI	107
ANALYSIS OF THERMAL STRESSES OF THE FLAME TUBE OF THE COMBUSTION CHAMBER AND LIFETIME PREDICTION	107
.....	
STANISLAV VESELÝ.....	107
DOPAD VYSOKOTEPLONÍHO PŘEHŘÁTÍ NA MIKROSTURUTURNÍ ZMĚNY DEGRADOVANÉ OCELE SUPER 304H	111
MICROSTRUCTURE CHANGES CAUSED BY HIGH TEMPERATURE OVERHEATING OF DEGRADED STEEL SUPER 304H	111
.....	
JAKUB HORVÁTH, MICHAL JUNEK, MARIE ROHLOVÁ A JIŘÍ JANOVEC.....	111

VÝZKUM PRO UMOŽNĚNÍ BEZPEČNÉHO PROVOZU PAROVODŮ S MAKROTRHLINAMI	115
RESEARCH FOR SAFE OPERATION OF STEAM PIPELINES WITH DETECTED MAKROCRACKS	115
JIŘÍ LUKÁŠ	115
STABILIZACE CIRKULAČNÍCH CHLADÍCÍCH VOD NA EDU	121
STABILIZATION OF OPEN COOLING WATER SYSTEM IN NPP DUKOVANY.....	121
ALENA KOBZOVÁ.....	121
PROJEKT VAV ČEZ, A.S. „TURBÍNY – VÝVOJ METODIKY KONTROLY LOPATEK S VYUŽITÍM INFORMACÍ Z EPRI“ – HODNOCENÍ KOROZNÍCH DŮLKŮ OBĚŽNÝCH LOPATEK NT DÍLŮ PARNÍCH TURBÍN	125
PROJECT OF R&D OF ČEZ A.S. „TURBINES – THE DEVELOPMENT OF A STEAM TURBINE BLADES CHECKING USING EPRI INFORMATION“ – EVALUATION OF CORROSION PITS OF ROTATING BLADES OF LP PARTS OF STEAM TURBINES.....	125
JOSEF KASL, JAROSLAV VÁCLAVÍK, MATYÁŠ NOVÁK, JAKUB MRŠTÍK A MIROSLAVA MATĚJOVÁ	125
VAV PROJEKT: TURBÍNY – VÝVOJ METODIKY KONTROLY LOPATEK S VYUŽITÍM INFORMACÍ Z EPRI, ETAPA M1 A M2	129
R&D PROJECT: TURBINES – DEVELOPMENT OF BLADE CONTROL METHODOLOGY USING EPRI INFORMATION, M1 AND M2 STAGES	129
VLASTIMIL HABRČETL, PAVEL MAREŠ, PAVEL ZAHŘÁDKA A JAN PATERA	129
V&V PROJEKT: TURBÍNY – VÝVOJ METODIKY KONTROLY LOPATEK S VYUŽITÍM INFORMACÍ Z EPRI,.....	133
ETAPA M5 – CHEMICKÉ REŽIMY A NÁNOSY.....	133
R&D PROJECT: TURBINES – DEVELOPMENT OF PROCEDURES FOR BLADE DEGRADATION MANAGEMENT BY USING EPRI GUIDELINES	133
WP M5 – WATER CHEMISTRY AND DEPOSITS.....	133
ALENA KOBZOVÁ A MARTIN KRONĎÁK.....	133
ENERGETICKÉ CENTRUM KOMPETENCE: VYBRANÉ VÝSLEDKY DRUHÉ FÁZE ŘEŠENÍ PROJEKTU II	137
ENERGY PRODUCTION COMPETENCE CENTRE: SELECTED RESULTS OF THE SECOND STAGE OF THE PROJECT SOLVING II.....	137
PAVEL POLACH, JOSEF ČERNÝ A ŠÁRKA HOUDKOVÁ	137
PŘÍKLAD NÍZKÉ VYPOVÍDACÍ SCHOPNOSTI PROJEKTOVÝCH PARAMETRŮ VT PAROVODŮ PRO PLÁNOVÁNÍ PRODLUŽOVÁNÍ ŽIVOTNOSTI JEJICH KOMPONENT	143
EXAMPLE OF LOW INFORMATION CAPABILITY OF PROJECTED PARAMETERS FOR LIFETIME EXTENSION OF HIGH PRESSURE VESSELS	143
LADISLAV HORVÁTH, JAKUB HORVÁTH, MARTIN SMEJKAL A MARIE ROHLOVÁ.....	143
VLIV KRÁTKODOBÉHO DEGRADAČNÍHO ŽIHÁNÍ OCELI P92 NA ZMĚNU MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ Z HLEDISKA PRECIPITACE LAVESOVY FÁZE	147
INFLUENCE OF SHORT-TERM AGEING AND PRECIPITATION OF LAVES PHASE ON MECHANICAL PROPERTIES OF P92 STEEL	147
MICHAL JUNEK, MARIE SVOBODOVÁ A JIŘÍ JANOVEC	147
ŽÁRUPEVNÉ VLASTNOSTI MARTENZITICKÉ OCELE CB2 V ZÁKLADNÍM STAVU A PO SVAŘENÍ	151
HIGH TEMPERATURE PROPERTIES OF STEEL CB2 IN BASIC CONDITION AND AFTER WELDING	151
ŠÁRKA NEUMANNOVÁ, TOMÁŠ VLASÁK, JAN HAKL, JAN ČECH A LIBUŠE HAVELKOVÁ	151
NÁVRH ZAŘÍZENÍ PRO MĚŘENÍ HLOUBKY TRHLIN STŘÍDAVOU POTENCIÁLOVOU METODOU	155
DESIGNING OF A DEVICE FOR CRACK DEPTH MEASURING USING ACPD METHOD	155

JAKUB MLNAŘÍK, PETR CHUCHVALEC A JAN KEC.....	155
ŽIVOTNOST LOPATEK PARNÍCH TURBÍN	159
BLADES LIFETIME OF STEAM TURBINES.....	159
MIROSLAV J. ČERNÝ	159
OPTIMALIZACE ÚDRŽBY OCHRANNÝCH NÁTĚRŮ PRŮMYSLOVÝCH KOMÍNŮ A CHLADÍCÍCH VĚŽÍ.....	163
OPTIMIZING MAINTENANCE OF PROTECTIVE COATINGS OF INDUSTRIAL CHIMNEYS AND COOLING TOWERS	163
JANA MARKOVÁ, JAN MLČOCH, MIROSLAV SÝKORA, KAMIL PREŠL A JAN MOLNÁR	163
VYUŽITÍ METALOGRAFICKÝCH REPLIK PŘI NEDESTRUKTIVNÍ IDENTIFIKACI MATERIÁLU CHLADÍCÍCH KROUŽKŮ PRO DIESELGENERÁTORY JE DUKOVANY.....	167
USE OF METALOGRAPHIC REPLICA METHOD IN THE NONDESTRUCTIVE MATERIAL IDENTIFICATION OF COOLING INSERTS FOR DIESEGENERATORS IN DUKOVANY NPP.....	167
PETR BRABEC A DANA TONAROVÁ.....	167
REJSTŘÍK AUTORŮ	171

ČEZ ESCO

- komplexnost
- inovace
- úspora
- odbornost



Chytrá budoucnost vaší společnosti

**ČEZ ESCO nabízí inovativní a chytrá řešení energií
pro firmy i celá města.**

Naše služby vám umožní stát se energeticky nezávislejší a ekologicky odpovědnější. Provedeme detailní audit a na základě jeho výsledku navrhne optimální projekt. Postaráme se o financování, celkovou realizaci i následnou údržbu a servis.

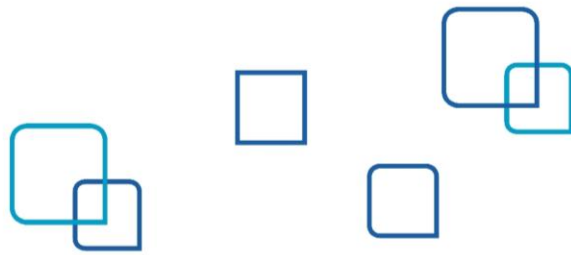
Díky našim zkušenostem a dodávaným technologiím si můžete být jisti, že ČEZ ESCO je investice do budoucna, která přináší chytrá řešení pro vaši společnost.

www.cezesco.cz

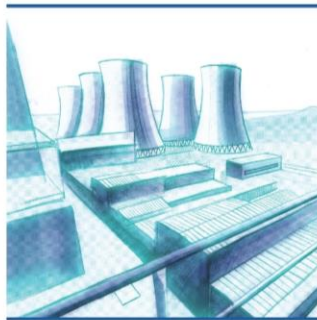


ČEZ ESCO

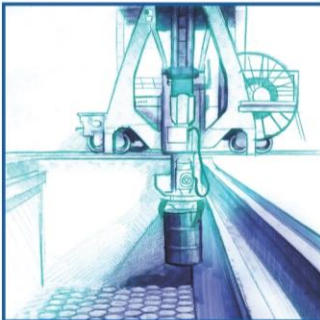
ENERGY
SERVICE
COMPANY



**Bezpečný
a efektivní
provoz
energetických
zařízení**



**Projektování
a související
inženýrské
služby**



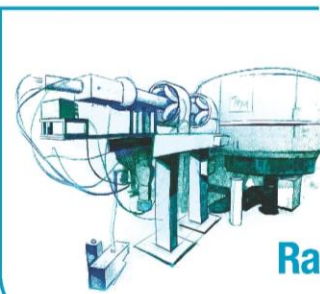
**Nakládání
s radioaktivními
i dalšími
odpady**



**Vyřazování
jaderných
zařízení
z provozu**



**Vodíkové
technologie**



Radiofarmaka





OTĚRUVZDORNÉ APLIKACE

EUTIT - naše firma vyrábí již od roku 1951 materiály sloužící k ochraně zařízení či dílů zařízení zejména před abrazí. Naše materiály současně chrání před chemickými vlivy prostředí a spolu s mechanicko fyzikálními vlastnostmi významně prodlužují životnost zařízení. **Vložky z taveného čediče nebo eucoru** se používají v pneumatické a hydraulické dopravě materiálů pro zvýšení životnosti potrubí např. v elektrárnách, teplárnách, dolech nebo jiných těžkých průmyslových provo-



Naše otěruvzdorné a chemicky odolné vložky mohou být ale také použity k ochraně dalších zařízení jako jsou skluzy, zásobníky, řetězové dopravníky, šnekové dopravníky, cyklony, odlučovače, namáhané podlahové plochy např. ve spalovnách dřevní štěpky a dalších. Otěruvzdorná vložka výrazně prodlužuje životnost abrazí namáhaných zařízení.



Zásobníky na dřevní štěpku - čedičový obklad



Původní opotřebená betonová stěna zásobníku



Vložkované otěruvzdorné a chemicky odolné díly

Ukázky otěruvzdorných dílů z čediče a Eucoru



Otěruvzdorná potrubí vložkovaná odlitky z taveného čediče nebo eucoru se používají nejčastěji pro pneumatickou dopravu práškových a jemnozrnných substrátů do max. rychlosti 22 m/sec. u čediče a 30 m/sec. u eucoru nebo k hydraulické dopravě silně abrazivních materiálů a kalů do rychlosti 2,2 m/sec. a maximálních pracovních přetlaků 4 MPa. Vložkovaných trub lze použít i pro trubkové řetězové dopravníky a to i pro dopravu horkých substrátů.



UE UNITED
ENERGY

ST SEVEROČESKÁ
TEPLÁRENSKÁ

společně, jako jeden tým, dodáváme

Teplo
z Komořan

www.ue.cz

www.setep.cz



**TEPLÁRNA
OTROKOVICE**
LAMA energy group

**BEZPEČNÁ
SPOLEHLIVÁ
ENERGIE**

TEPLÁRNA OTROKOVICE a.s.

**výroba a rozvod tepla
výroba elektřiny
obchod s elektřinou**

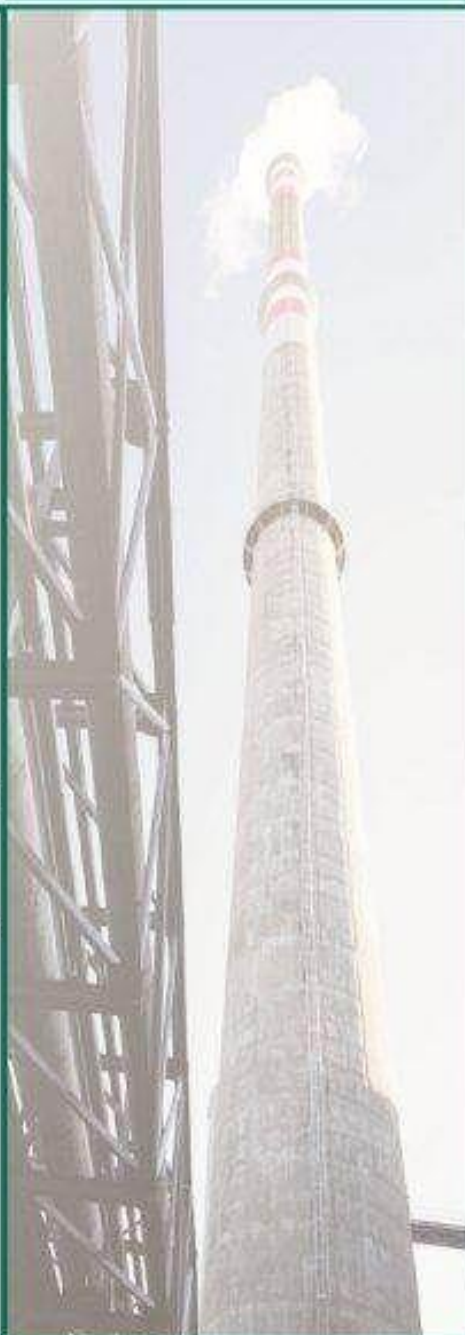
člen skupiny

LAMA ENERGY GROUP

**dodavatel plynu
dodavatel elektřiny
mobilní operátor**

www.tot.cz

www.lamagroup.cz





UnionOcel

Váš ocelový partner

Otěruvzdorné plechy

Plechý, výpalky
a komponenty
v jakostech

XAR

DUROSTAT

DILLIDUR

BRINAR

BRINAR 400Cr

X120 Mn 12

300–600 HB

Speciální
návarové materiály

CORODUR

650–1000 HV

**Vše z našeho
skladového
a servisního centra
v Kopřivnici**

UnionOcel, s.r.o.
Bavorská 2780
155 00 Praha 5 – Stodůlky
Tel.: +420 251 013 011

UnionOcel, s.r.o.
Panská 1444
742 21 Kopřivnice
Tel.: +420 556 209 911

E-mail: info@unionocel.com



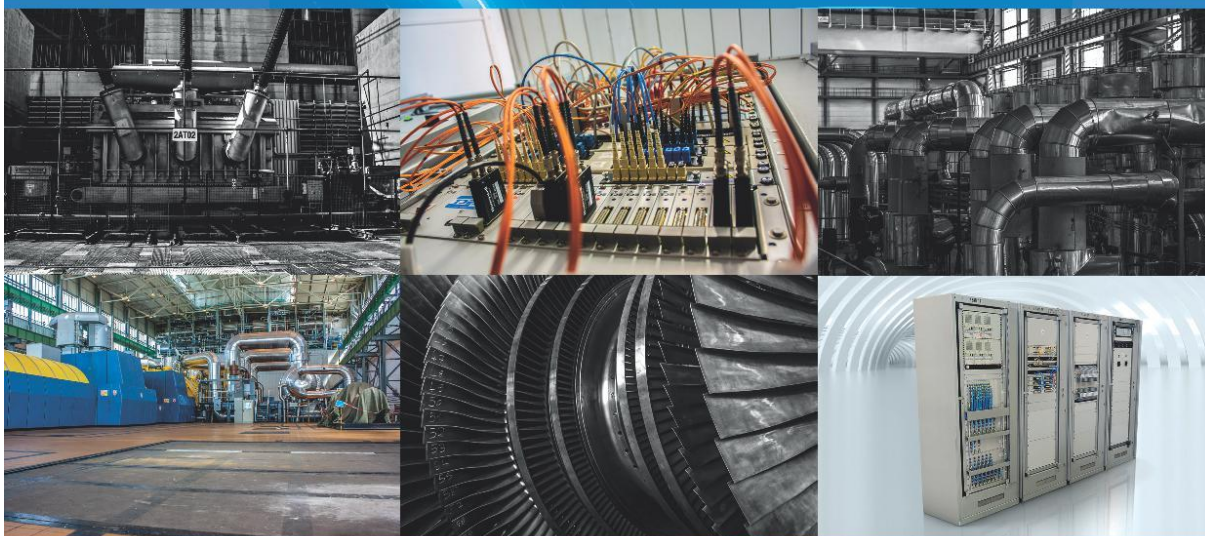
www.unionocel.com



www.tes.eu

Inženýrské služby v jaderné energetice

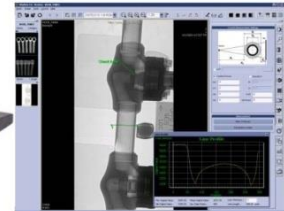
- Výpočtové analýzy
a jaderná bezpečnost
- Spouštění energetických celků
- Monitorovací a diagnostické systémy
- Inženýrská podpora provozu JE
- Technická podpora jaderného dozoru



TES, s. r. o. | Pražská 597, 674 01 Třebíč | T: +420 568 838 411 | E-mail: tes@tes.eu

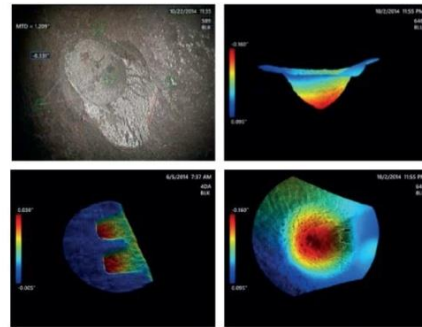
Digitální Rentgenová technika

Online snímací
DDA panely
Systémy digitální
radiografie CR
Rentgenky a
generátory



Endoskopy s 3D zobrazením a měřením

MENTOR Visual IQ
Ca-Zoom® Pan Tilt Zoom kamery



Ultrazvuk

MENTOR UT – mapování koroze
PALM a FLAT Scannery
DMS Go+, USM Go+
Phased Array sondy
Online snímače



Inspekční roboti

Mapování koroze
Kontrola svarů
Visuální kontrola
nedostupných
míst



ŘEŠENÍ PRO TĚŽKÝ PRŮMYSL A ENERGETIKU



Společnost MECAS ESI, jako součást ESI Group, je uznávaným světovým dodavatelem nástrojů **počítačové simulace v oblastech návrhu prototypů a výrobních procesů**. Zabývá se řešením komplexních inženýrských projektů a prodejem pokročilého softwaru včetně služeb s tím spojených.

Tým inženýrů MECAS ESI poskytuje **technickou podporu a konzultace** v oblasti provádění multifyzikálních analýz včetně posouzení limitních stavů, simulací nárazových zkoušek, provádění analýz výrobních procesů tváření, lití, svařování, tepelného zpracování, ale také například analýzy vibroakustiky, proudění a elektromagnetické kompatibility.

V odvětví těžkého průmyslu a energetiky poskytuje společnost MECAS ESI služby pro následující oblasti:

Návrh zařízení a oblast řízeného stárnutí energetických komponent

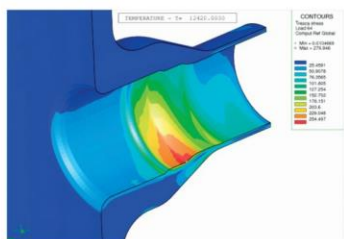
- Statické analýzy v lineární a nelineární oblasti (SYSTUS a VPS*)
- Dynamické analýzy v lineární a nelineární oblasti (SYSTUS a VPS)
- Teplotní analýzy (SYSTUS a VPS)
- Analýzy proudění (OpenFOAM)
- Vibroakustika (VA one)
- Nárazové zkoušky (VPS)
- Posouzení limitních stavů - únava, creep, lomová mechanika (SYSTUS a VPS)
- Interaktivní vizuální rozhodování využívající technologie virtuální reality (IC.IDO)

Výroba & optimalizace výroby

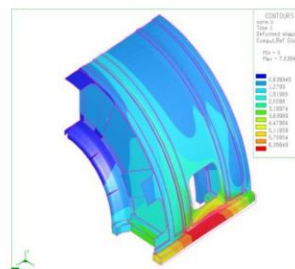
- Odlévání (Pro CAST)
- Svařování (SYSWELD)
- Tepelné zpracování (SYSWELD)
- Objemové tváření (QFORM)
- Plošné tváření (PAM STAMP)
- Ohýbání trubek (PAM TUBE)
- Zobrazení procesů ve 3D (IC.IDO)

*Virtual Performance Solution - původní PAM-CRASH, který je komplexně rozšířen i na implicitní řešení multifyzikálních úloh.

Produkty společnosti ESI Group jsou vzájemně propojitelné, tzn. lze provádět numerické simulace 3. generace, kde jsou zastoupeny jednotlivé výrobní procesy a následně i analýzy provozních stavů, případně limitních stavů.



Se souhlasem COMEX NUCLEAIRE



Se souhlasem ŠKODA POWER a.s.



Člen federace evropských materiálových společností – FEMS

<http://www.csnmt.cz>

Zaměření činnosti a cíle společnosti

ČSNMT, založená v roce 1993, je dobrovolným sdružením individuálních a kolektivních členů (firem, ústavů, vysokých škol a jiných neziskových institucí). Činnost společnosti spočívá zejména v:

- organizování odborných styků, výměně zkušeností a společném řešení odborných problémů
- rozšiřování informací o nových materiálech a technologiích
- podporování a sponzorování výzkumu, vývoje a aplikace nových materiálů a technologií
- organizování transferu nových technologií mezi kolektivními členy společnosti
- podporování a propagování výuky materiálového inženýrství na vysokých školách, včetně postgraduálního doktorského studia
- podporování absolventů vysokých škol na počátku jejich kariéry a v péči o růst jejich tvůrčí způsobilosti
- organizování spolupráce a výměny zkušeností a informací atp. s příbuznými společnostmi v tuzemsku i zahraničí
- řešení národních i mezinárodních projektů výzkumného i nevýzkumného charakteru

Odborné tematické oblasti

Kovy, polymery, sklo a keramika, uhlíkové materiály, materiály pro elektrotechniku a elektroniku, textilní materiály, stavební materiály, biomateriály, nanomateriály a nanotechnologie, povrchové inženýrství, pokrokové technologie výroby a zpracování materiálů, charakterizace a zkoušení materiálů.

Organizační uspořádání společnosti

Organizační struktura ČSNMT je vybudována na principech dobrovolnosti, demokracie a vzájemné spolupráce. Tvoří ji: generální shromáždění členů (1x ročně), statutární orgány, řídicí výbor, kontrolní komise, odborné a tematické skupiny, sekretariát, kluby (pobočky) ČSNMT v regionech, instituce Ceny ČSNMT.

Hlavní trvalé aktivity

- Vydávání publikace „Průvodce systémem státní podpory výzkumu a vývoje v České republice“
- Vydávání příruček
- Vydávání elektronické publikace „Zpravodaj ČSNMT“
- Spolupřádání mezinárodních konferencí „METAL“, „NANOCON“, konferencí o struktuře materiálů a mikromechanice lomu (MSMF), „COMAT“ a česko-slovenských konferencí „Přínos metalografie pro řešení výrobních problémů“
- Spolupřádání národních konferencí „Zvyšování životnosti komponent energetických zařízení v elektrárnách“ a „Dny tepelného zpracování“
- Organizování účasti českých doktorandů na mezinárodních konferencích Junior Euromat v Lausanne

Mezinárodní spolupráce

- Federation of European Materials Societies
- Deutsche Gesellschaft für Materialkunde (DGM)
- The Institute of Materials, Minerals and Mining Velká Británie
- The European Network of Materials Research Centres (ENMAT)

Sídlo ČSNMT

Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1
tel./fax: 221082329, e-mail: csnmt@csnmt.cz



Nepřímá vizuální kontrola obtížně přístupných prostor

Robustní, odolný ale přenosný IPLEX G Lite videoskop

Nepřímá vizuální kontrola se často odehrává ve velmi nepřístupných prostorech a to vyžaduje lehké a odolné přístroje, se kterými je možno do těchto prostor proniknout. Videoskop Olympus IPLEX G Lite kombinuje odolný, kompaktní design se skvělou světelností a intuitivním ovládáním pro spolehlivé kontroly a přesné expertízy v jakémkoli místě.



Robustní a odolný design pro náročné inspekční podmínky



Rychlejší kontroly díky velmi intuitivnímu ovládání



Lepší detekce poškození díky skvělému zobrazení

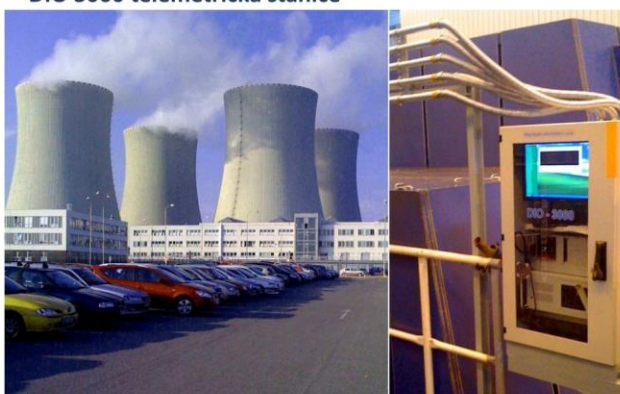
www.olympus-ims.com/en/rvi-products/IPLEX-g-lite

STARMANS

STARMANS electronics je inženýrská a výrobní společnost, která poskytuje pokročilé technologické produkty a řešení pro nedestruktivní testování a vyhodnocení. Vyvíjíme, navrhujeme a vyrábíme přenosné ultrazvukové zařízení a systémy pro ultrazvukovou, infračervenou, magneto-práškovou inspekci a X-ray testování.

Telemetrická stanice

DIO 3000 telemetrická stanice



- je komplexní průmyslový systém používaný pro sběr dat ze senzorů umístěných na důležitých místech turbín pro kontrolu správné polohy hřídele, průhyb hřídele, oscilace, vibrace lopatek, ohyb lopatek a sleduje tak účinnost a zatížení turbín. Cílem je predikce budoucích možných závad turbíny. Grafický barevný displej umožňuje sběr dat a má záznamové zařízení.

Digitální ultrazvukový defektoskop

Defectobook® DIO1000 PA nyní umožňuje zobrazování v režimu Phased Array vyvinutý a navržený firmou STARMANS.

Digitální ultrazvukový defektoskop Defectobook® DIO1000 PA nyní umožňuje zobrazování v režimu Phased Array. Je kombinací všech funkcí konvenčního ultrazvuku s fázovým posunem. Použitím nejnovější generace elektronických komponent a mikroprocesorů jsme vyrobili nejtenčí, nejlehčí a skutečně přenosný Phased Array přístroj. Standardní konfigurace je s 16 elementovou sondou s možností zakoupit a měřit se sondou s 32 elementy.

HLAVNÍ OBORY POUŽITÍ:

- Energetika - austenitické sváry, hnací hřídele, zkoušení lopatek,
- Letectví a kosmonautika - zkoušení kompozitů
- Výroba oceli - velkých odlitků, válcované oceli za tepla a za studena
- Strojírenství - sváry a spoje
- Železnice - traťové uzly manganové oceli, kola, osy
- Inspekce potrubí - svárů, spojů





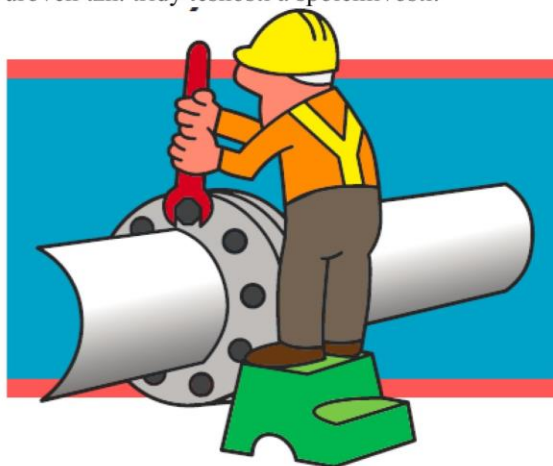
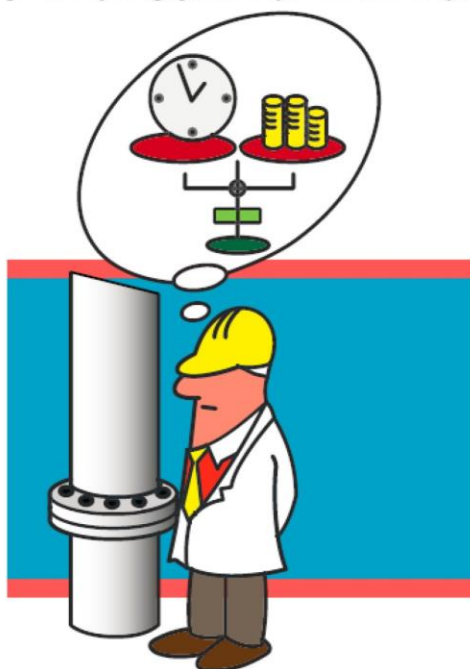
TĚSNĚNÍ & TECHNICKÁ ŘEŠENÍ

KONZULTACE & ODBORNÉ POSUDKY

VÝPOČTY, ZKOUŠKY, KVALIFIKACE & ŠKOLENÍ

Školení personálu pro montáž přírubových spojů podle ČSN EN 1591-4

V dubnu 2014 začal platit nový standard s názvem „Příruby a přírubové spoje – Část 4: Kvalifikace odborné způsobilosti personálu k montáži šroubových spojů v tlakových zařízeních v kritických aplikacích“, který posunuje práci zejména montáž přírubových spojů tlakových zařízení na vyšší úroveň tzn. třídy těsnosti a spolehlivosti.



Nabízíme školení dle tab. 1, 3, 4 a 11 podle této normy pro personál zabývajícího se montáží přírubových spojů **a po absolvování školení akreditované ověření této problematiky s odpovídajícím osvědčením (certifikátem odborného personálu).**

Pracovníci odpovědní za montáž přírubových spojů musí získat a prokázat odpovídající znalosti a dovednosti. Proto je v normě nastíněn způsob, jak se toho má dosáhnout. Norma řeší kvalifikaci lektora a posuzovatele/zkoušejícího, způsoby výcviku příslušného personálu, stupně a úrovně kvalifikace, efektivnost výcviku, posuzování odborné způsobilosti, získání osvědčení (certifikace), dobu jeho platnosti a prodloužení a zařazení výcviku do systému managementu kvality.

Více na www.techseal.cz/skoleni nebo www.SkoleniMonteru.cz

Provozní bezpečnost a těsnost tlakových zařízení je zásadní prioritou v oblasti bezpečnosti práce, ochrany zdraví, životního prostředí a kvality výroby tzv. HSEQ.

Odborný garant:
Doc. Ing. J. Lukavský, CSc.
*Ústav procesní a zpracovatelské
techniky, fakulta strojní
ČVUT Praha
Technická 4
166 07 PRAHA 6*

tel.: +420 604 443 284

Kontaktní osoby:
Ing. J. Tomáš
Technický úsek

TECHSEAL s.r.o.
Černokostelecká 128/161
102 00 PRAHA 10
technici@techseal.cz
tel.: +420 602 337 058



FAKULTA STROJNÍ
ZÁPADOČESKÉ
UNIVERZITY
V PLZNI

REGIONÁLNÍ
TECHNOLOGICKÝ
INSTITUT

REGIONÁLNÍ TECHNOLOGICKÝ INSTITUT

strojírenské výzkumné centrum Západočeské univerzity v Plzni

VÝZKUMNÉ PROGRAMY:

Konstrukce vozidel a pohonných systémů
Modernizace výrobních strojů
Obráběcí technologie
Tvářecí technologie

LABORATOŘE:

Virtualní prototypování
Plánování výroby
Obrábění
Experimentální obrábění
Experimentální tváření
Provozní pevnost a únavová životnost
Metalografie
Mechanická zkušebna
Metrologie
Zkušebna dopravních prostředků
Strojírenské experimentální metody

Regionální technologický institut, Univerzitní 8, 306 14 Plzeň, tel.: +420 377 638 701, www.rti.zcu.cz



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
OP Výzkum, vývoj a vzdělávání



Název programu: Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání
Číslo výzvy: 02_18_069
Název výzvy: Výzva č. 02_18_069 pro Předaplikační výzkum pro ITI II v prioritní ose 1 OP

Projekt: Předaplikační výzkum povrchových úprav aplikovaných pomocí perspektivních pokročilých technologií

Project: Pre-Application Research of Coatings Applied to Surface by Progressive Advanced Technologies

Anotace projektu:

Projekt je zaměřen na předaplikační výzkum a studium povlaků, aplikovaných pokročilými technologiemi nástřiku, zejména technologií nástřiku kaskádovým plazmatem a technologií nástřiku za studena, tzv. Cold Spray. Cílem záměru je vývoj nových typů zároveň stříkaných povlaků, disponujících unikátními vlastnostmi, kombinujícími výhody nanášení nejmodernějšími technologiemi a širokým portfoliem zdrojových materiálů. Důraz bude kladen na oblast povlaků a multivrstev pro dynamické namáhání.

Žárové nástřiky: budoucnost povrchových úprav

Žárové nástřiky umožní podstatné zvýšení životnosti materiálů, snížení výrobních nákladů i ekologické zátěže vašich produktů. Kompletní vývoj i aplikaci zajišťuje moderní technologické centrum vybavené infrastrukturou unikátní ve střední Evropě. VZÚ Plzeň, česká firma se 110letou tradicí a celosvětovou působností.

Přehled technologií VZÚ Plzeň

- Kaskádový plazmový nástřik
- Vysokorychlostní nástřik (HP/HVOF)
- Nástřik plamenem (FS)
- Nástřik elektrickým obloukem (TWAS)

