COMPLETE SOLUTION
FOR NDT / NDE

30 YEARS

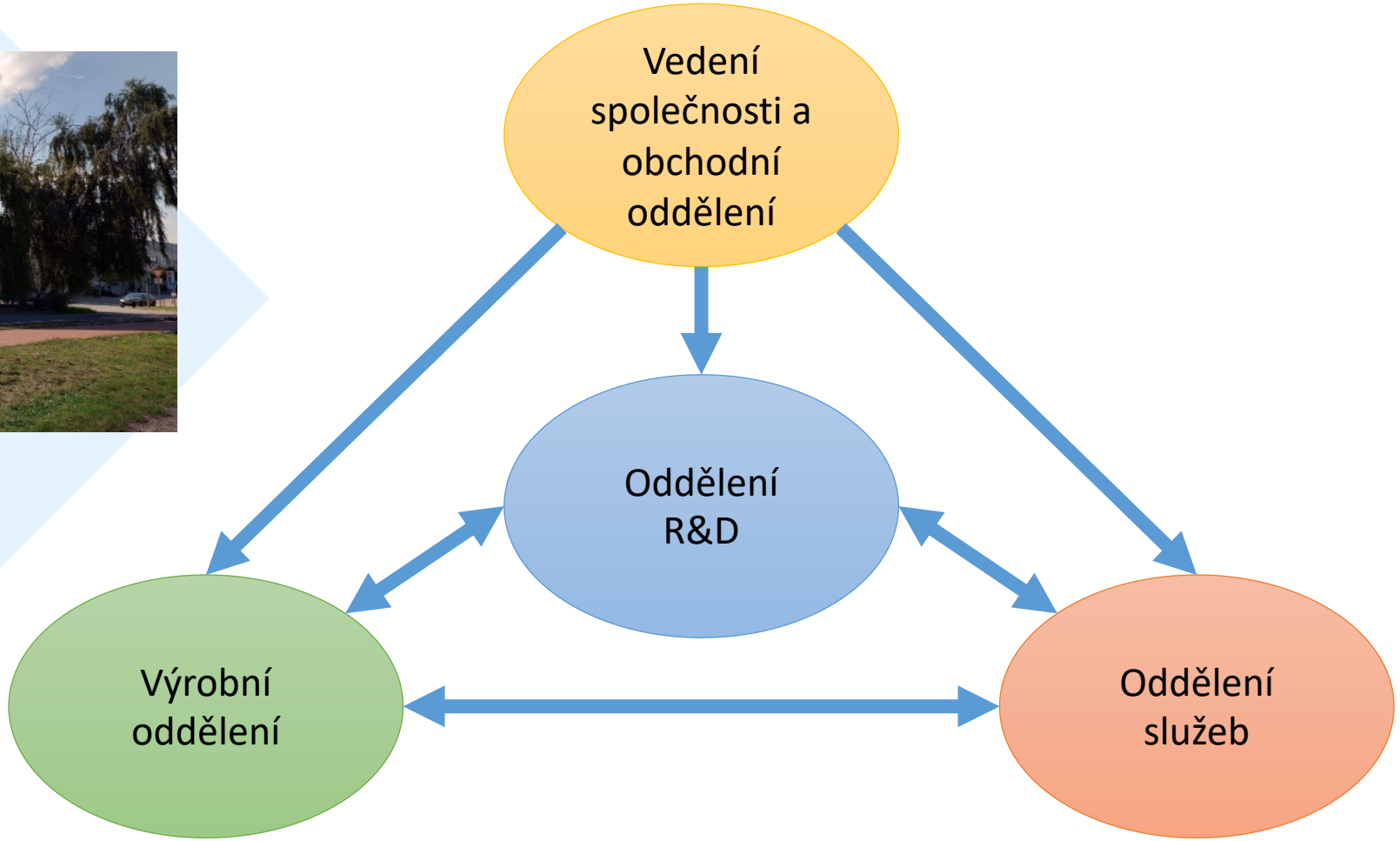
ATG

VISUAL
MAGNETIC PARTICLE TESTING
ET
QUALITY CONTROL
COMPLETE SOLUTION
RTG
TESTING OF COMPOSITE STRUCTURES
WHEELS
INNOVATION
TPG
INSPECTION
IRT
UT
MPI
NDT
PENETRANT TESTING
LT
FPI
WRITTEN PRACTICE
SOLUTION
TRAINING COURSES
THERMOGRAPHY
ASME
X-RAY
UNIMAG
QUALIFICATION
PIPING
MANUFACTURING
AXLES
ULTRASONIC TESTING
MANUFACTURING
AEROSPACE
CERTIFICATION
EASA PART 145
DIGITAL RADIOGRAPHY
RAILWAYS
EN4179 / NAS410
OIL & GAS
POWER
PRESSURE EQUIPMENT
SNT-TC-1A
TPI
R&D
PHASED ARRAY
LEAK TESTING
ISO 9712
NADCAP
PRESSURE VESSELS

SPOLEČNOST ATG

KDO JSME

- Společnost působící 30 let na trhu v oblasti NDT
- Sídlo Praha – Letňany



CO JE NDT A PROČ SE PROVÁDÍ

Advanced Technology Group s.r.o.

- Kontrola kvality materiálu (komponent / dílů) bez jejich porušení
- Co se stane, když se kontrola neprovádí

KONTROLA V LETECTVÍ

Advanced Technology Group s.r.o.

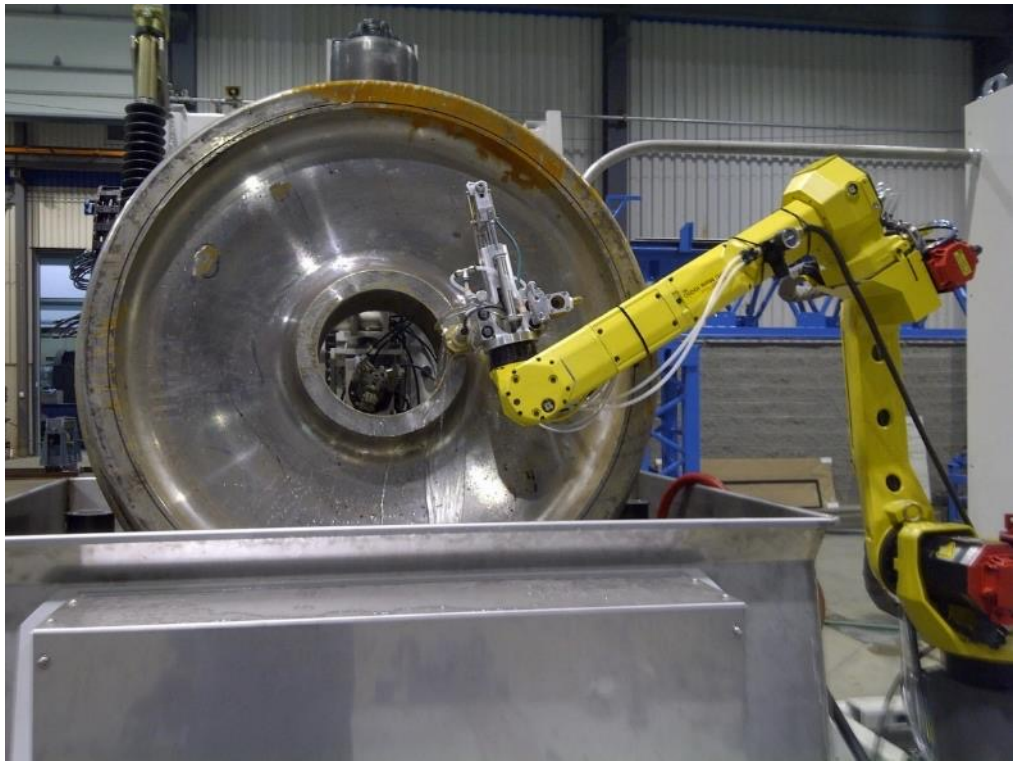
KONTROLA V LETECTVÍ

Advanced Technology Group s.r.o.

[redacted]

KONTROLA NA ŽELEZNICI

Advanced Technology Group s.r.o.



KONTROLA NA ŽELEZNICI

Advanced Technology Group s.r.o.

KDO JSOU NAŠI ZÁKAZNÍCI

Advanced Technology Group s.r.o.

Dle průmyslových oblastí

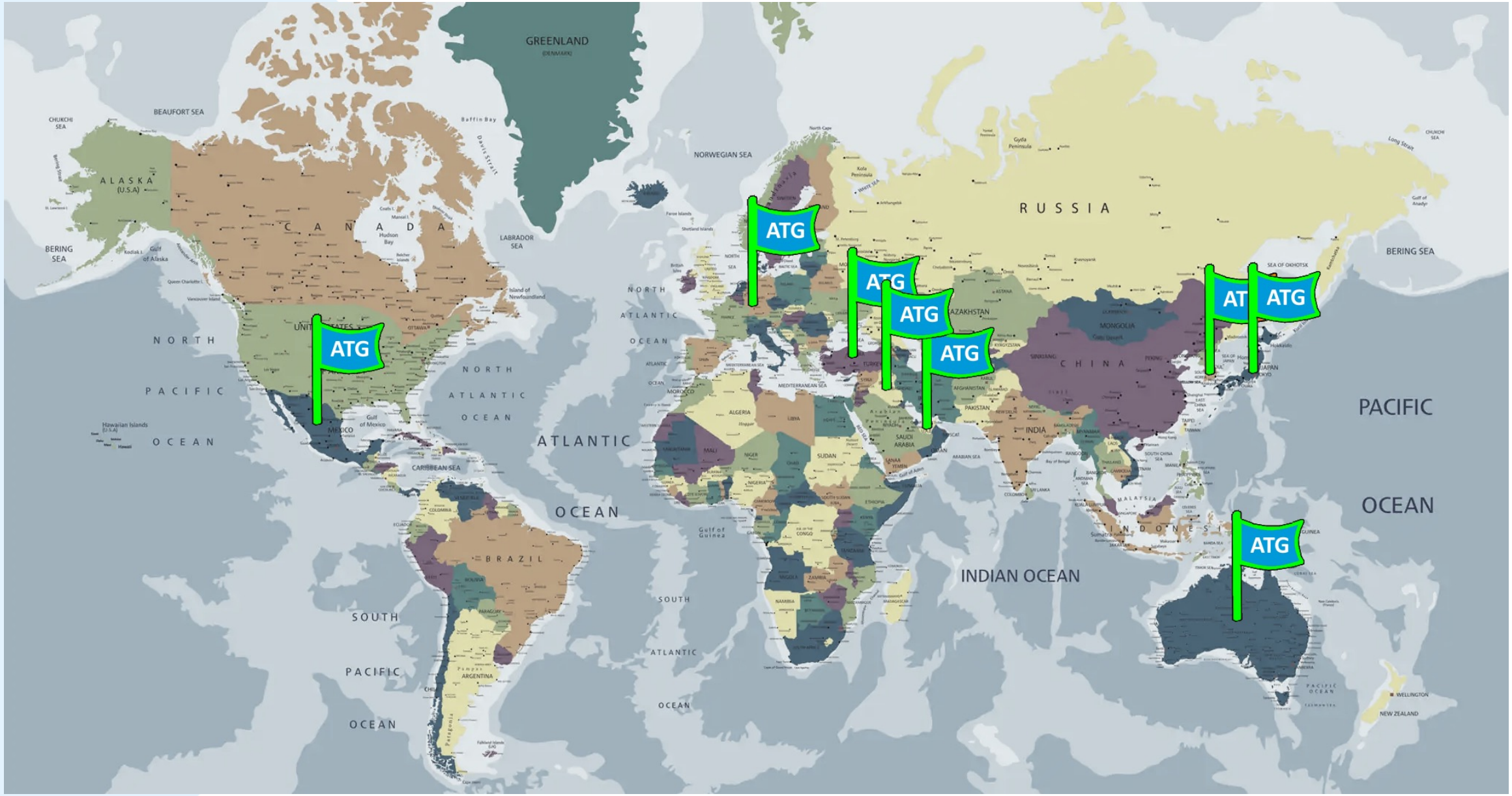
- Letecký
- Železniční
- Automobilový
- Energetický
- Hutní

Dle zaměření

- Výroba (subdodavatelská, finální)
- Opravárenství (letecký, železniční průmysl)
- Provozní kontroly (železniční, energetický)

KDE JSOU NAŠE PRODUKTY

Advanced Technology Group s.r.o.



NAŠI KONKRÉTNÍ VÝZNAMNÍ ZÁKAZNÍCI

Advanced Technology Group s.r.o.
ATG

Letecký průmysl

Lufthansa

GE Aviation

KOREAN AIR

Rolls-Royce

Pratt & Whitney
A United Technologies Company

AIRBUS

Automobilový, železniční a další průmysl

KOBELCO

mondi

SKODA

DRAXTON

FAGOR

NEDTRAIN

VISUAL
MAGNETIC PARTICLE TESTING
ET
QUALITY CONTROL
COMPLETE SOLUTION
RTG
TESTING OF COMPOSITE STRUCTURES
INNOVATION
TPG
INSPECTION
IRT
UT
WHEELS
MPI
PENETRANT TESTING
LT
FPI
THERMOGRAPHY
WRITTEN PRACTICE
SOLUTION
NDT
TRAINING COURSES
ASME
QUALIFICATION
PIPING
X-RAY
UNIMAG
AXLES
MANUFACTURING
ULTRASONIC TESTING
MANUFACTURING
AEROSPACE
CERTIFICATION
EASA PART 145
DIGITAL RADIOGRAPHY
RAILWAYS
EN4179 / NAS410
OIL & GAS
POWER
PRESSURE EQUIPMENT
SNT-TC-1A
TPI
PHASED ARRAY
R&D
LEAK TESTING
ISO 9712
NADCAP
PRESSURE VESSELS

NDT METODY

NDT METODY

Advanced Technology Group s.r.o.

Nejčastěji využívané defektoskopické metody

Povrchové metody

- MT - Magnetická prášková metoda
- PT - Kapilární (Penetrační) metoda
- VT - Vizuální metoda
- ET - Vířivoproudá metoda

Objemové metody

- UT - Ultrazvuková metoda
- RT - Radiografická metoda

COMPLETE SOLUTION
FOR NDT / NDE

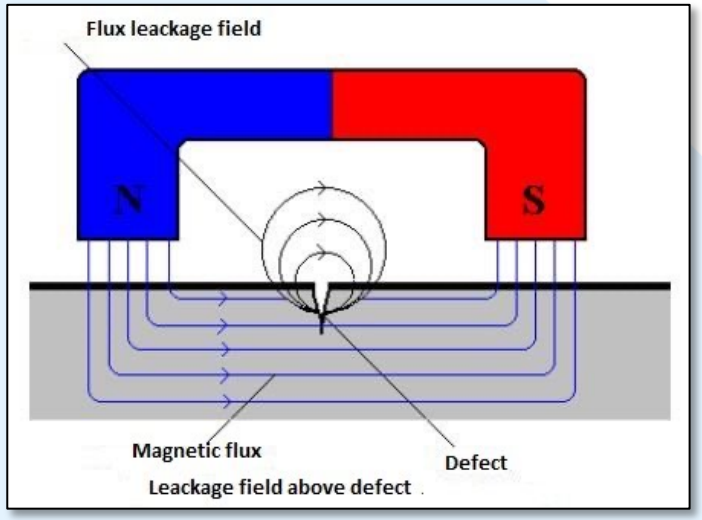
30 YEARS

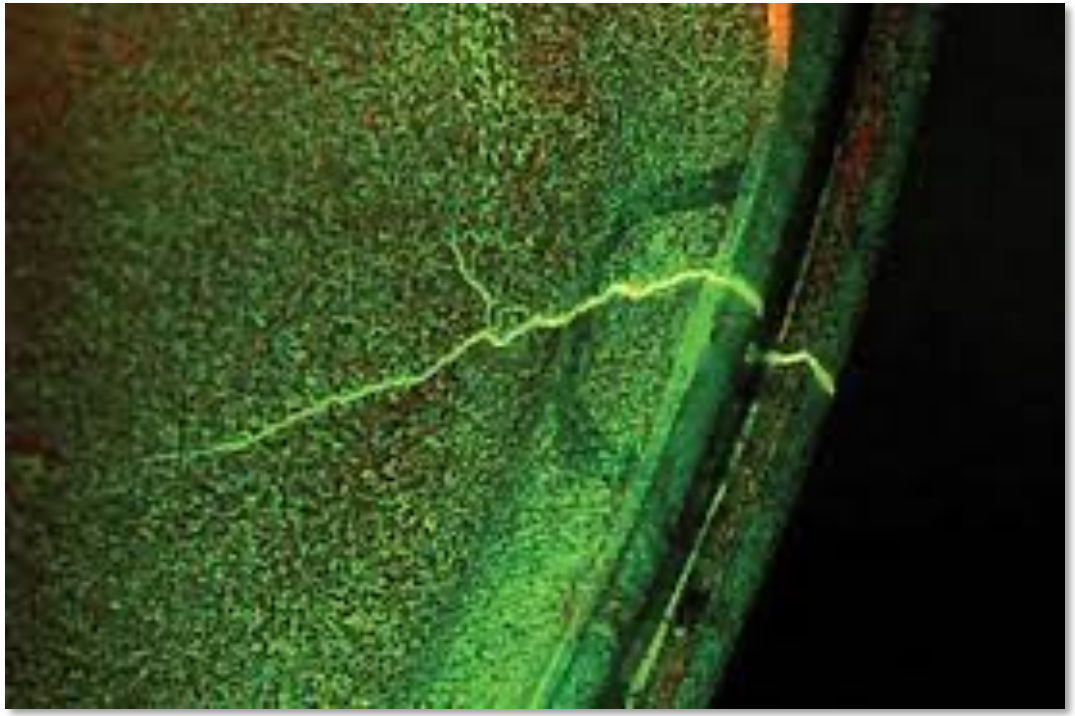
ATG

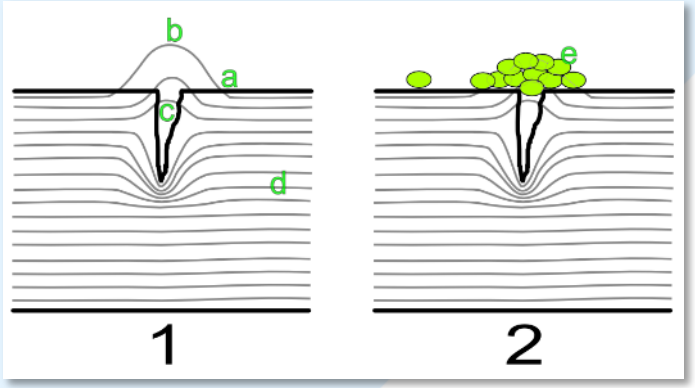
METODA MAGNETICKÁ PRÁŠKOVÁ

28.03.2023

MT – MAGNETICKÁ PRÁŠKOVÁ METODA







- Použití - feromagnetický materiál (permeabilita >> 1)
- Průchod proudu / cívka / (elektro) magnet
- AC / DC – hloubka vniku mag. pole (skin efekt)
- Nehomogenita (vada) – rozptylový tok mag. siločar vystupujících na povrch
- Detekce – mag. suspenze (fluorescenční), alternativně hallova sonda / differenciální cívka

MT – MAGNETICKÁ PRÁŠKOVÁ METODA

Advanced Technology Group s.r.o.

MT – MAGNETICKÁ PRÁŠKOVÁ METODA

Advanced Technology Group s.r.o.

COMPLETE SOLUTION
FOR NDT / NDE

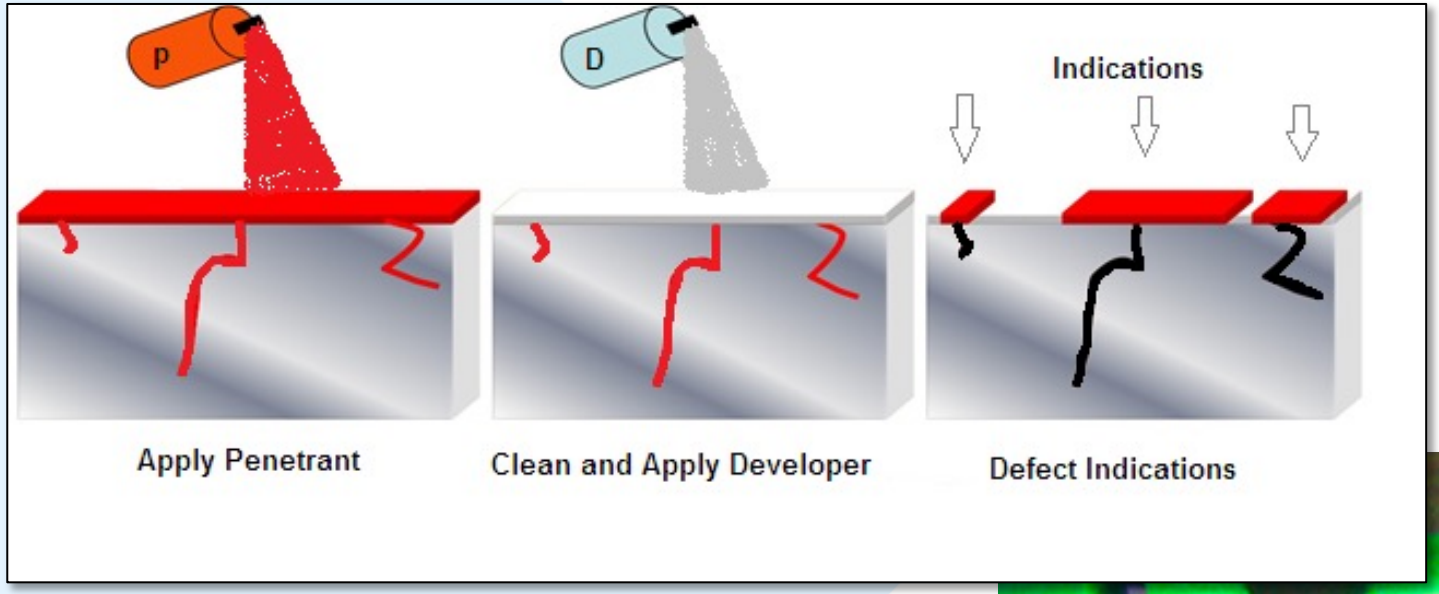
30 YEARS

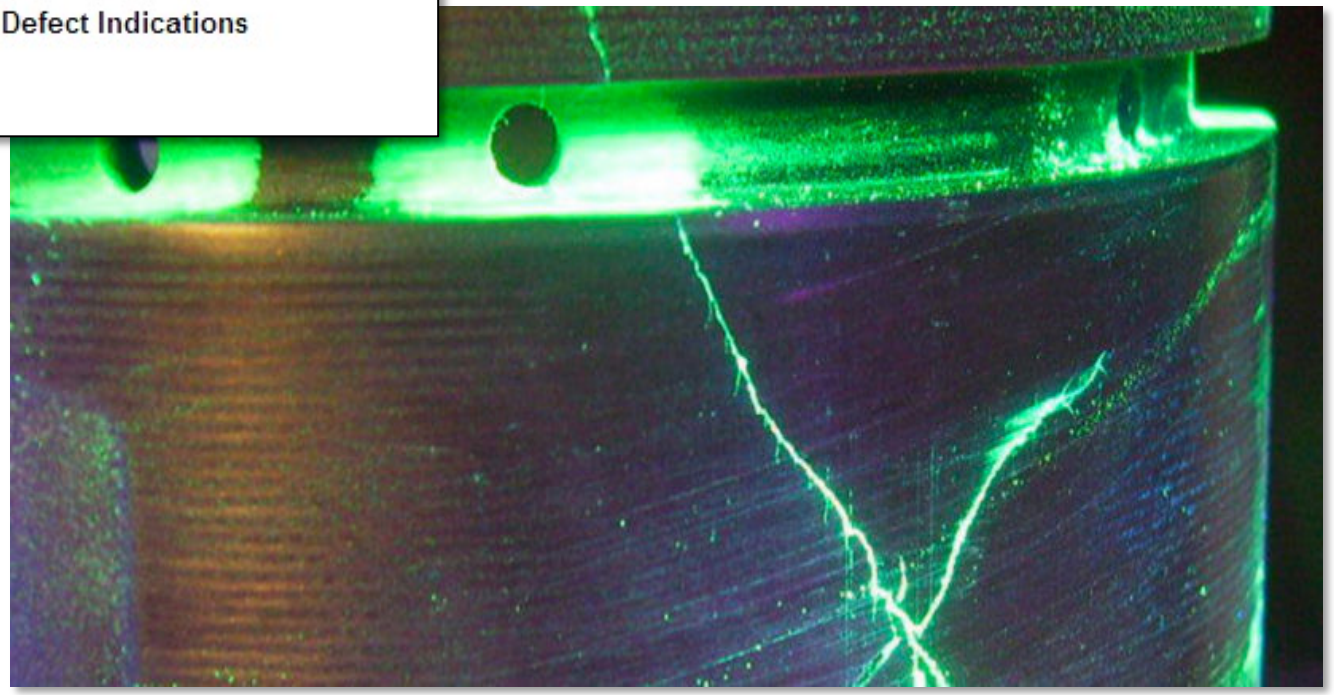
ATG

KAPILÁRNÍ (PENETRAČNÍ) METODA

28.03.2023

PT – KAPILÁRNÍ (PENETRAČNÍ) METODA





- Kapilární jevy - povrchové napětí, viskozita, krajový úhlu, kapilární elevace
- Vzlínání (fluorescenčního) penetrantu do povrchových vad, následně do vývojky
- Indikace - kontrastní projev vady

PT – KAPILÁRNÍ (PENETRAČNÍ) METODA

Advanced Technology Group s.r.o.

PT – KAPILÁRNÍ (PENETRAČNÍ) METODA

Advanced Technology Group s.r.o.

PT – KAPILÁRNÍ (PENETRAČNÍ) METODA

Advanced Technology Group s.r.o.

COMPLETE SOLUTION
FOR NDT / NDE

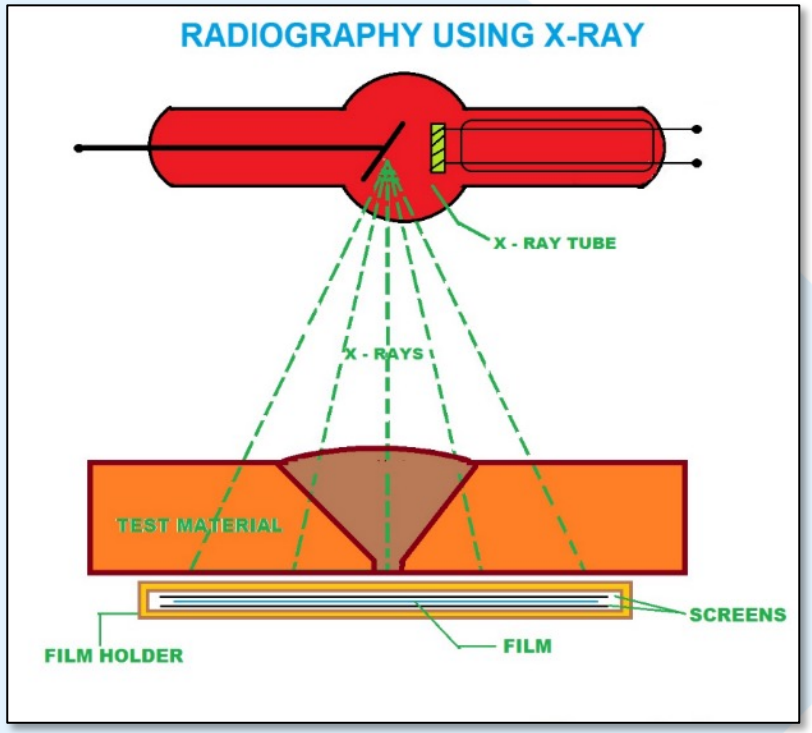
30 YEARS

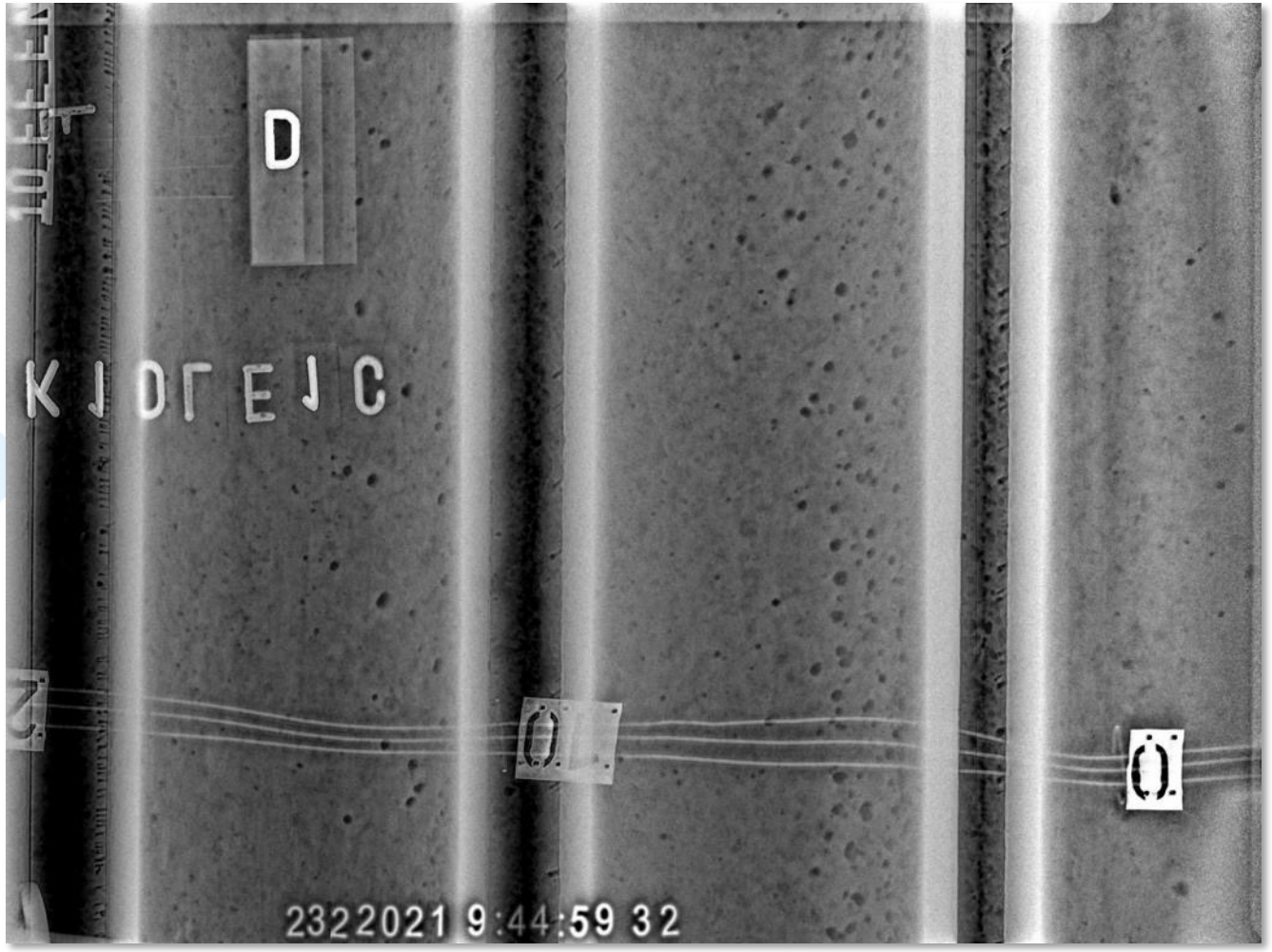
ATG

RADIOGRAFICKÁ METODA

28.03.2023

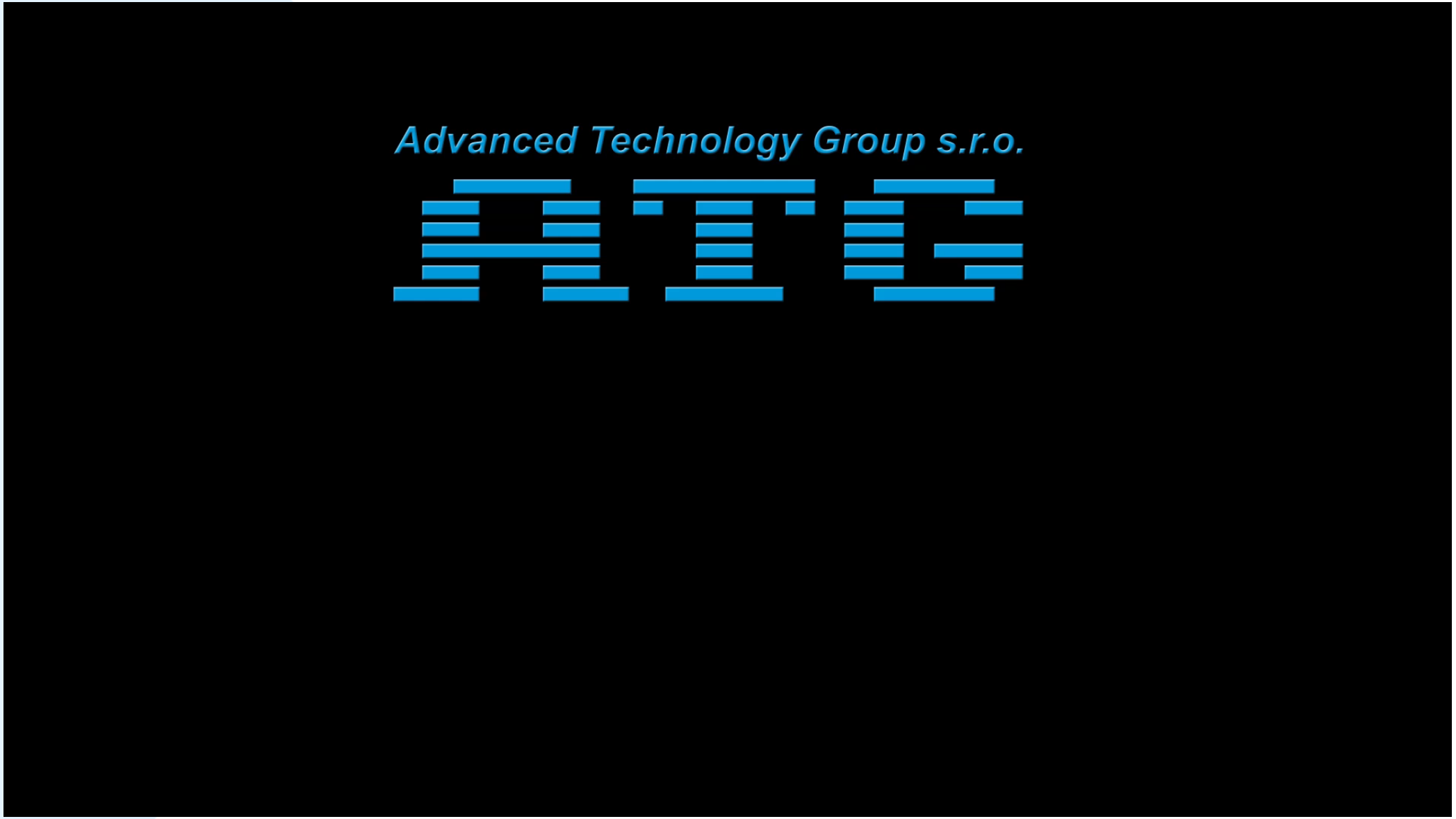
RT – RADIOGRAFICKÁ METODA





- Vakuová trubice, A/K elektrody
- Fotony s vysokou energií (IZ záření 10 nm – 1 pm)
- Absorpce záření dle Z a tloušťky
- Napětí (NDT): 20 – 250 kV
- Záznam – film / plošný detektor

RT – RADIOGRAFICKÁ METODA



COMPLETE SOLUTION
FOR NDT / NDE

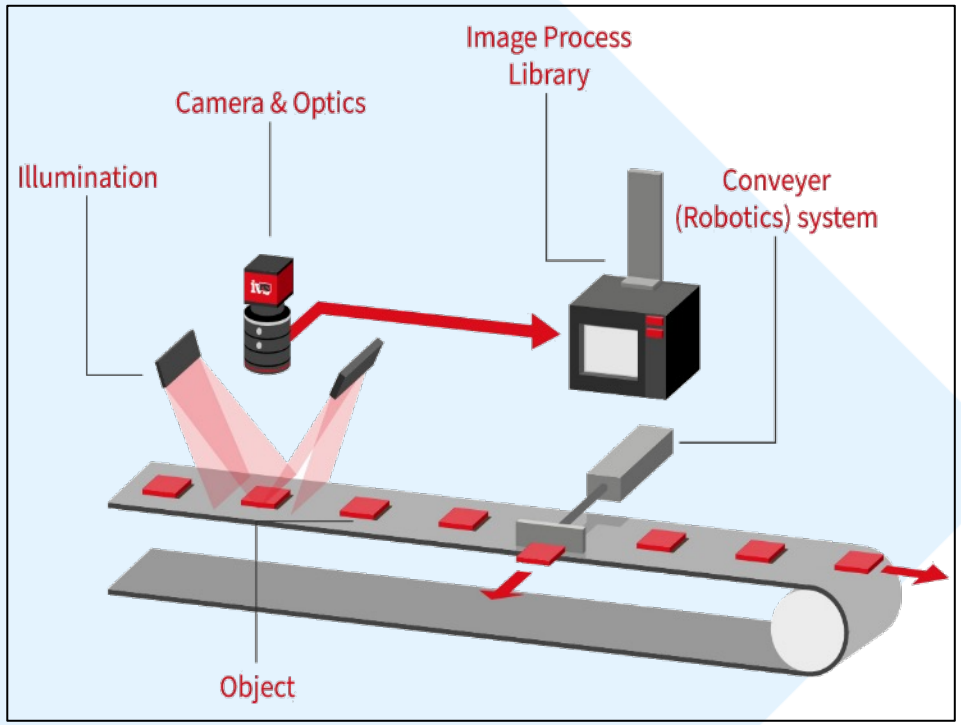
30 YEARS

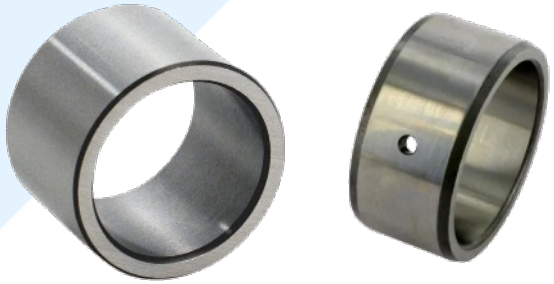
VIZUÁLNÍ METODA

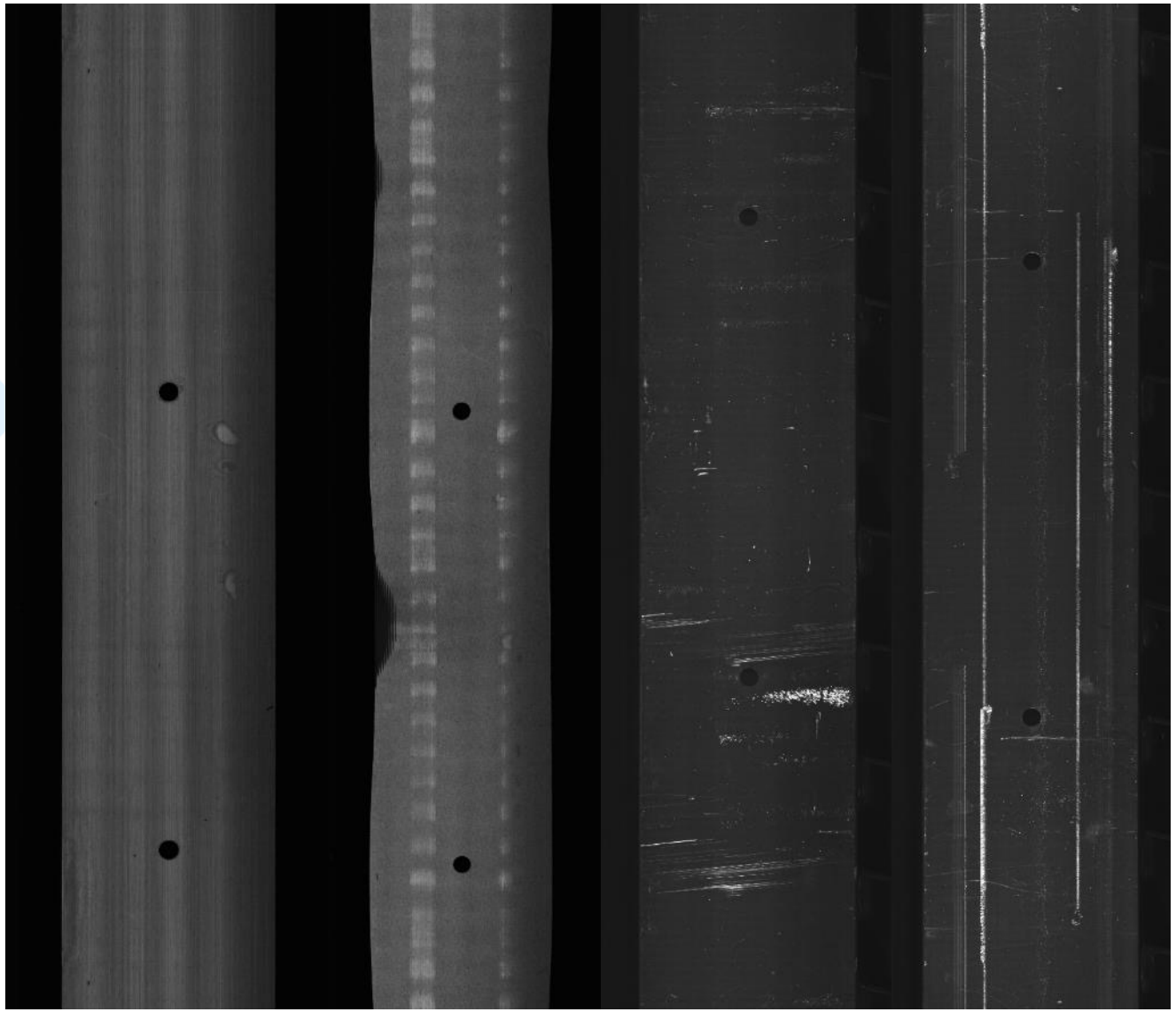
28.03.2023

VT – VIZUÁLNÍ METODA

Advanced Technology Group s.r.o.







COMPLETE SOLUTION
FOR NDT / NDE

30 YEARS

ATG

ODDĚLENÍ R&D

28.03.2023

ODDĚLENÍ R&D

Advanced Technology Group s.r.o.

- Zaměření R&D – vývoj složitějších a technologicky komplexnějších zařízení
- Tým vývojářů, programátorů a techniků
- Oblasti vývoje
  - Nové inspekční technologie
  - Optimalizace / inovace stávajících zařízení
  - Vision systémy
  - Strojové učení
  - Robotické a manipulační systémy
  - Navigace robotů do inspekční oblasti
  - Automatické vyhodnocení defektů nebo jejich projevů
  - Integrace zařízení do podnikových systémů
  - Elektronické moduly a řídící systémy
- Financování – z vlastních prostředků, z veřejných peněz (TAČR, MPO)
- Spolupráce s komerčními a výzkumnými organizacemi

ODDĚLENÍ R&D – SPOLUPRÁCE

Advanced Technology Group s.r.o.

ČVUT
ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

TECHNICAL UNIVERSITY OF LIBEREC
www.tul.cz

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

VZLÚ

VYSOKÁ ŠKOLA CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ V PRAZE

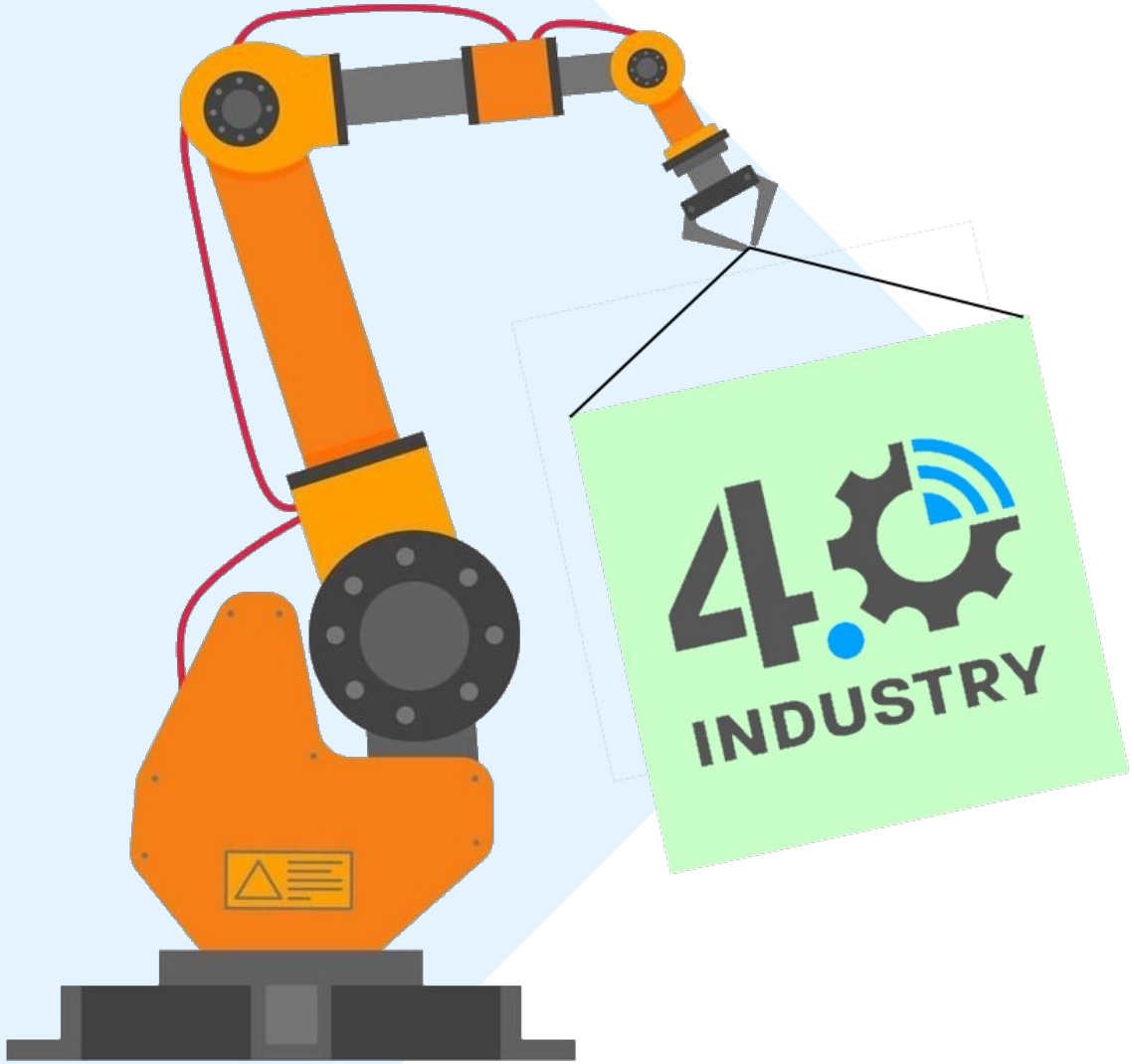
Ústav termomechaniky AV ČR, v. v. i.

Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského

SÚJB
Státní úřad pro jadernou bezpečnost

NA ČEM AKTUÁLNĚ PRACUJEME

Advanced Technology Group s.r.o.
ATG

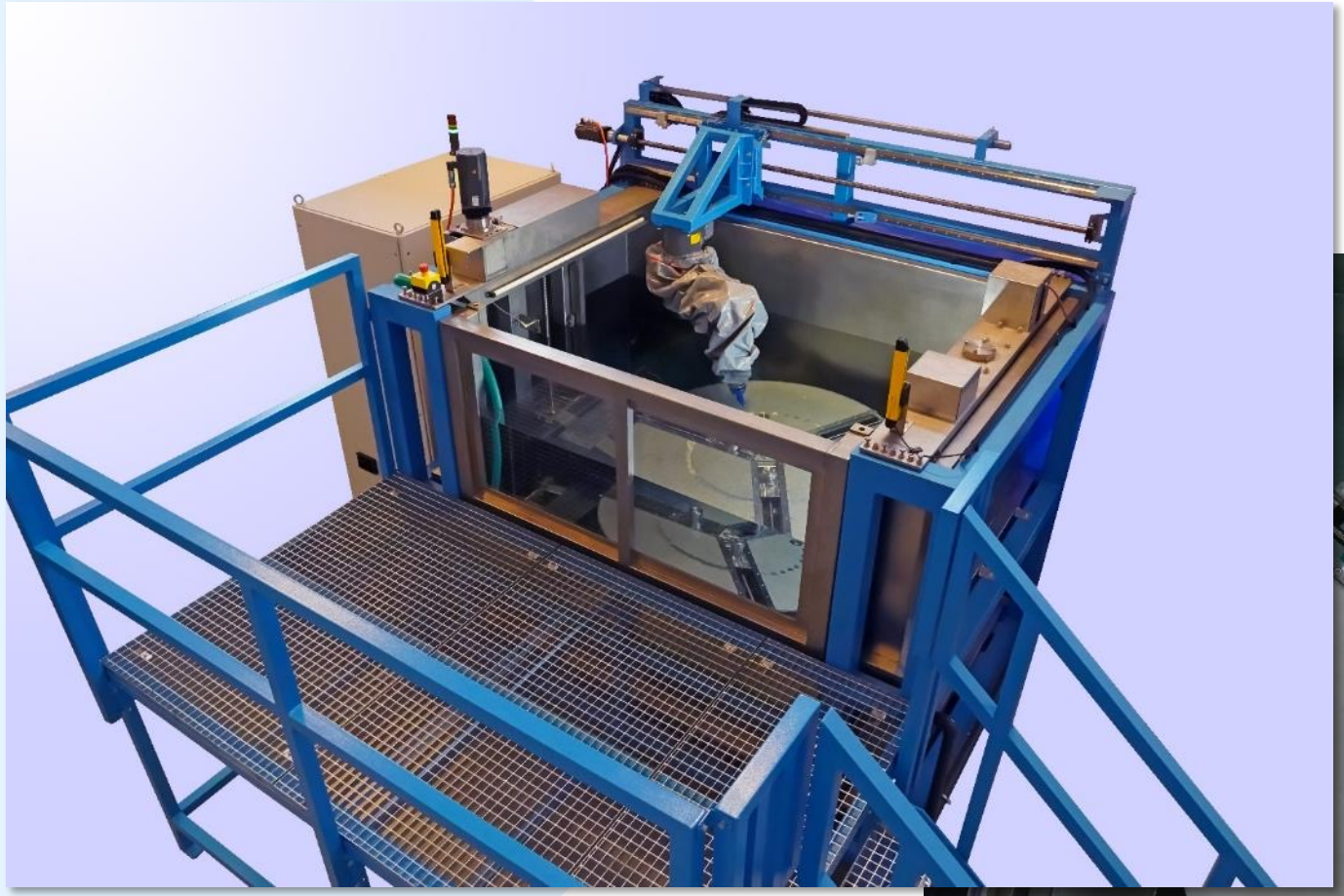


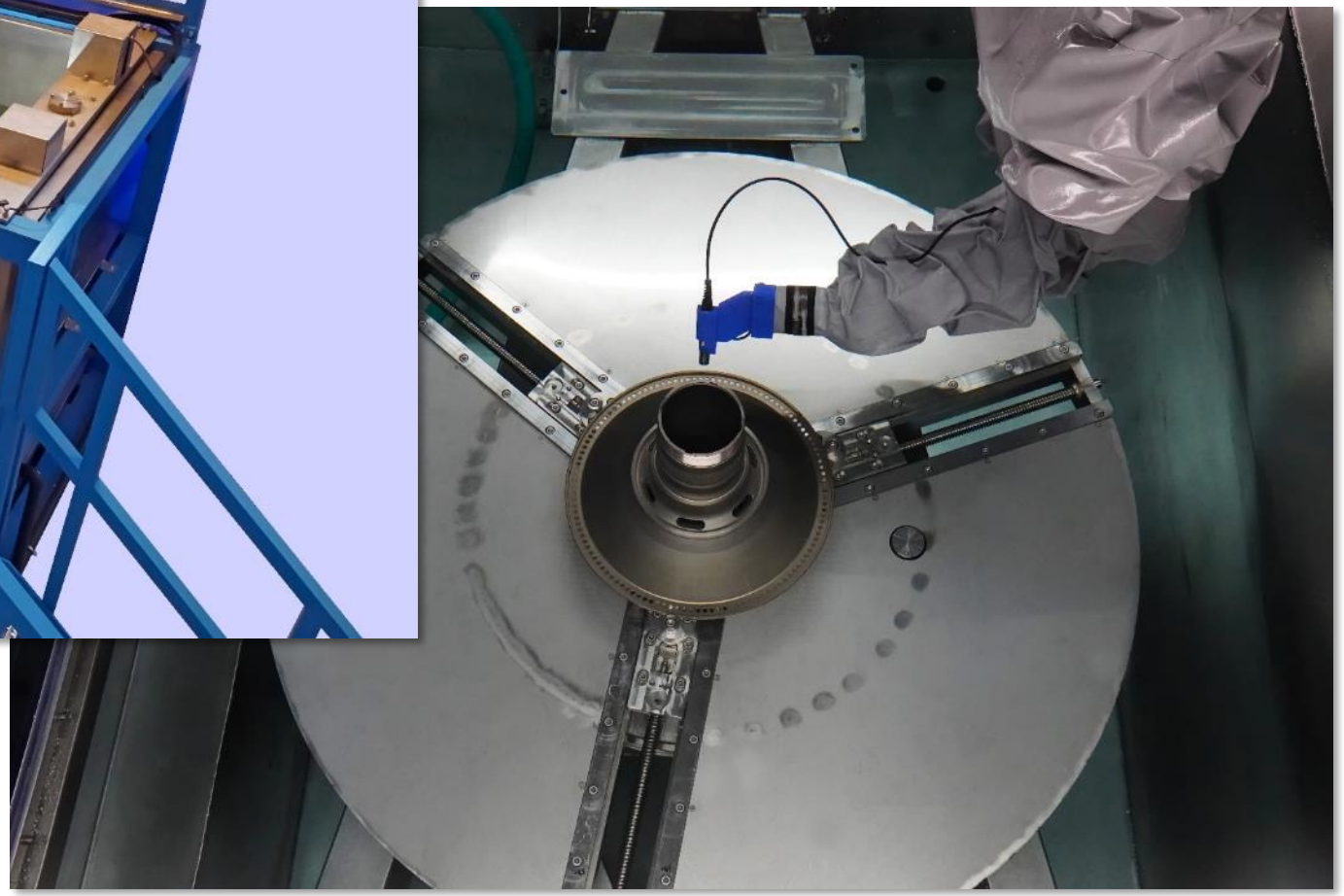
Plně automatický proces v defektoskopii

- Automatická manipulace díly s využitím robotů a bin pickingu
- Automatická (vision) inspekce pomocí kamerových systémů
- Automatické nalezení a vyhodnocení defektů
- Automatické měření (UT, ET) za pomoci robotů
- DAQ z měřících systémů, polohová synchronizace měření
- Kamerová navigace robotů, plánování trajektorií
- Automatická diagnostika kritických komponent
- Automatické kalibrační procesy
- Napojení na podnikové systémy, reporting

NA ČEM AKTUÁLNĚ PRACUJEME

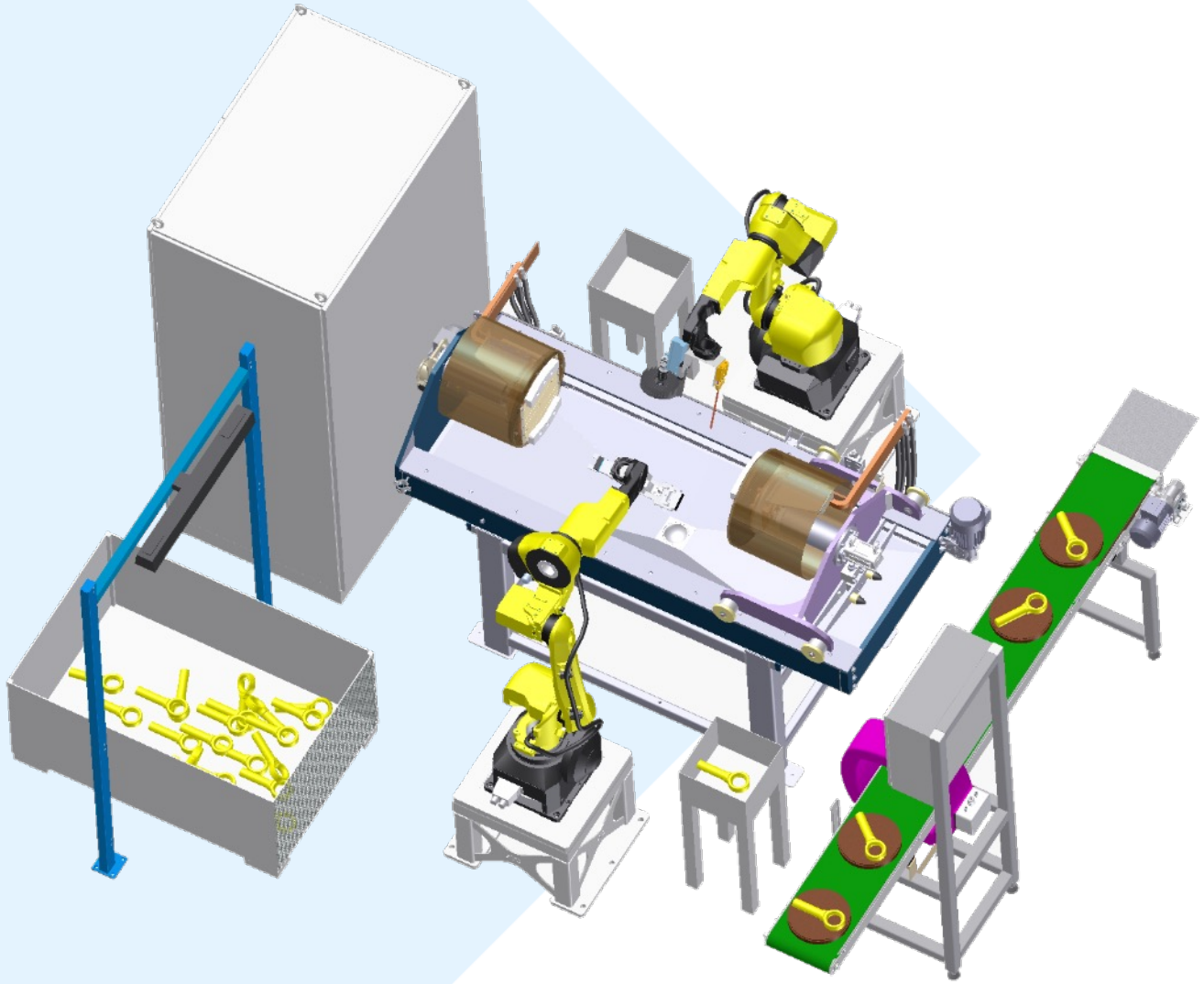
Advanced Technology Group s.r.o.

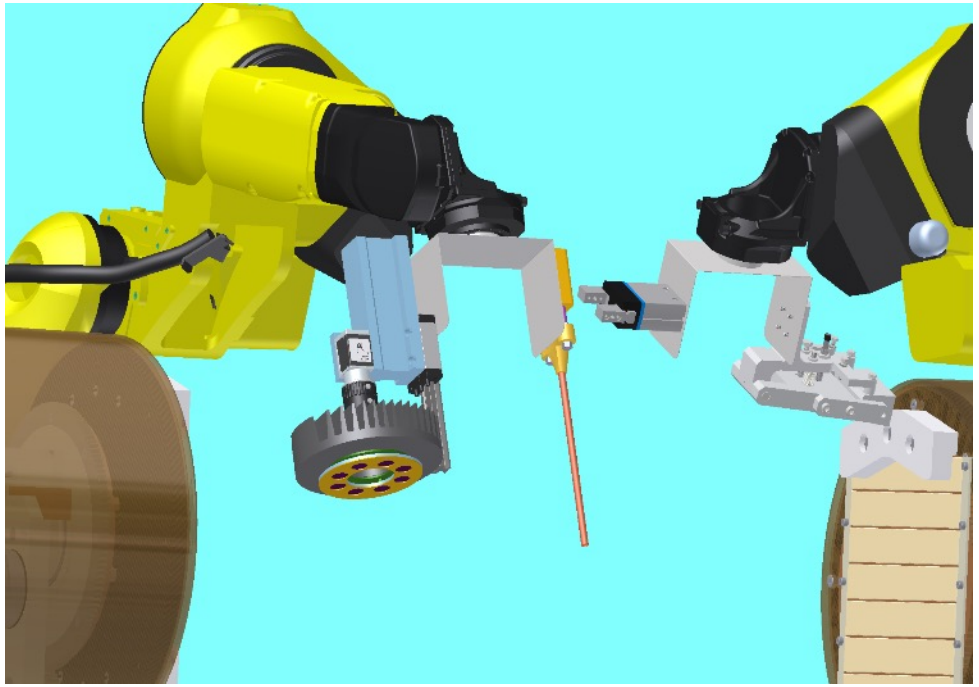




NA ČEM AKTUÁLNĚ PRACUJEME

Advanced Technology Group s.r.o.





CONTACT INFORMATION

Advanced Technology Group s.r.o.

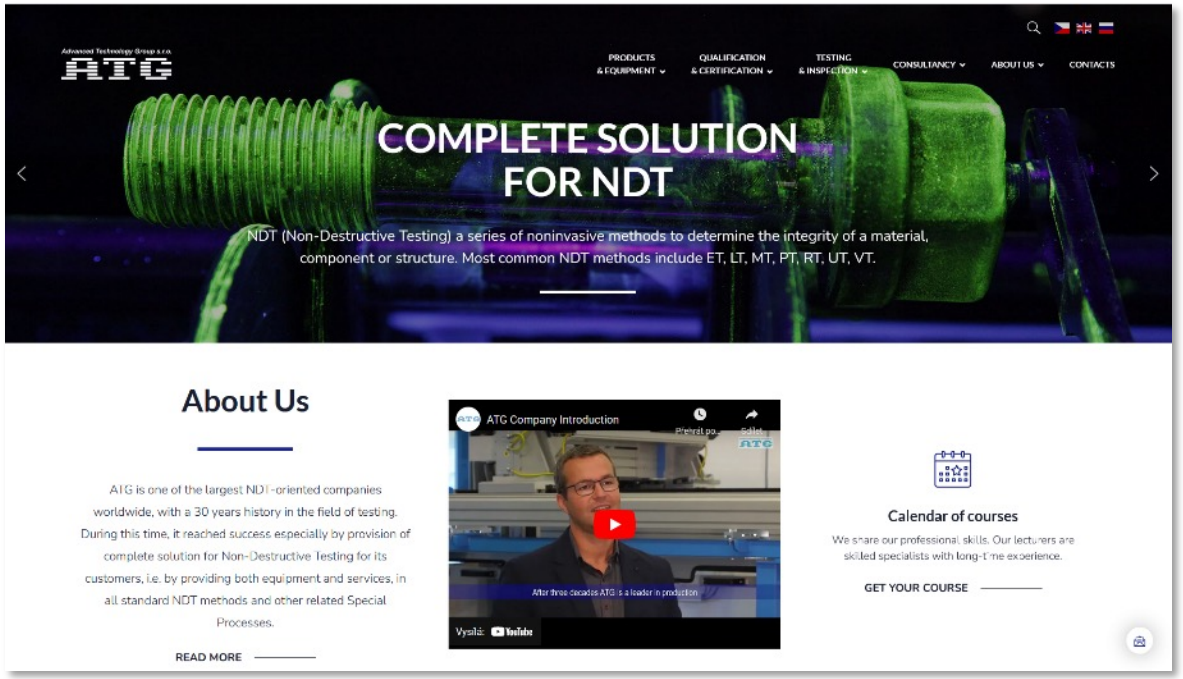
Ing. Radek Salač

Head of Research & Development

ATG - Advanced Technology Group

Toužimská 771, CZ - 199 02 Praha - Letňany

Email:, Web: www.atg.cz



LinkedIn

YouTube

ANY QUESTIONS?

VISUAL TESTING
COMPOSITES
REFERENCE BLOCKS
ET
QUALITY CONTROL
COMPLETE SOLUTION
RTG
TESTING OF COMPOSITE STRUCTURES
INNOVATION
TPG
INSPECTION
IRT
UT
WHEELS
MPI
NDT
PENETRANT TESTING
LT
FPI
WRITTEN PRACTICE
SOLUTION
TRAINING COURSES
INFRARED THERMOGRAPHY
ASME
QUALIFICATION
PIPING
MAGNETIC PARTICLE TESTING
PHASED ARRAY
MAINTENANCE
X-RAY
ULTRASONIC TESTING
MANUFACTURING
AEROSPACE
CERTIFICATION
NADCAP
DIGITAL RADIOGRAPHY
EASA PART 145
R&D
RAILWAYS
INDUSTRY
EN4179 / NAS410
OIL & GAS
PRESSURE VESSELS
POWER
PRESSURE EQUIPMENT
SNT-TC-1A
TPI
RLA
LEAK TESTING
ISO 9712
ADVANCED TECHNOLOGY GROUP

COMPLETE SOLUTION
FOR NDT / NDE

30 YEARS

VYUŽITÍ STROJOVÉHO VIDĚNÍ V NDT

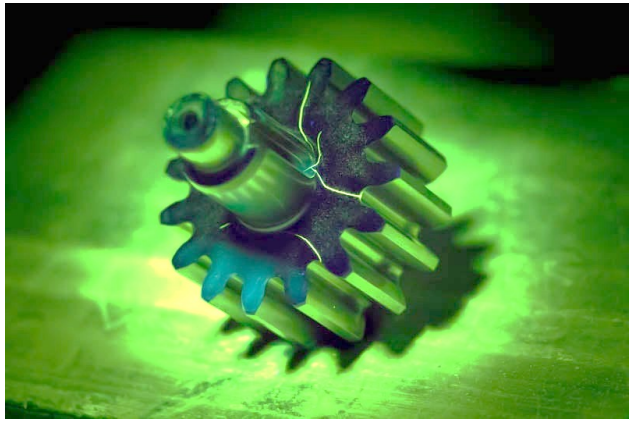
Veronika Boučková

NDT METODY VHODNÉ PRO APLIKACI STROJOVÉHO VIDĚNÍ

Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

- **Metody založené na vidění operátora**
  - Vizuální kontrola
  - Magnetická prášková metoda
  - Fluorescenční penetrační metoda
- Metody založené na zpracování obrazových dat
  - Radiografie
- Strojové vidění jako prostředek k automatizaci procesu



PROČ POTŘEBUJEME STROJOVÉ VIDĚNÍ V NDT?

Advanced Technology Group s.r.o.

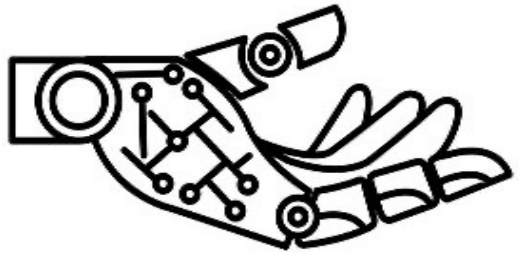
Production & Equipment

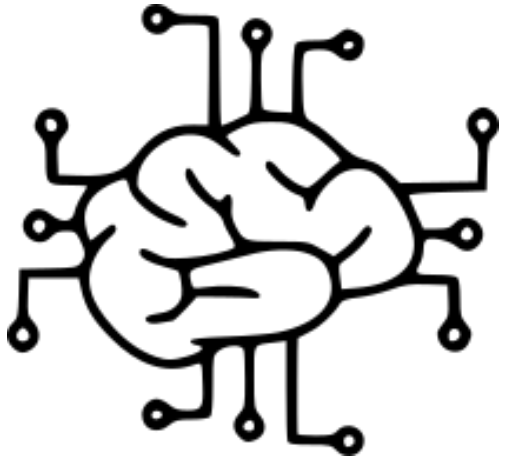
- Spolehlivost a zkvalitnění NDT
  - Omezení chyb obsluhy
- Opakovatelnost procesu, konzistentnost vyhodnocování
- Efektivita procesu
  - Úspora lidské síly
    - Omezení rutinní/nepříjemné práce
    - Náhrada dlouhodobě chybějícího personálu
  - Vysoká produktivita procesu

Z ČEHO SE SYSTÉMY STROJOVÉHO VIDĚNÍ V NDT SKLÁDAJÍ?

Advanced Technology Group s.r.o.

- Automatická manipulace s dílem
  - Jednoduché pásové dopravníky
  - Osové manipulátory
  - Složité robotické systémy
- Kamerový/vision systém
- Software pro automatické vyhodnocení



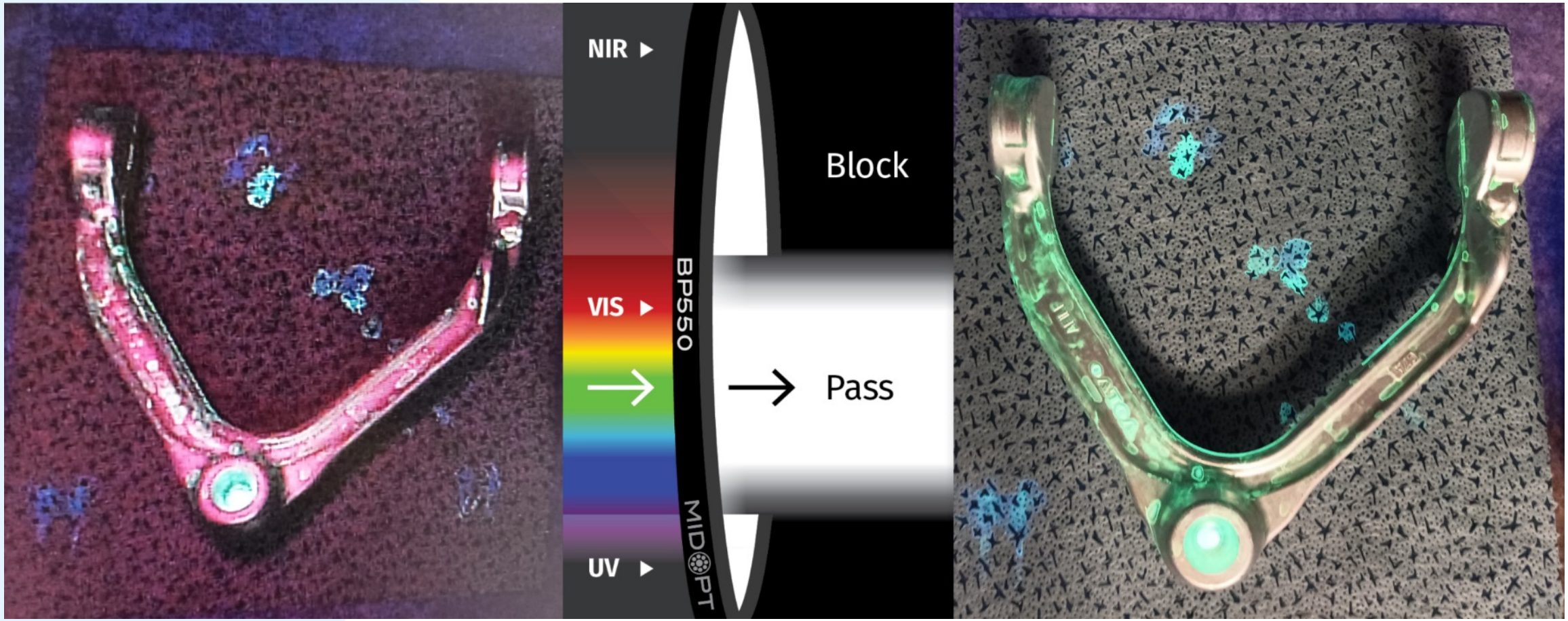


VISION SYSTÉM PRO NDT

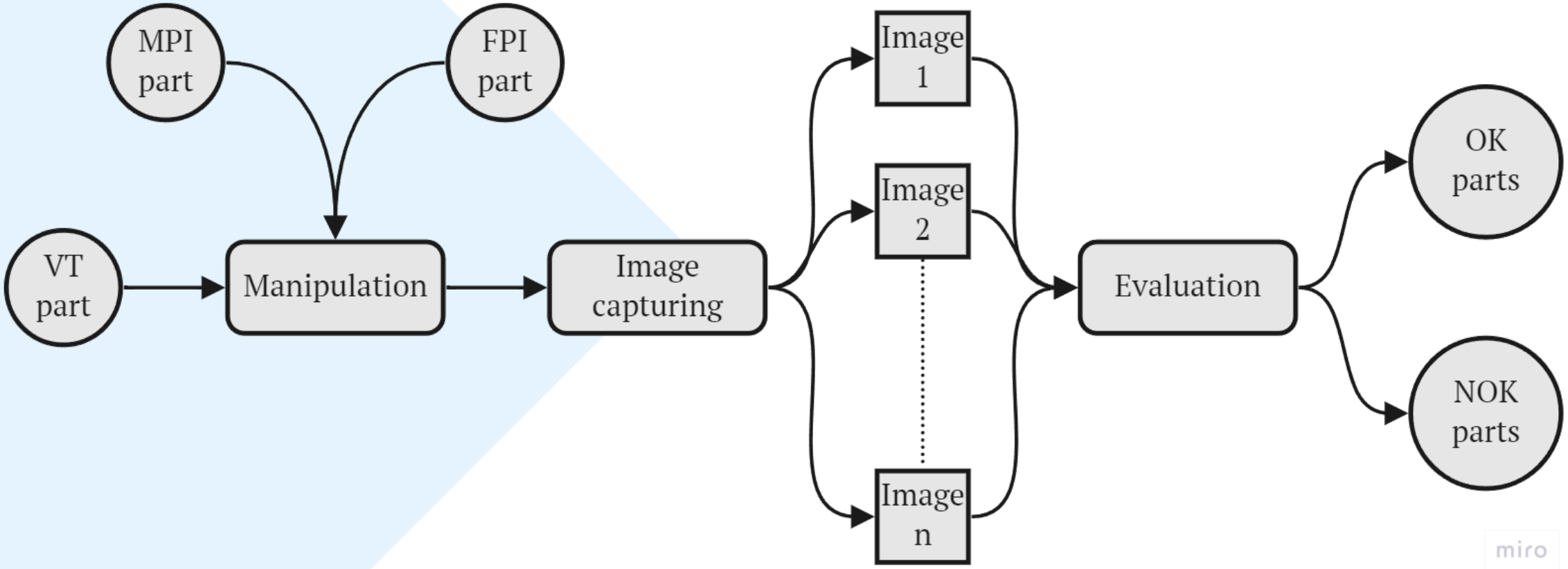
- Kamera
  - Plošná
  - Řádková
- Objektiv
- Optický filtr
- Výběr světla na základě NDT metody:
  - Bílé/monochromatické
  - UV - 365 nm

FUNKCE OPTICKÝCH FILTRŮ

Advanced Technology Group s.r.o.

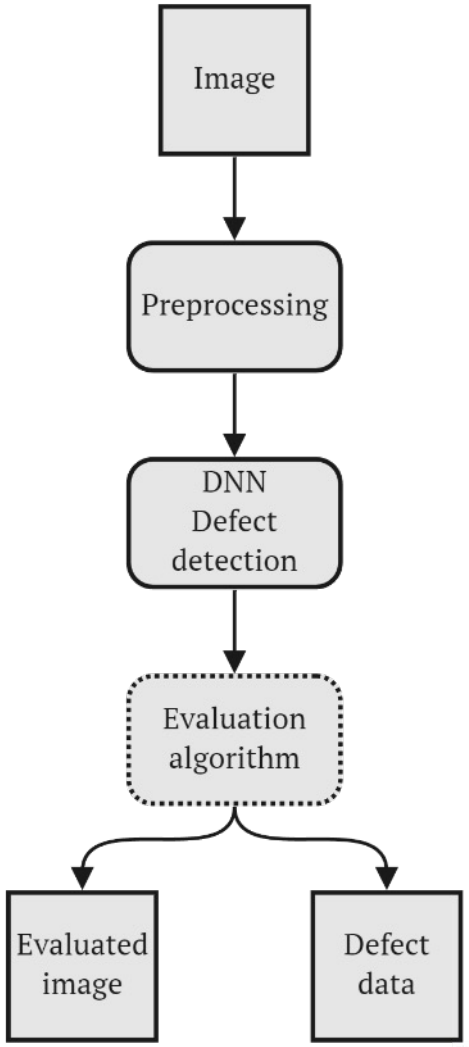


ADR PROCES V NDT



VYHODNOCENÍ

- Algoritmy založené na DNN (IP nefungoval)
  - Detekce
  - Segmentace
  - Detekce anomálií
- Přizpůsobení konkrétní aplikaci
- Klasifikace indikací
  - Zpracování výsledků z DNN na základě norem a akceptačních kritérií



KLASIFIKACE INDIKACÍ PODLE NOREM

Advanced Technology Group s.r.o.

13 Klasifikace indikací

Platí následující pravidla (viz obrázek 1):

a) Indikace se považuje za jednotlivou indikaci, pokud neleží v jedné linii s jinými indikacemi, nebo pokud je v jedné linii s nimi, ale je od nich vzdálena více než pětinásobek délky delší z obou pozorovaných indikací.

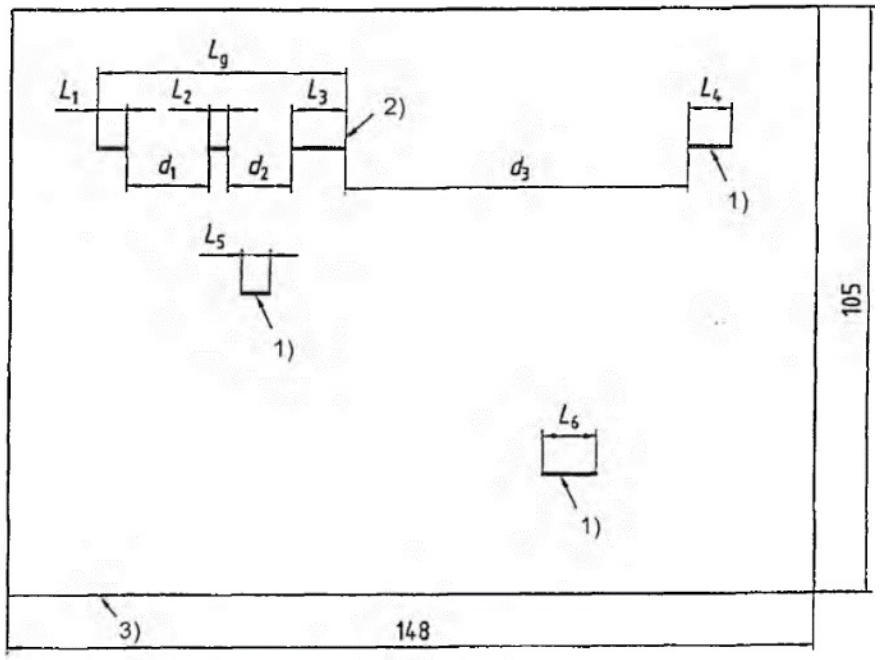
b) Souvislé indikace jsou dvě (nebo několik) indikací v jedné linii, které se pro účely hodnocení musí považovat za souvislou délku, pokud jejich vzdálenost je menší než je pětinásobek délky delší z obou pozorovaných indikací. Délka souvislých indikací se měří jako vzdálenost mezi okraji dvou nejvzdálenějších vnějších indikací v jedné linii.

c) Za celkovou délku indikací se považuje součet délek všech indikací zjištěných na referenční ploše (148 mm x 105 mm, tj. formát A 6).

POZNÁMKA Indikace necelistvosti u výkovků jsou obvykle lineární. Tato evropská norma proto uvažuje pouze lineární indikace, tj. takové, jejichž délka je nejméně třikrát větší než šířka.

d) Pracovník musí provést všechna opatření a pozorování, potřebná k vyloučení všech nepravých indikací.

POZNÁMKA Nepravé indikace mohou vzniknout během zkoušení v důsledku vedlejších jevů, jako je magnetický záznam, změny průřezu, nebo na hranicích zrn materiálů s různými magnetickými vlastnostmi.



Tabulka 2 - Třídy jakosti, úroveň pro registraci a kritéria přípustnosti

Parametr	Třída jakosti			
	1	2	3[1)]	4[2)]
Úroveň pro registraci, délka indikací, mm	≥ 5	≥ 2	≥ 2	≥ 1
Největší přípustná délka L jednotlivých indikací, popř. největší přípustná délka L_g souvislých indikací, mm	20	8	4	2
Největší přípustná celková délka indikací na referenční ploše, mm	75	36	24	5
Největší přípustný počet registrovaných indikací na referenční ploše	15	10	7	5

Testing & Inspection

MAGNETIC PARTICLE TESTING
VISUAL
ET
QUALITY CONTROL
RTG
TESTING OF COMPOSITE STRUCTURES
Advanced Technology Group s.r.o.
WHEELS
INNOVATION
TPG
IR
COMPLETE SOLUTION
PENETRANT TESTING
LT
FPI
WRITTEN PRACTICE
SOLUTION
NDT
INSPECTION
MPI
TRAINING COURSES
THERMOGRAPHY
ASME
QUALIFICATION
PIPING
X-RAY
UNIMAG
ULTRASONIC TESTING
MANUFACTURING
AXLES
MANUFACTURING
DIGITAL RADIOGRAPHY
AEROSPACE
CERTIFICATION
EASA PART 145
RAILWAYS
EN4179 / NAS410
OIL & GAS
POWER
PRESSURE EQUIPMENT
SNT-TC-1A
TPI
R&D
PHASED ARRAY
LEAK TESTING
ISO 9712
NADCAP
PRESSURE VESSELS

ADR V PRAXI

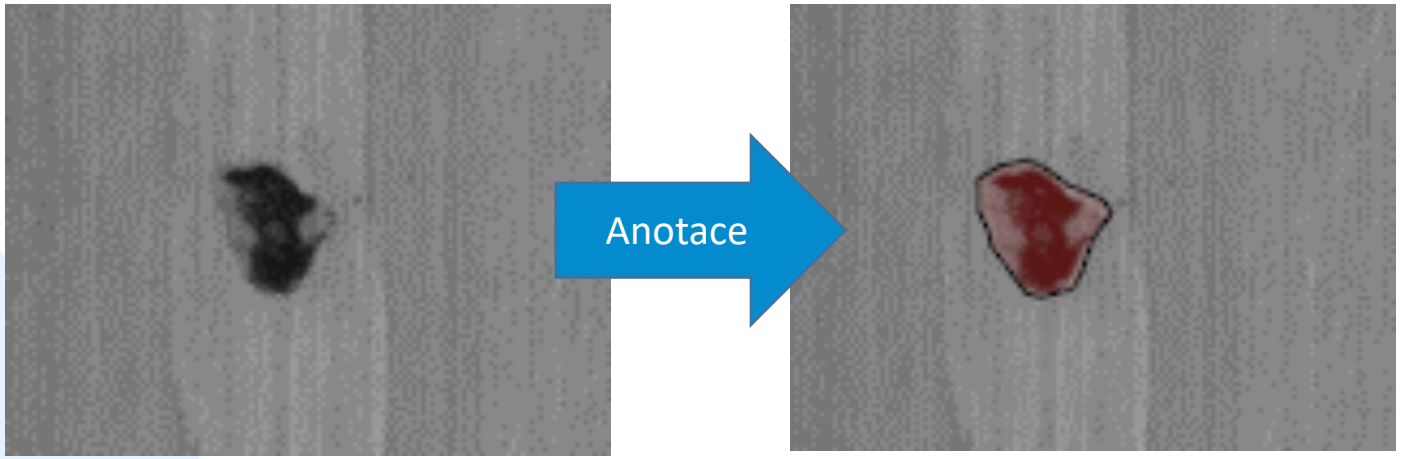
INTEGRACE SYSTÉMŮ ADR DO PROCESU

Advanced Technology Group s.r.o.

- Sběr vhodných defektních dílů
  - Nejdůležitější a nejsložitější část
  - Výzva – výroba umělých idikací hw/sw
- Studie proveditelnosti
  - Hledáme správnou cestu pro konkrétní aplikaci
  - Navrhneme:
    - Kameru a další optické elementy
    - Správné nasvícení (úhel, typ světla, intenzita, barva)
    - Počet expozic pro nasnímání jednoho dílu
    - Způsob manipulace s objektem/snímací soustavou

INTEGRACE SYSTÉMŮ ADR DO PROCESU

Advanced Technology Group s.r.o.



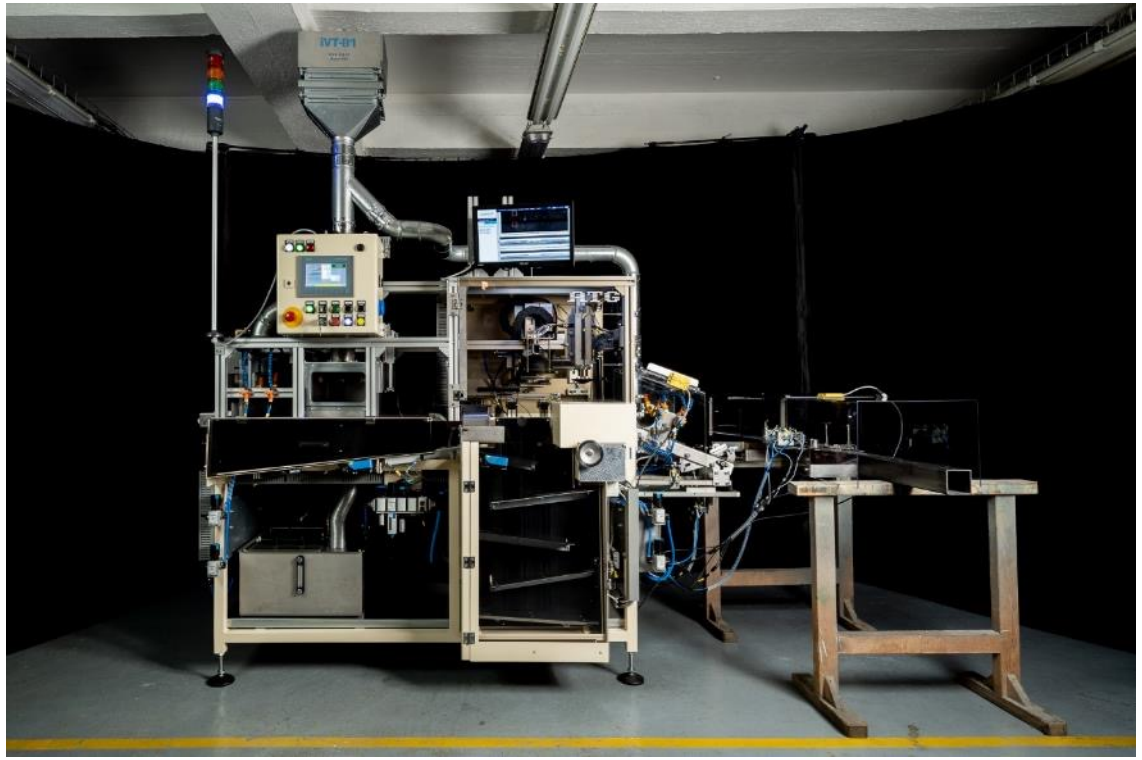
- Nasnímání všech dílů
- Anotace indikací
- Trénování
- Nasazení ADR do procesu v testovacím režimu
  - Současný provoz ADR systému a vyhodnocení operátorem po určitou dobu
  - Dodatečné anotace
  - Přetrénování s novými snímky až do požadované přesnosti

PROJEKTY STROJOVÉHO VIDĚNÍ V ATG

iVT – B1

AUTOMATICKÁ VISUÁLNÍ INSPEKCE LOŽISKOVÝCH KROUŽKŮ S VYUŽITÍM STROJOVÉHO VIDĚNÍ

- Vývoj, konstrukce a výroba v ATG
- Plně automatický stroj
  - Součást plně automatické výrobní linky ložiskových kroužků
  - Částečné ruční přeseřízení na jiný typorozměr
- Hlavní funkce
  - Takt 11 s
  - Automatická dělička
  - Třídění OK a NOK dílů
  - Konzervace OK dílů
  - Kontrola kroužků různých rozměrů
- Automatické vyhodnocování s využitím NN
  - Spolupráce s partnerskou firmou
- Pravidelná kontrola způsobilosti stroje
  - Sada OK i NOK etalonů



iVT – B1

Advanced Technology Group s.r.o.

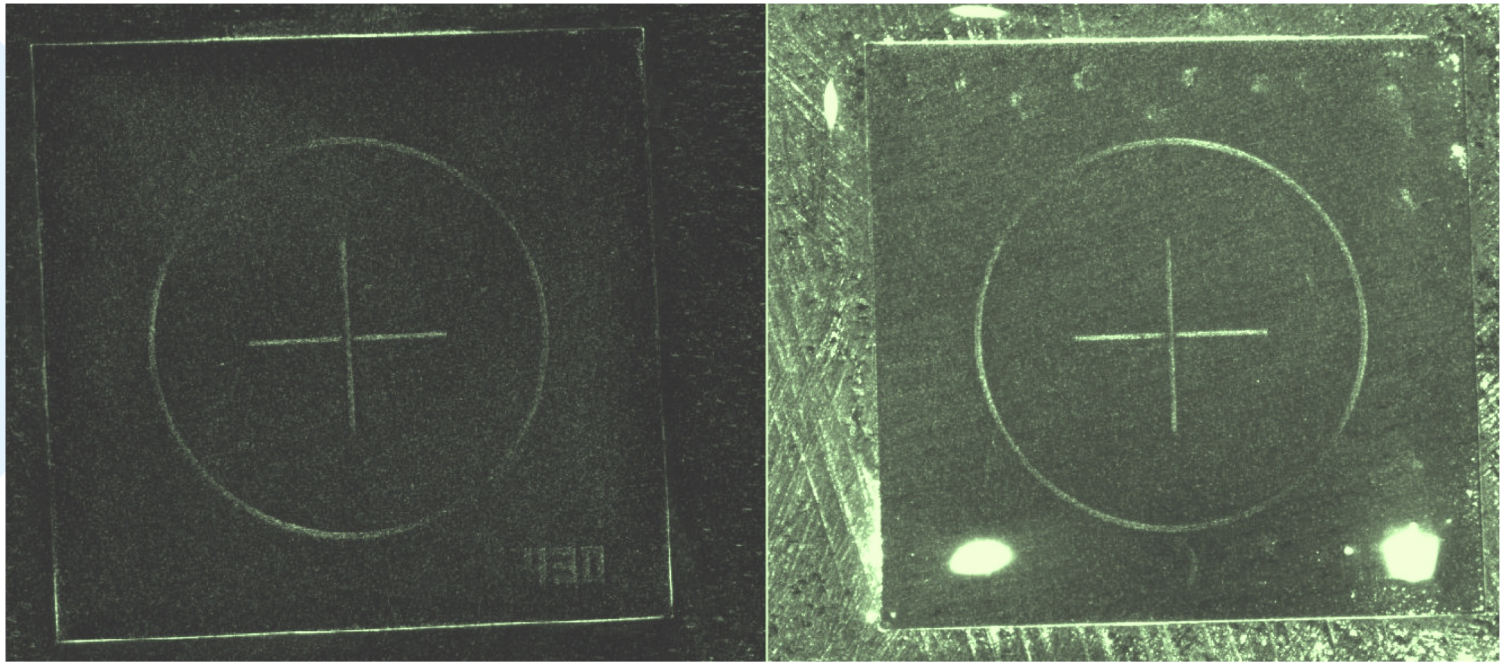
Outside Agency Services

AUTOMATICKÁ DETEKCE INDIKACÍ PRO METODY MPI A FPI

Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

- Dlouhodobý vývojový projekt ve spolupráci s FIT
- Výzvy oproti visuální kontrole
  - Mokrý povrch dílů
  - Nerovnoměrná distribuce suspenze/penetrantu
  - Nízký kontrast indikace/pozadí
  - Množství falešných indikací
  - Vývoj speciální UV lampy



ADR – MPI

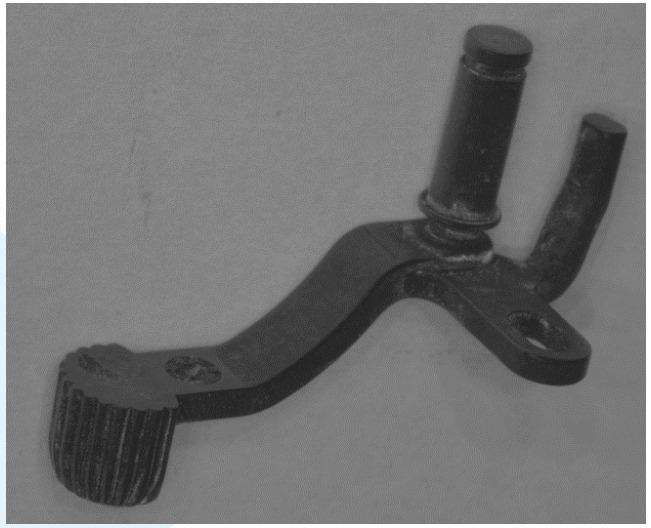
Advanced Technology Group s.r.o.

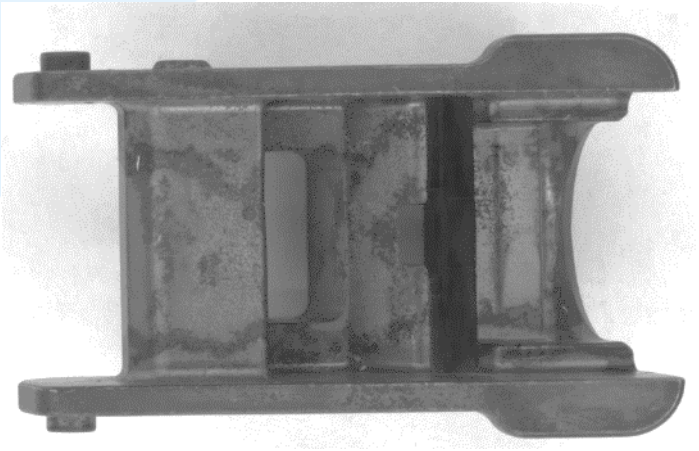
ADR – MPI, PŘÍKLADY

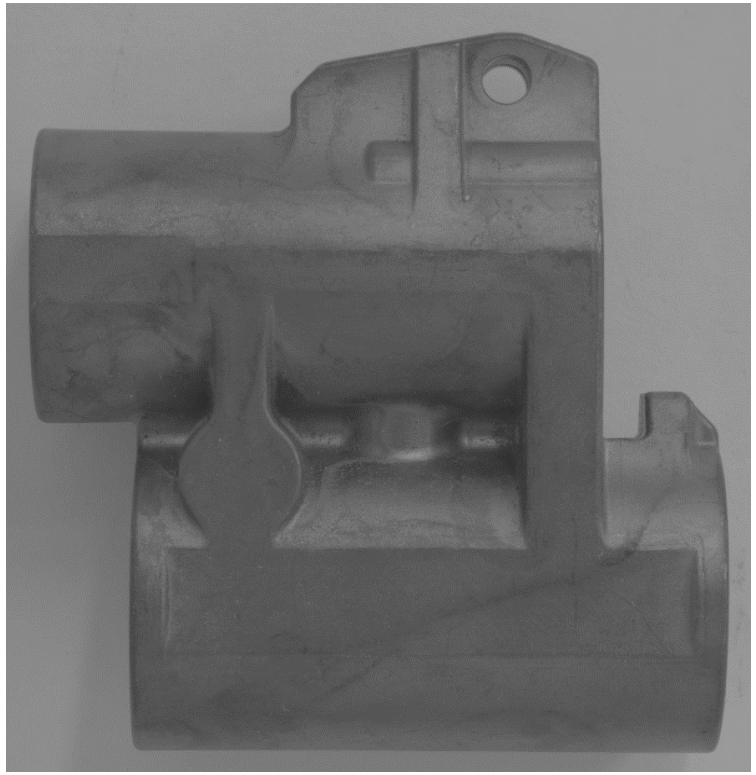
Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

- Zbrojní průmysl
  - Malé kovové díly vyrobené metodou MIM (metal injection moulding)
  - Tvarově komplikované
    - Ostré hrany způsobující falešné indikace
  - Probíhá FS



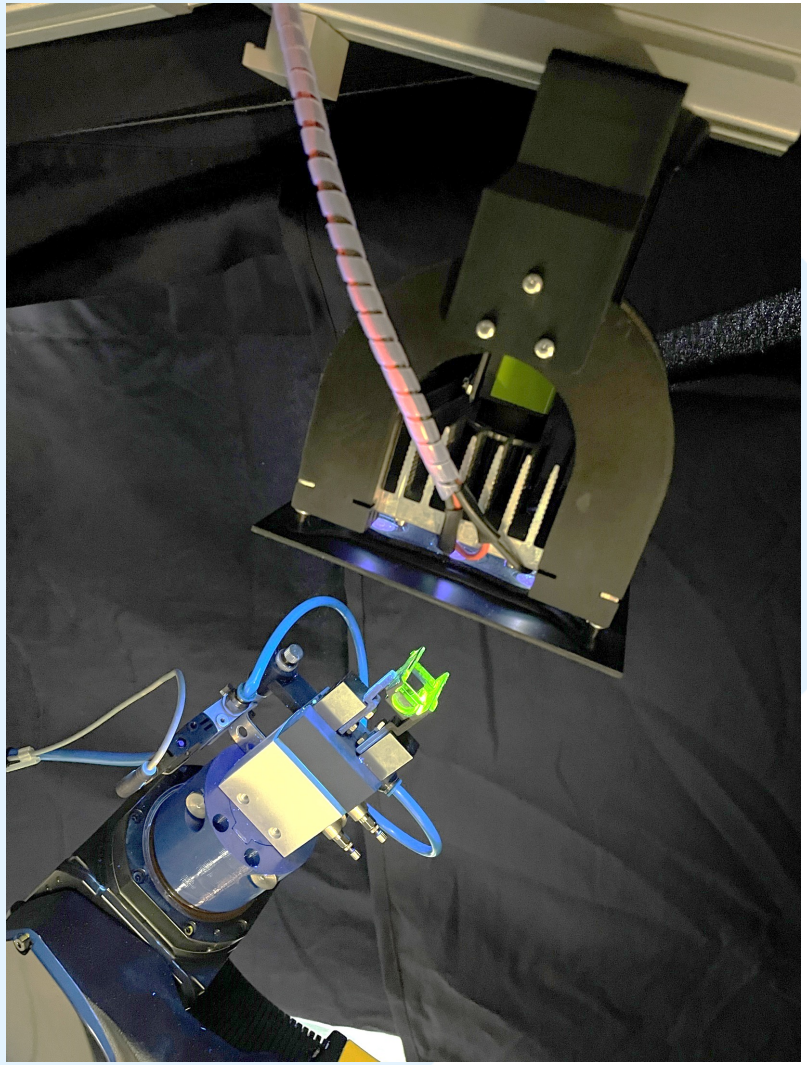


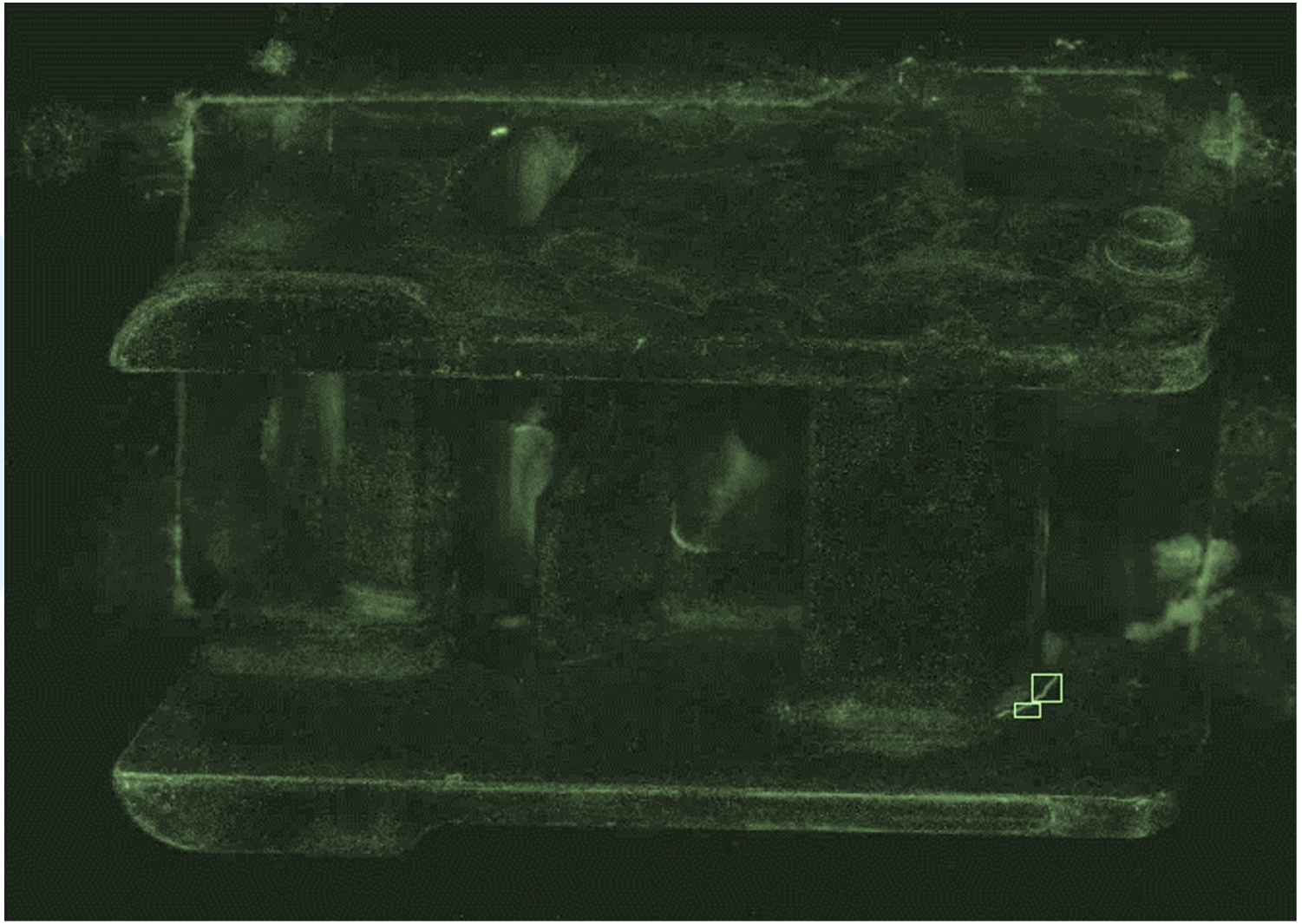


ADR – MPI, PŘÍKLADY

Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment



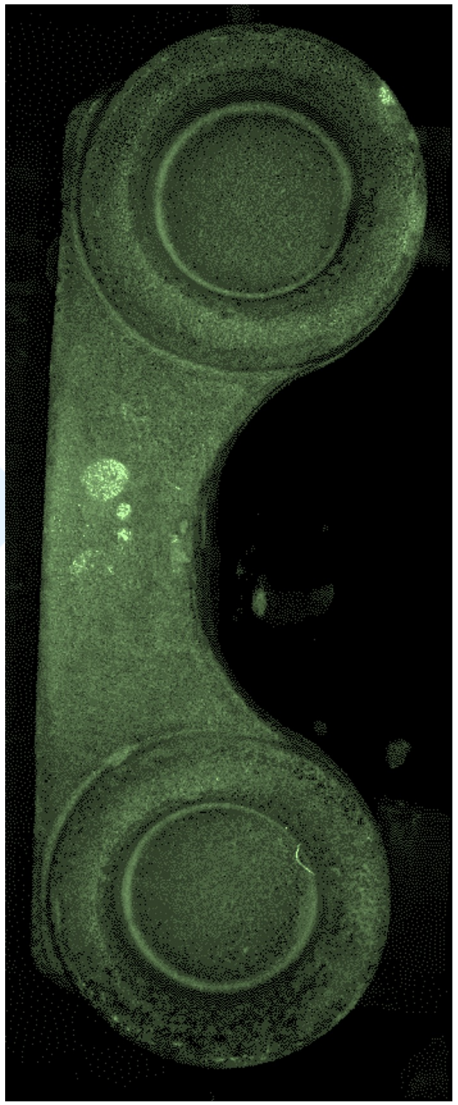


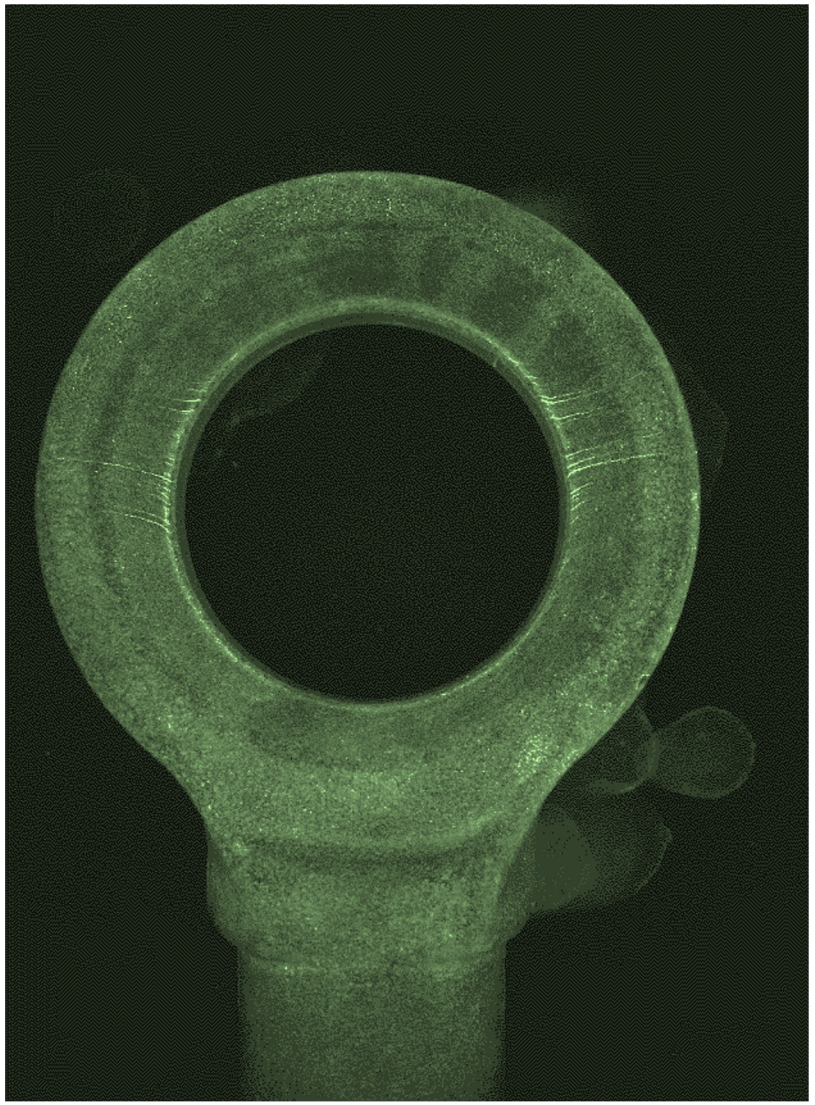
ADR – MPI, PŘÍKLADY

Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

- Výkovky
  - Automobilový průmysl
  - Střední díly jednoduchých až komplikovanějších tvarů
  - Menší množství falešných indikací



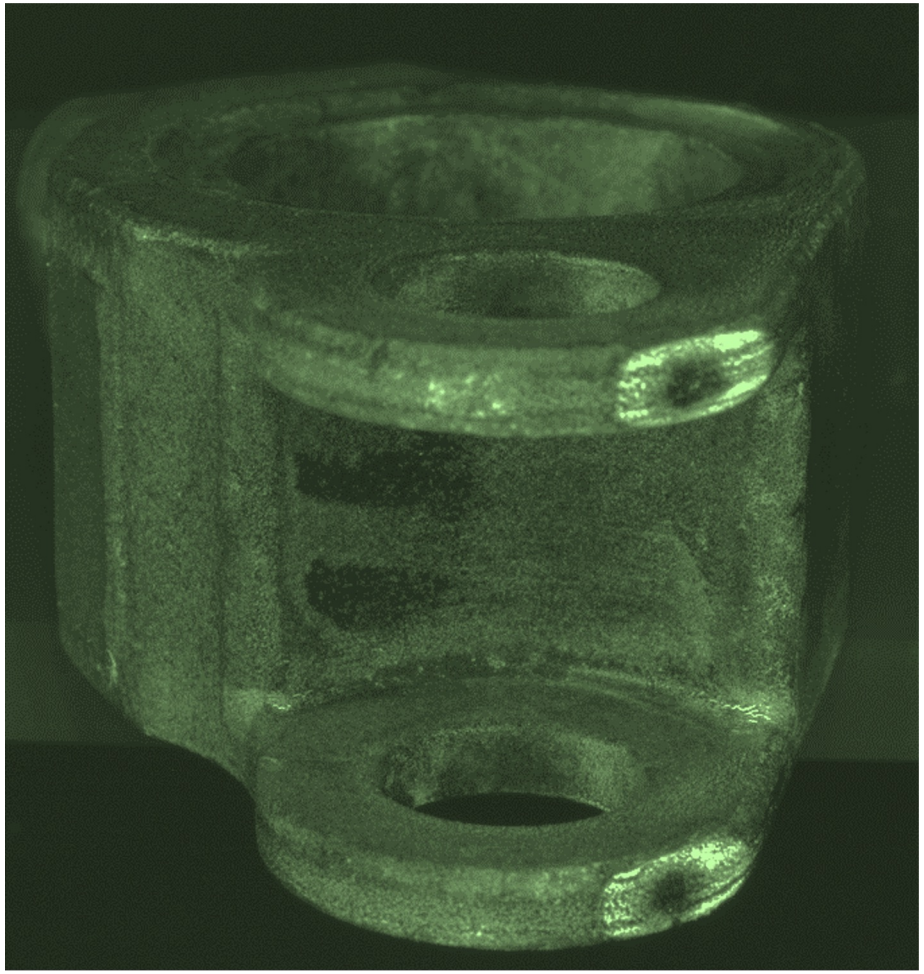


ADR – MPI, PŘÍKLADY

Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

- Slévárenské výrobky
  - Automobilový, zbrojní, potravinářský a další průmysl
  - Menší až větší díly jednoduchých až komplikovanějších tvarů

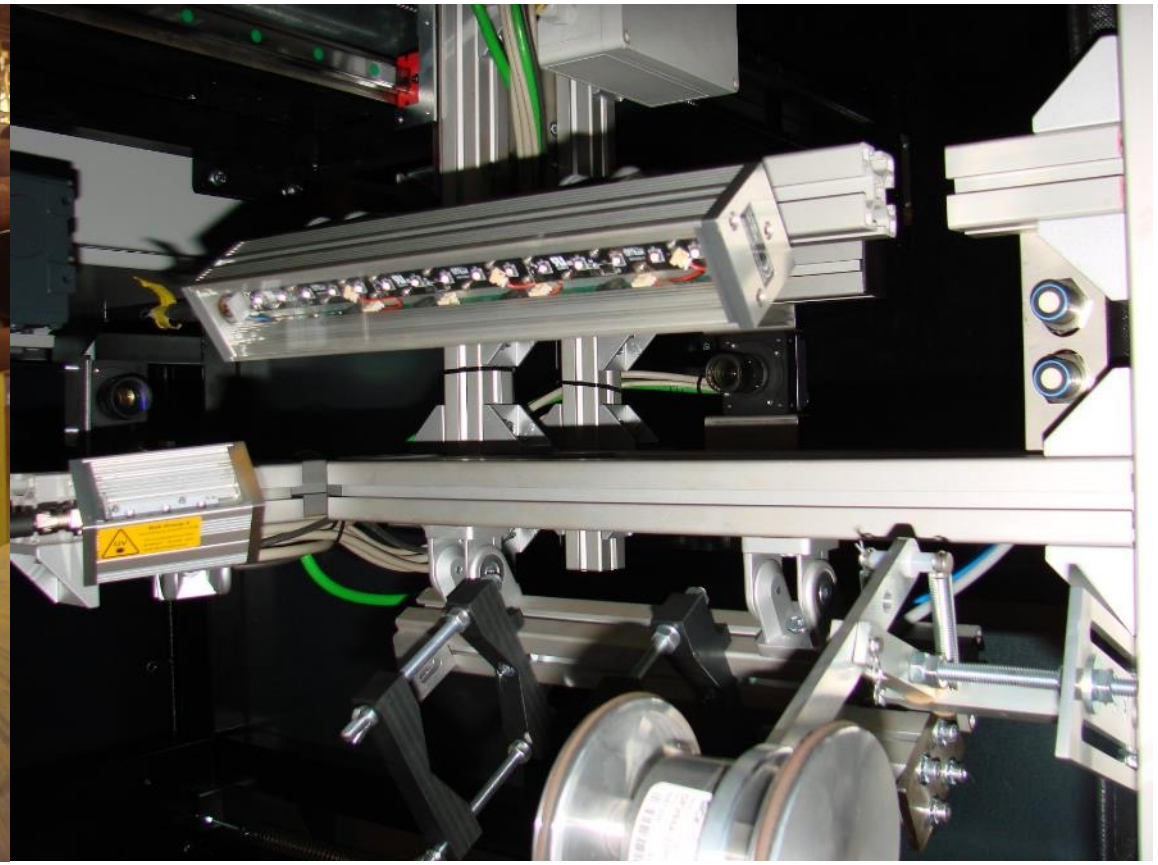


MPI, PŘÍKLADY

Advanced Technology Group s.r.o.

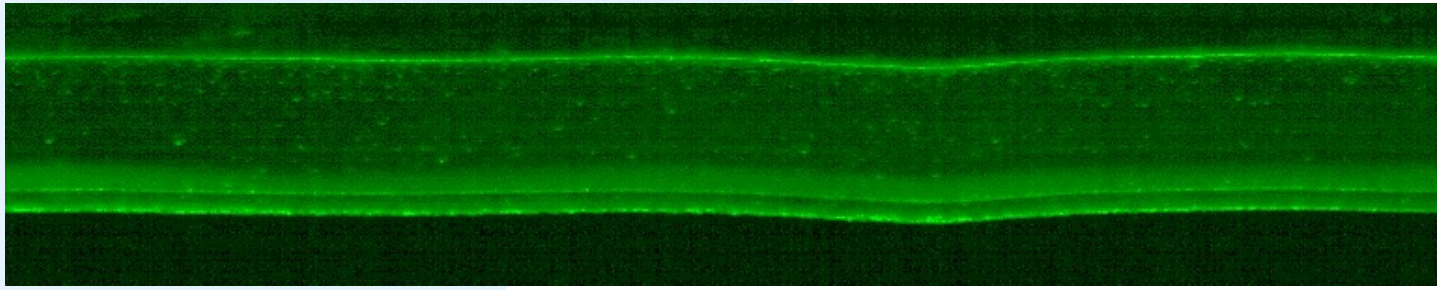
Production & Equipment

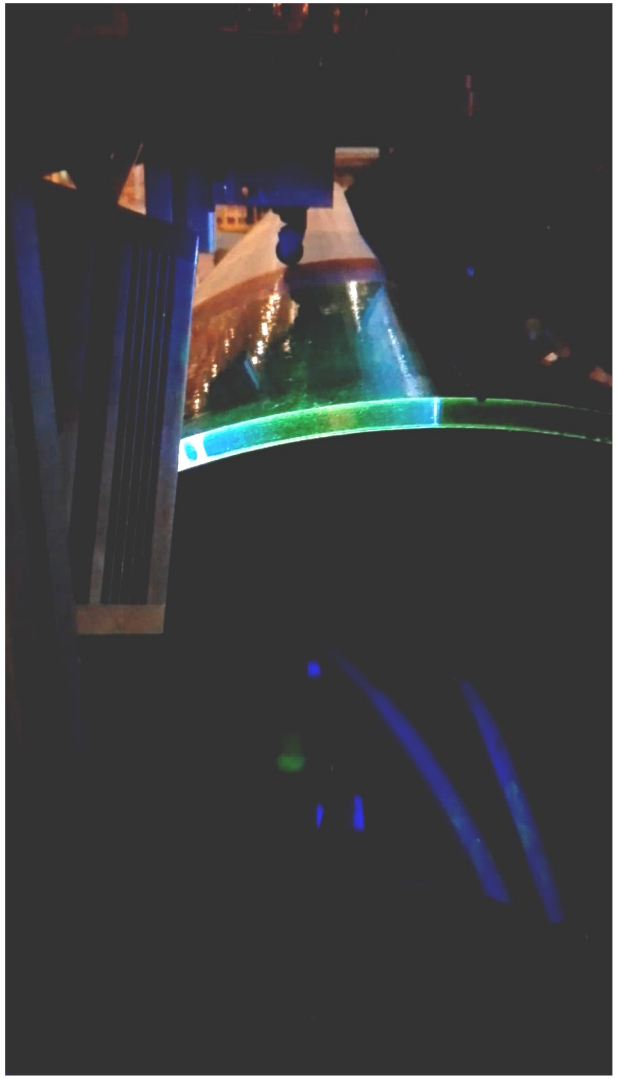
- Energetický průmysl
  - Energovody
  - Kamerová kontrola konců trubek



MPI, PŘÍKLADY

- Energetický průmysl
  - Energovody
  - Kamerová kontrola konců trubek
  - Obsluha kontroluje na svém stanovišti
  - Potenciál pro rozšíření na automatickou detekci



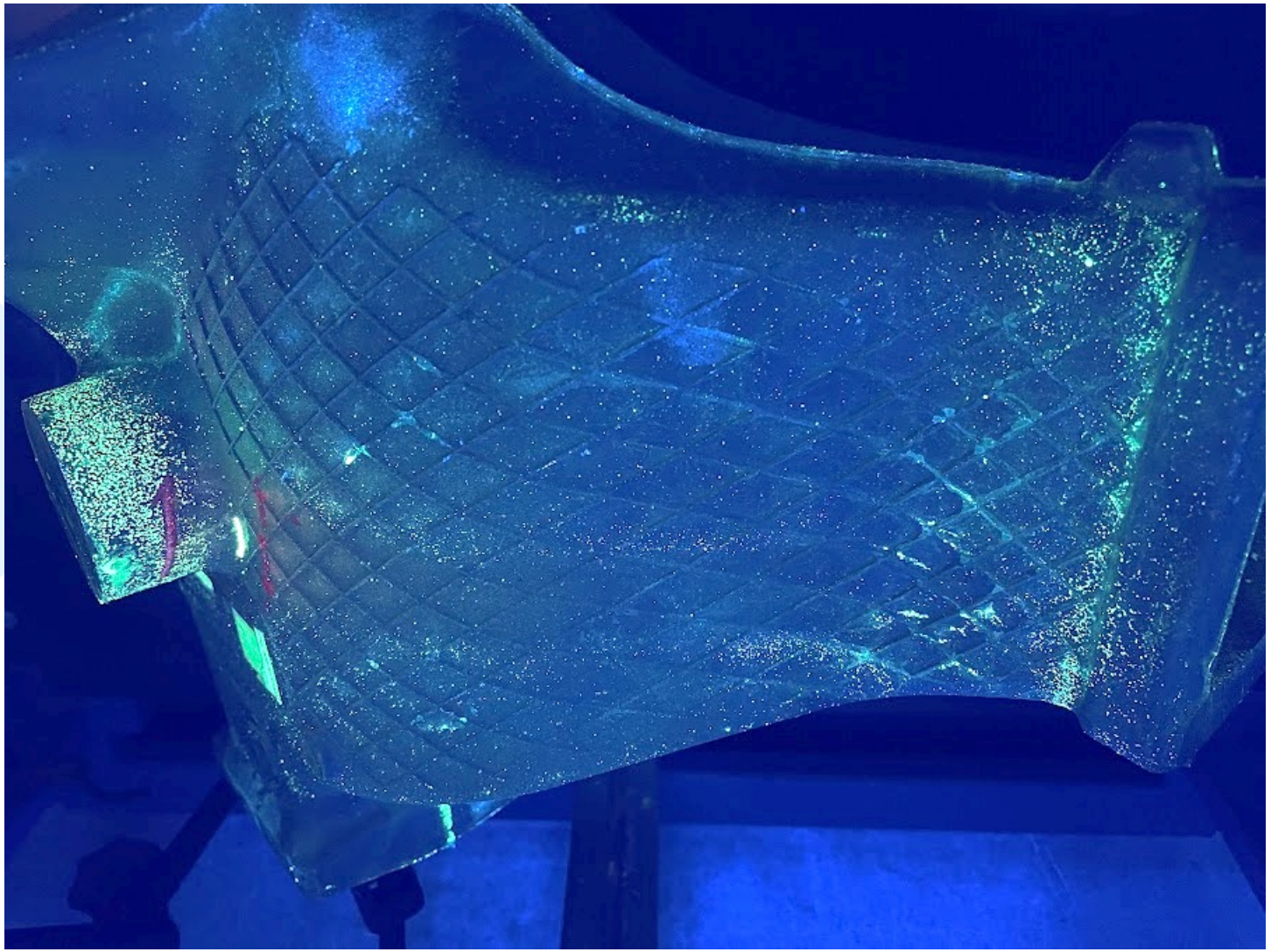


ADR – FPI, PŘÍKLADY

Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

- Hliníkové odlitky
  - Automobilový průmysl
  - Větší díly komplikovaných tvarů
  - Probíhá FS

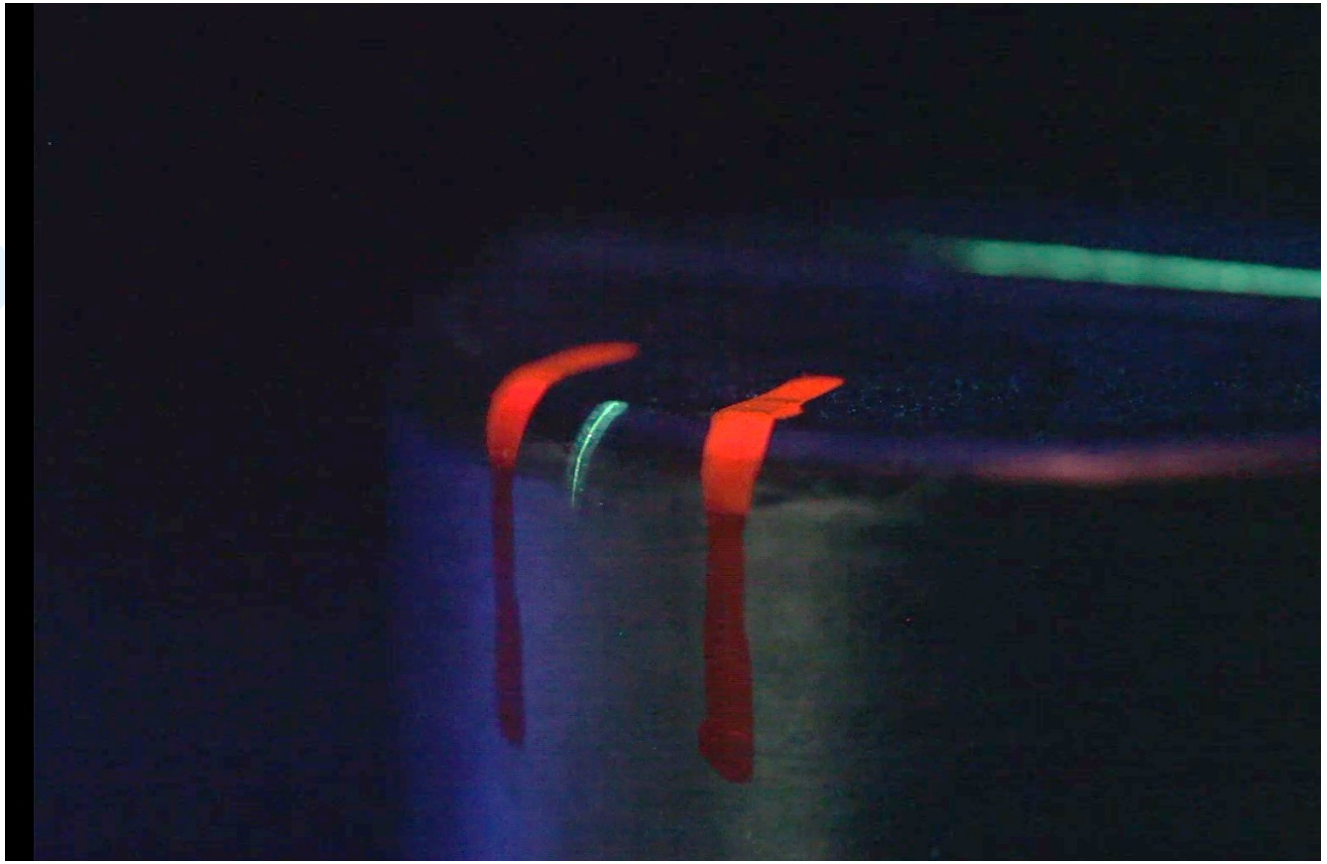


FPI, PŘÍKLADY

Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

- Strojmetal Kamenice
  - Automobilový průmysl
  - Hliníkové výkovky

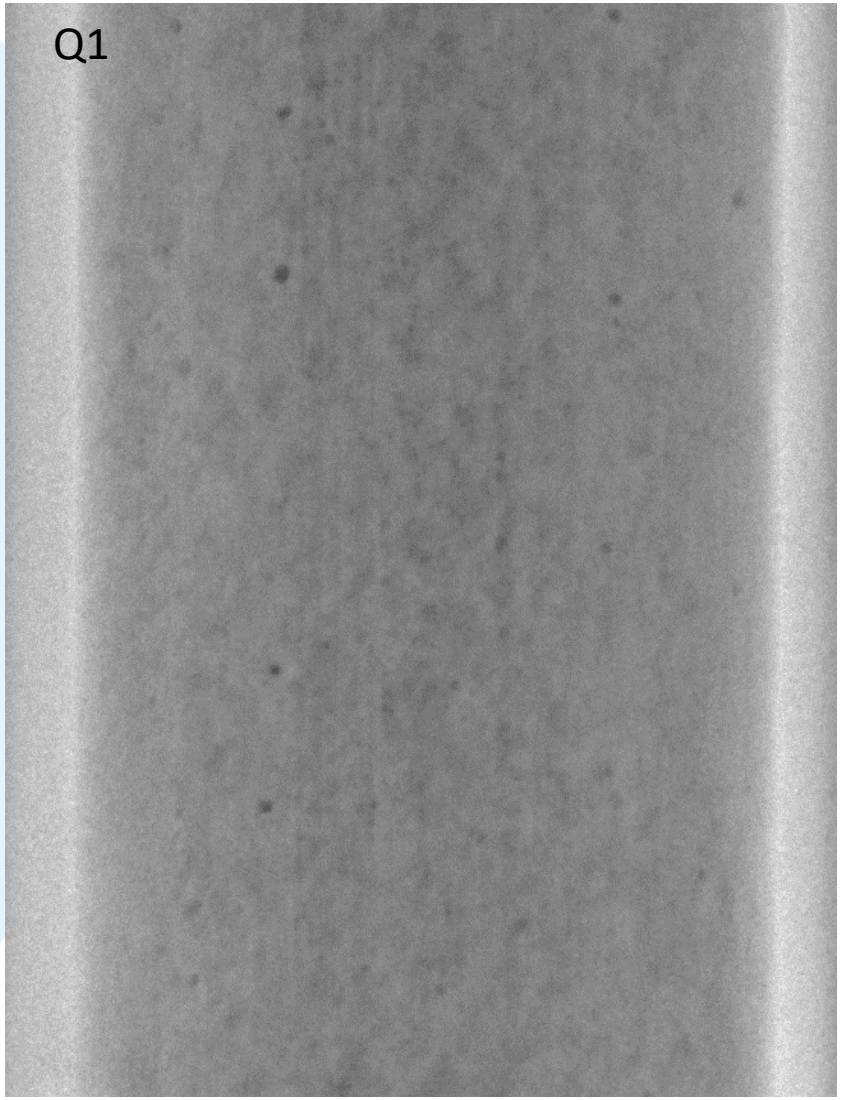


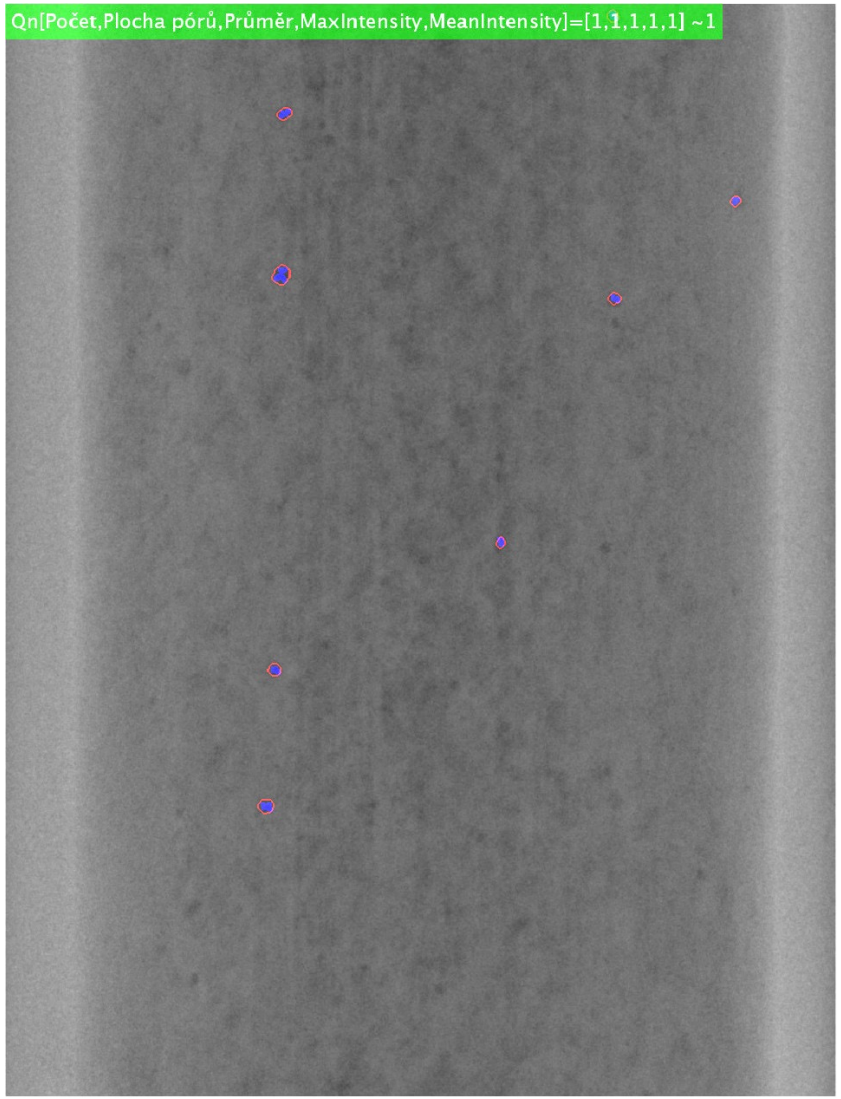
DETEKCE DŮLKOVÉ KOROZE NA RTG SNÍMCÍCH

Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

- Spolupráce s FJFI
- Mondi Štětí a.s.
- Vysokotlaké kotle
- Standardně – metoda porovnávání s etalony (Q1 – Q5) -> Image processing -> strojové učení





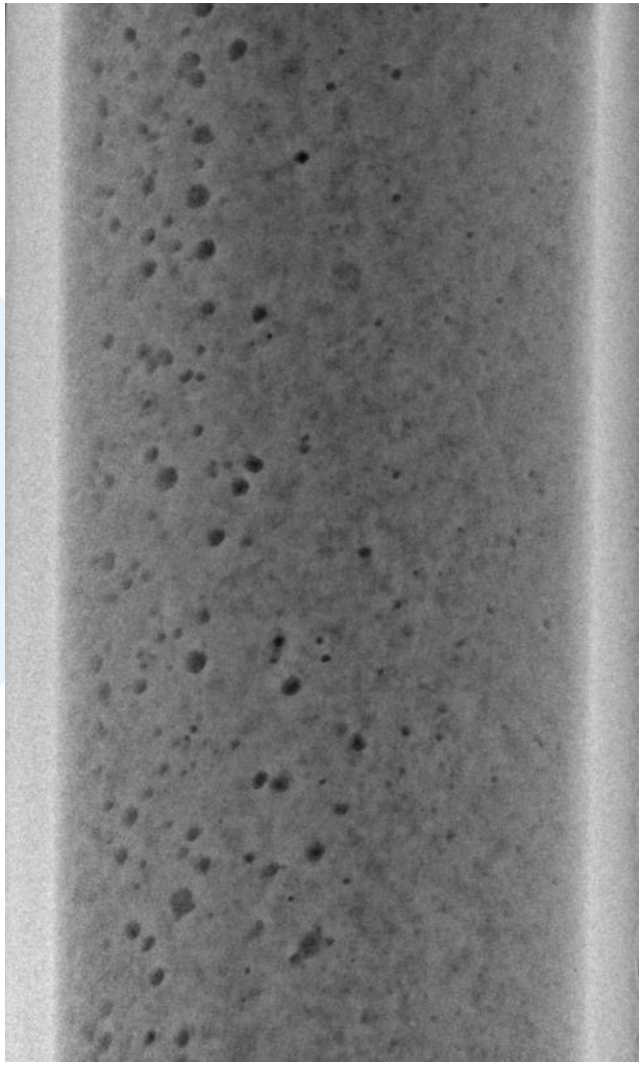
DETEKCE DŮLKOVÉ KOROZE NA RTG SNÍMCÍCH

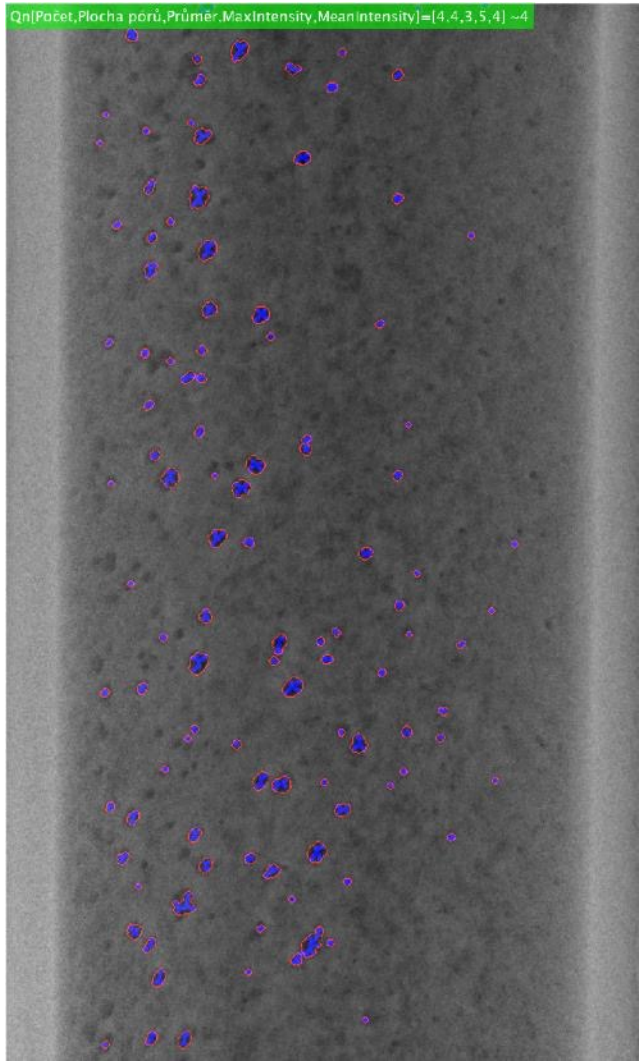
Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

- Spolupráce s FJFI
- Mondi Štětí a.s.
- Vysokotlaké kotle
- Standardně – metoda porovnávání s etalony (Q1 – Q5) -> Image processing -> strojové učení

Q5





STROJOVÉ VIDĚNÍ JAKO PROSTŘEDEK K PLNÉ AUTOMATIZACI

Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

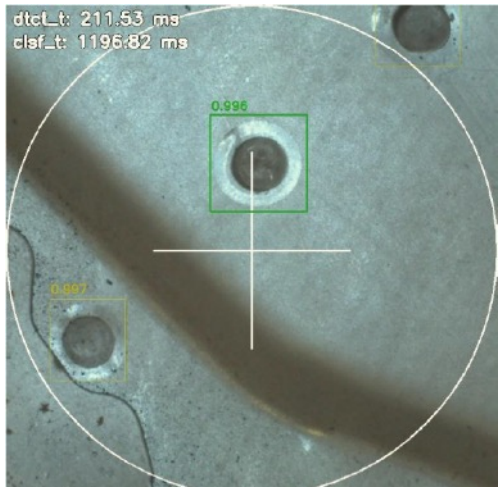
- Ostatní NDT metody
  - Ultrazvuková metoda (UT)
  - Metoda vířivých proudů (ET)
- Lokalizace dílů pro odebrání robotem
  - Bin Picking aplikace
- Lokalizace testovaných elementů při robotických aplikacích
  - Bodové svary (UT)
    - Karoserie – Škoda Auto a.s.
  - Nýty (ET)
    - Letecké společnosti, výrobci letadel
      - Boeing, Airbus, Leonardo Helicopters

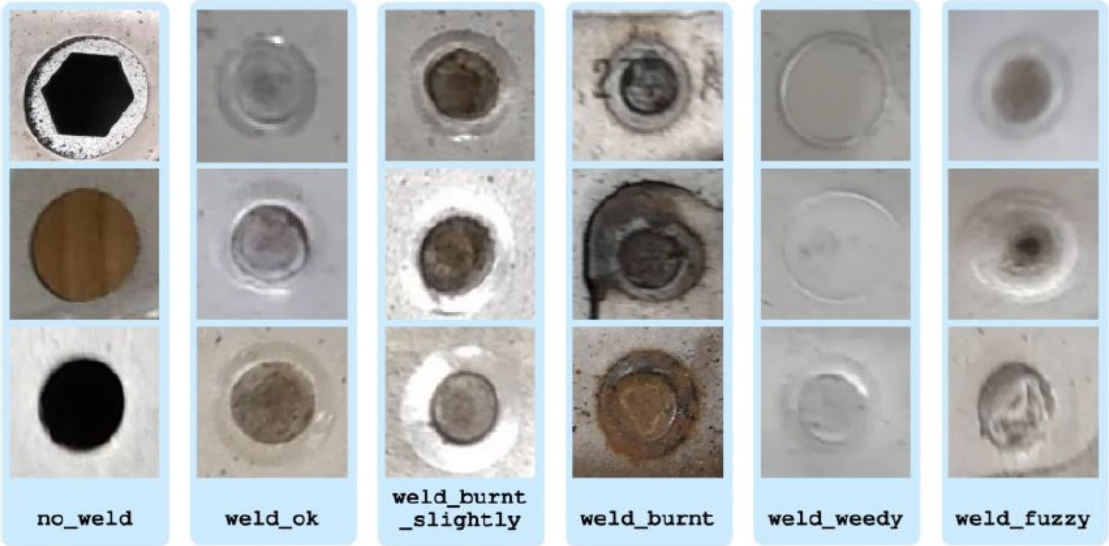
PROJEKT NAVIGACE ROBOTA

Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

- Dlouhodobý projekt ve spolupráci s CIIRC
- Robotické zkoušení bodových svarů pomocí ultrazvukové metody
- Robotické zkoušení nýtů pomocí metody vířivých proudů
- Strojové vidění v projektu
  - Přesná lokalizace svaru/nýtu pro přesné navedení sondy
  - Klasifikace svarů a nýtů podle vzhledu
    - Detekce vizuálních vad
- Automatické vyhodnocení UT výstupu



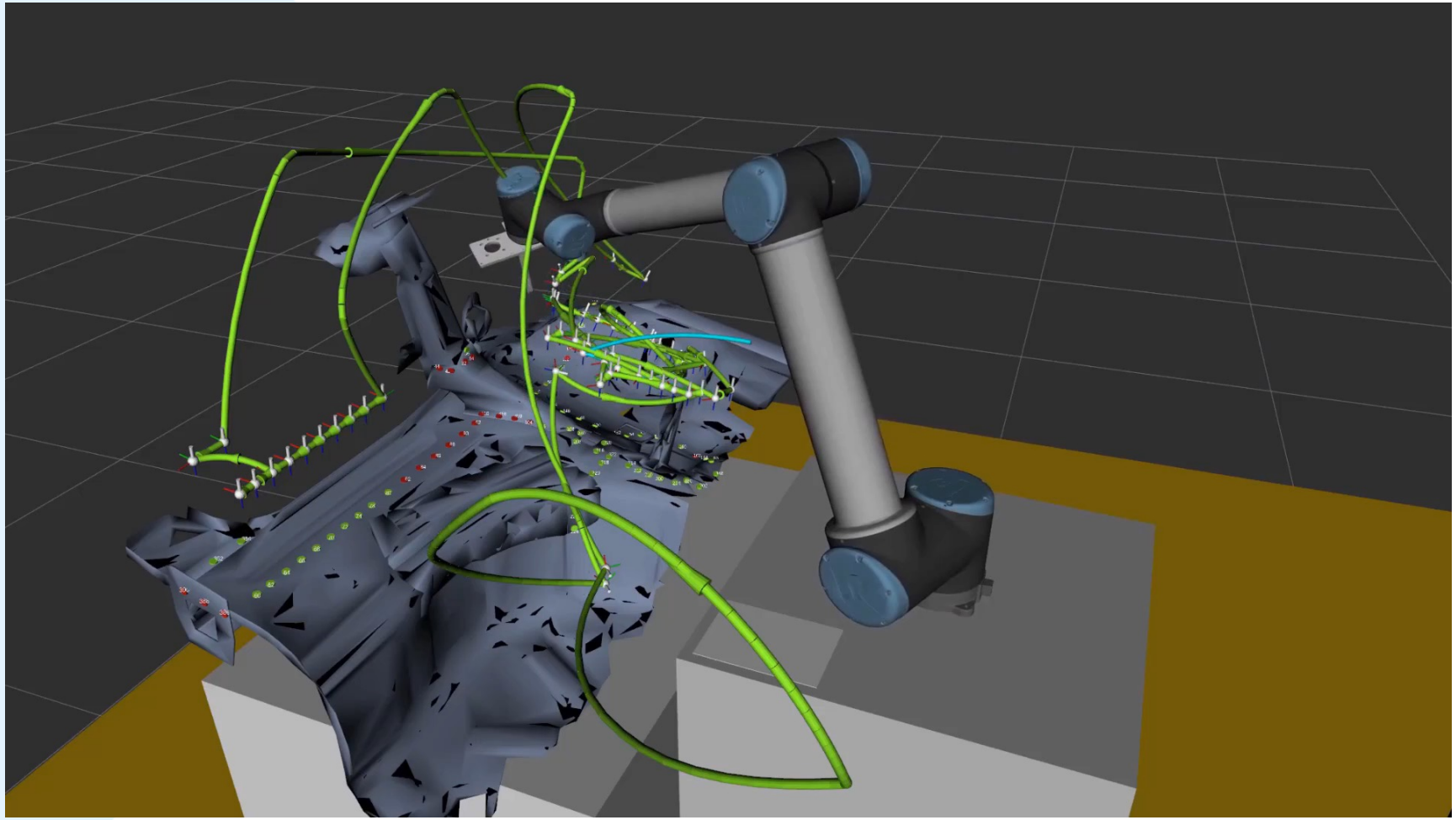


PROJEKT NAVIGACE ROBOTA

Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

- Plánování trajektorie podle 3D modelu

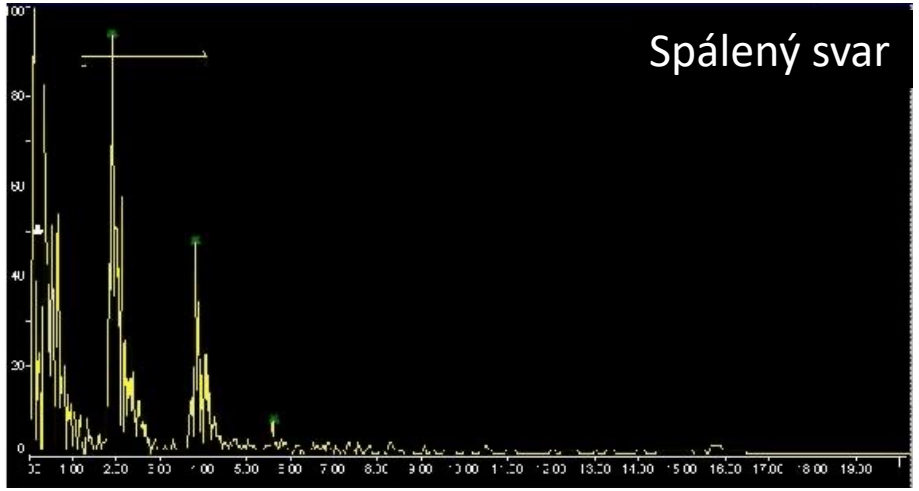


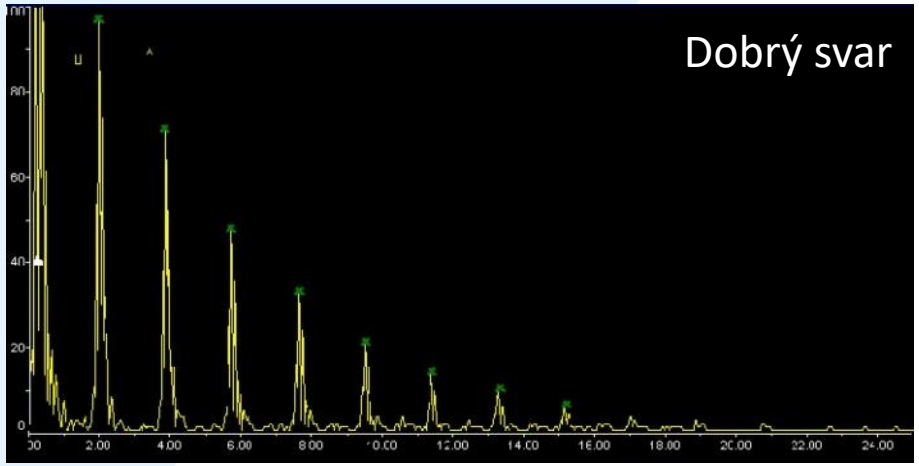
VYHODNOCENÍ VAD BODOVÝCH SVARŮ PODLE PRŮBĚHU UT SIGNÁLU

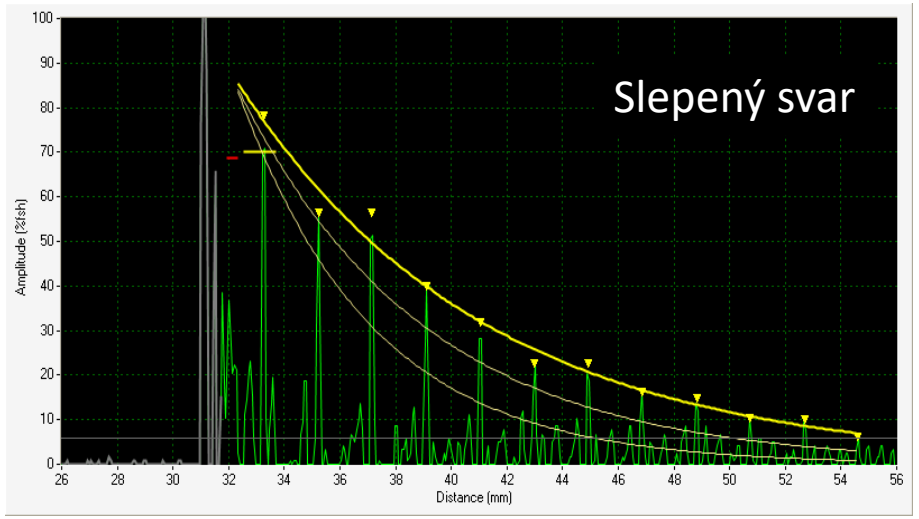
Advanced Technology Group s.r.o.

Production & Equipment

- Slabý svar
- Slepený svar
- Vady (póry) ve svaru
- Spálený bod
- …

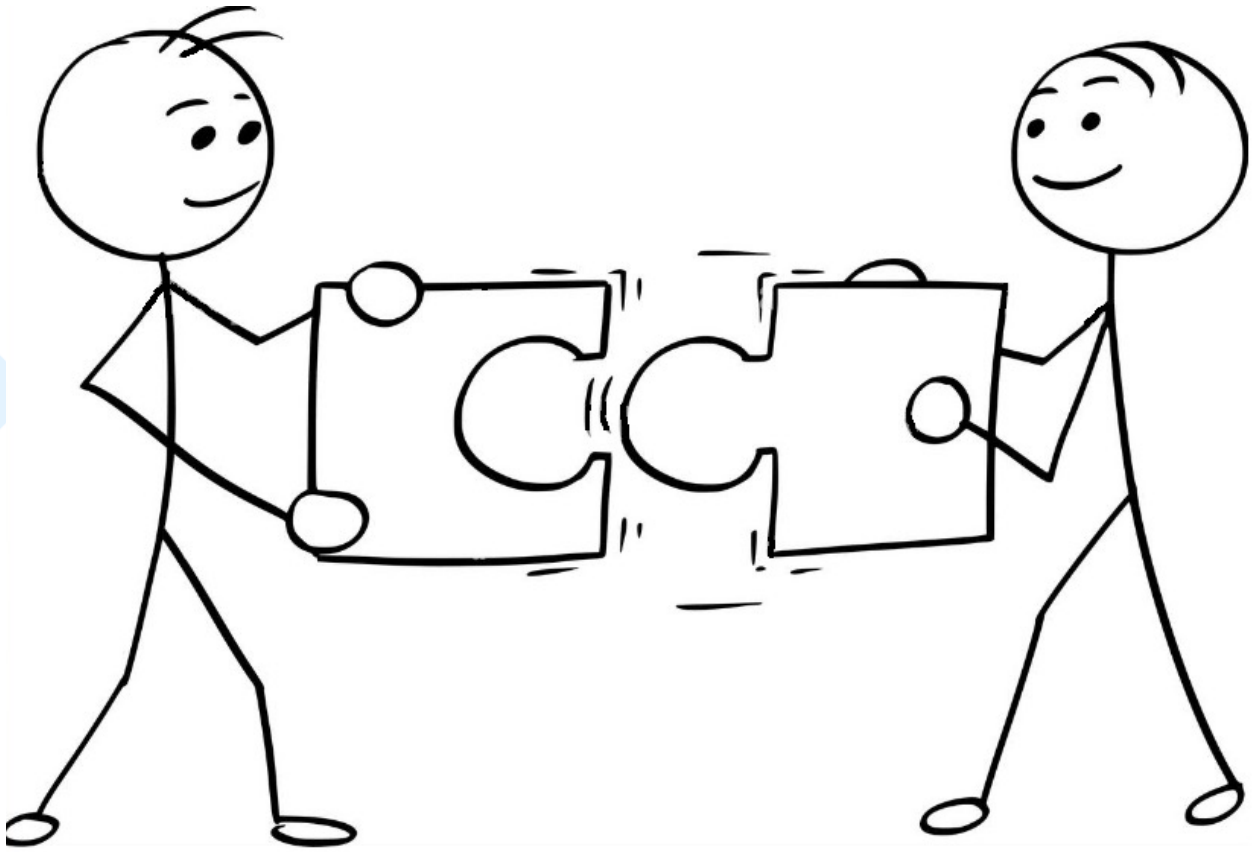






SPOLUPRÁCE

- Univerzity
  - ČVUT – FIT
  - CIIRC
  - TUL
  - ČVUT – FJFI
  - ČVUT – FEL
  - Západočeská uni
- Výzkumné organizace
  - VZLÚ
- Komerční partneři
  - Cognexa
  - Iterait



NADCHÁZEJÍCÍ PROJEKTY

Advanced Technology Group s.r.o.

- Vývojové
  - iMT pracoviště – plná automatizace metody magnetické práškové
- Komerční
  - Plně automatická robotická MPI linka pro zbrojní firmu
  - Plně automatická robotická FPI linka – hliníkové odlitky
  - Automatická detekce indikací na železničních dvojkolích

SHRNUTÍ – CO SI ODNÉST

Advanced Technology Group s.r.o.

- Co je NDT a proč je důležité.
- Jak jsou systémy strojového vidění (ADR) v NDT užitečné
  - Omezení chybovosti obsluhy
  - Opakovatelnost procesu a konzistence vyhodnocení
- Klíčové projekty v ATG v kontextu strojového vidění
  - Automatická vizuální inspekce, MPI a FPI projekty
  - Podpora plné automatizace procesů

CONTACT INFORMATION

Advanced Technology Group s.r.o.

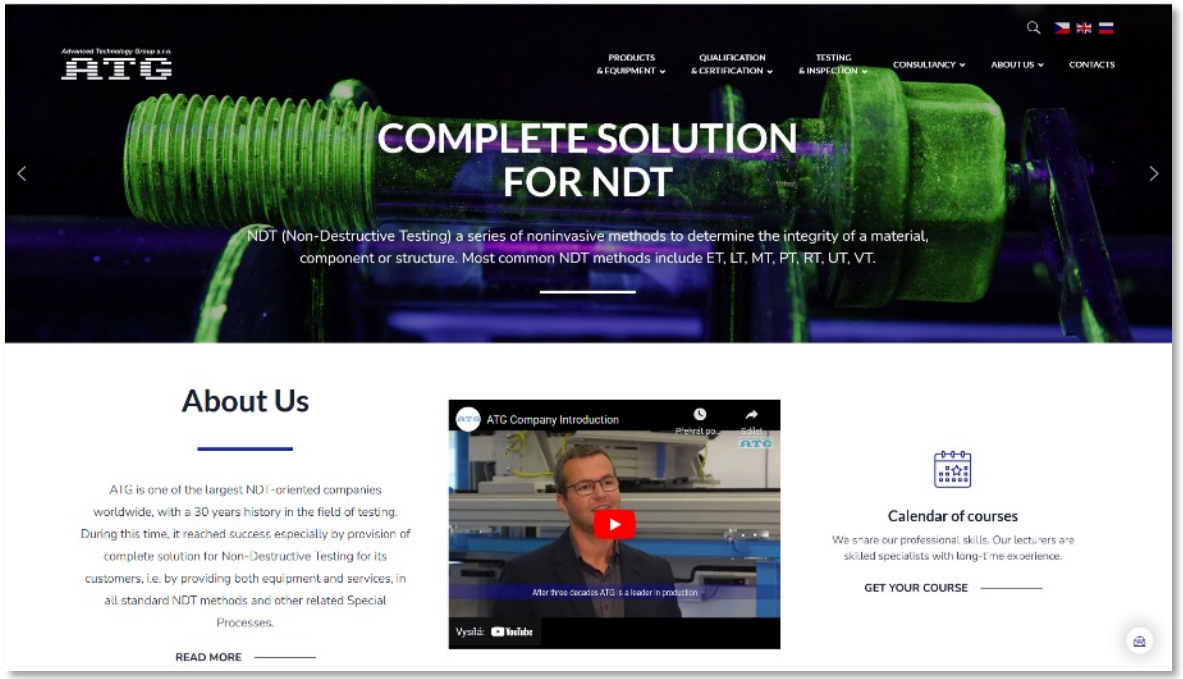
Veronika Boučková

Research & development

ATG - Advanced Technology Group

Toužimská 771, CZ - 199 02 Praha - Letňany

Email:, Web: www.atg.cz



LinkedIn

YouTube

ANY QUESTIONS?

VISUAL TESTING
COMPOSITES
REFERENCE BLOCKS
ET
QUALITY CONTROL
COMPLETE SOLUTION
RTG
TESTING OF COMPOSITE STRUCTURES
INNOVATION
TPG
INSPECTION
IRT
UT
WHEELS
MPI
NDT
PENETRANT TESTING
LT
FPI
WRITTEN PRACTICE
SOLUTION
TRAINING COURSES
INFRARED THERMOGRAPHY
ASME
QUALIFICATION
PIPING
MAGNETIC PARTICLE TESTING
PHASED ARRAY
MAINTENANCE
X-RAY
ULTRASONIC TESTING
MANUFACTURING
AEROSPACE
CERTIFICATION
NADCAP
DIGITAL RADIOGRAPHY
EASA PART 145
R&D
RAILWAYS
INDUSTRY
EN4179 / NAS410
OIL & GAS
PRESSURE VESSELS
POWER
PRESSURE EQUIPMENT
SNT-TC-1A
TPI
RLA
LEAK TESTING
ISO 9712
ADVANCED TECHNOLOGY GROUP