

Robotizovaná kontrola nádrží

Aleš MIŠURA, Juraj URÍČEK

Anotácia

Robotizovaná kontrola nádrží prináša nové príležitosti v oblasti nedeštruktívnej kontroly materiálov. Digitalizácia procesu pridáva možnosť virtualizácie objektov kontroly a plánovania kontroly formou simulácie pred samotným nasadením a následnú kontrolu optimalizovanú počas simulácie. Robotizovaná kontrola nádrží využíva všetky dostupné metódy kontroly a je prínosom v oblasti detekcie kritických miest a prediktívnej diagnostiky, ktorá slúži ako základ pre určenie zostatkovej životnosti.

Kľúčové slová: Robot, NDT, nádrž, kontrola, ultrazvuk, RVI, EMAT, nedeštruktívna kontrola, simulácia, virtualizácia kontroly

Robotizovaná kontrola nádrží

V oblasti údržby a diagnostiky rôznych typov nádrží, je trendom využívanie kontroly bez vstupu personálu do monitorovanej objektu. Cieľom je zabezpečiť výkon kontroly spôsobom, ktorý prinesie vyššiu efektívnosť, nižšie náklady a zvýšenie úrovne bezpečnosti pri výkone práce.

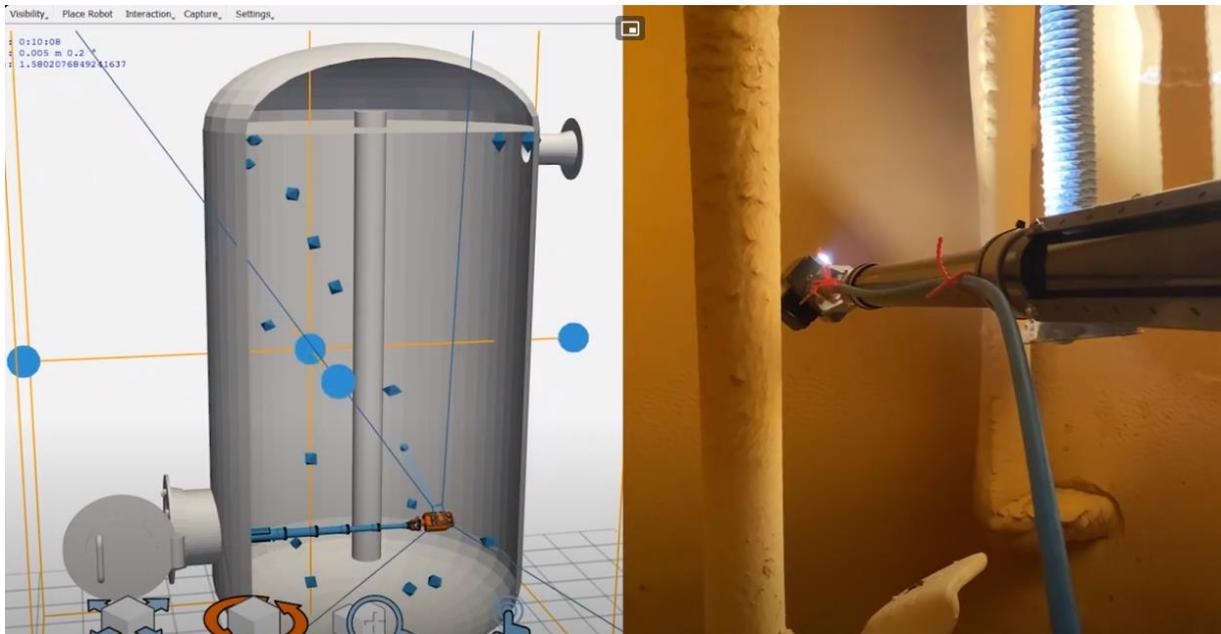
Pri diagnostike nádrží sa využíva v oblasti nedeštruktívnej kontroly viacero rôznych kontrolných metód. Využitie jednotlivých metód závisí od podmienok v objekte a od stanovenej požiadavky kontrolnej činnosti. Použitie jednotlivých metód je na jednej strane limitované zo strany podmienok v objekte, na druhej strane z technologickej stránky použitej techniky a zvolenej metódy kontroly.

Pri robotizovaných kontrolách sa často využívajú predovšetkým nasledovné nosiče NDT techniky:

- Pásové roboty
- Kolesové roboty
- Lietajúce roboty - drony
- PTZ kamery s optickým priblížením

Značným prínosom pri robotizovanej kontrole nádrží (skladovacie zásobníky, tlakové nádoby, a pod.) je priebežný zber údajov z kontroly a možnosť ich porovnávania v čase. Tieto údaje slúžia ako základ k prediktívnej údržbe zariadenia. Navyše poskytujú možnosť efektívne vytypovať kritické oblasti degradácie materiálu objektu a následne sa pri pravidelnej kontrole zamerať práve na tieto konkrétne miesta.

V oblasti softvérového vybavenia je prínosom virtualizácia objektu a kontroly, ktorá je využívaná na simuláciu a prípravu reálnej kontroly.



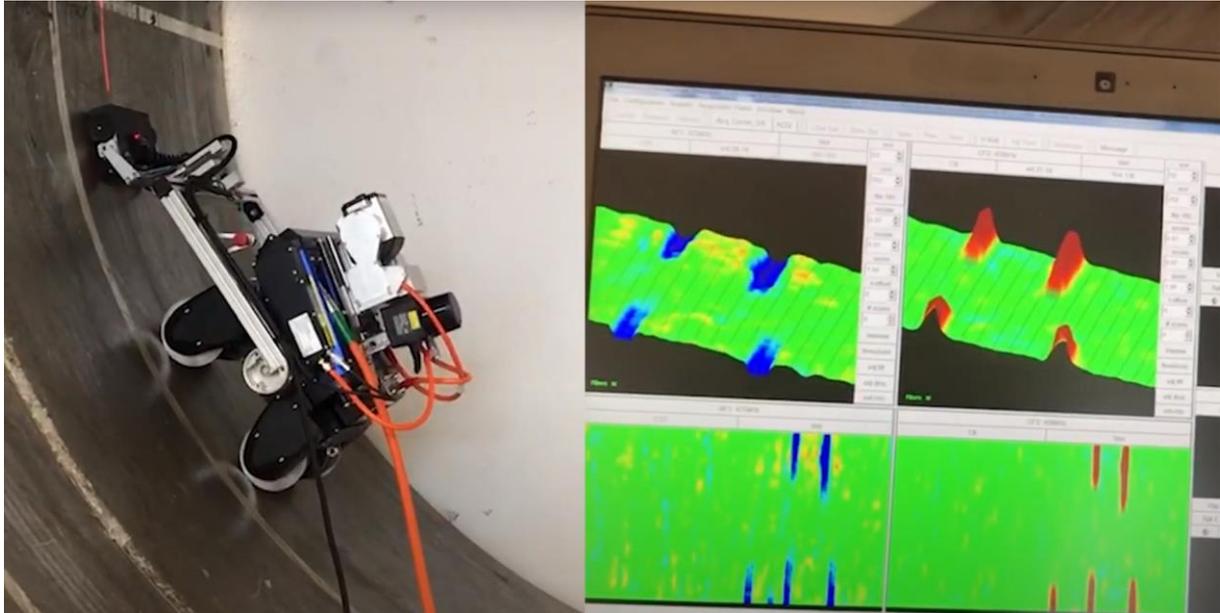
Obr. 1 – PTZ kamera pri nepriamej vizuálnej kontrole.
(Zdroj: <https://youtu.be/hplZw8Qe9bE>)

Výhody robotizovanej kontroly nádrží

Robotizácia činností je spojená s digitalizáciou údajov. Výsledkom je komplexný pohľad na kontrolovaný objekt s možnosťou 3D vizualizácie a práce v objekte vo virtuálnom prostredí. Vďaka tomu je konzistentnosť a opakovateľnosť kontroly výrazne lepšia a dosahujú sa presnejšie výsledky, pričom stúpa aj pravdepodobnosť detekcie problémových oblastí a indikácií (PoD).

Hlavné výhody robotizácie kontroly nádrží

- Zvýšená úroveň BOZP
- Vyššia pravdepodobnosť detekcie indikácií, problémových oblastí
- Možnosť kontroly oblastí, ktoré v pôvodne neboli klasickým spôsobom kontrolovateľné
- Virtualizácia objektu kontroly
- Virtualizácia celej kontroly, simulácia a príprava kontroly virtuálne pred nasadením
- Využitie laserovej technológie pre mapovanie pohybu a orientáciu (LIDAR)
- Schopnosť dostať sa na identické miesto kontroly s odstupom času s vysokou presnosťou
- Digitalizácia záznamu s údajmi o priestorovej identifikácii polohy robota a polohy kontrolovaného miesta
- Automatické generovanie správ z kontroly



Obr. 2 – Vnútroňá kontrola povrchu nádrže.
(Zdroj: <https://www.youtube.com/watch?v=hplZw8Qe9bE>)

Nevýhody robotizácie

Napriek tomu, že výhody, ktoré prináša robotizácia inšpekčných úloh, existujú aj nevýhody, ktoré treba brať do úvahy pri voľbe vhodného spôsobu kontroly. Medzi hlavné nevýhody môžeme zaradiť nasledovné:

- Technologické limity
- Dlhšia doba prípravy v porovnaní s klasickou manuálnou kontrolou
- Vyššie obstarávacie náklady na vybavenie
- Preškolenie personálu

Technologické limity

V prípade technologických limitov sa jedná o prekážky na strane technického vyhotovenia robota samotného (rozmery, hmotnosť, schopnosť prekonávať prekážky, operačný rádius). V druhom prípade ide o limity nesenej techniky pre nedeštruktívnu kontrolu materiálov, ktorá vyplýva z použitej metódy a jej reálnych možností v daných podmienkach kontroly.

Dlhšia príprava v porovnaní s klasickou manuálnou kontrolou

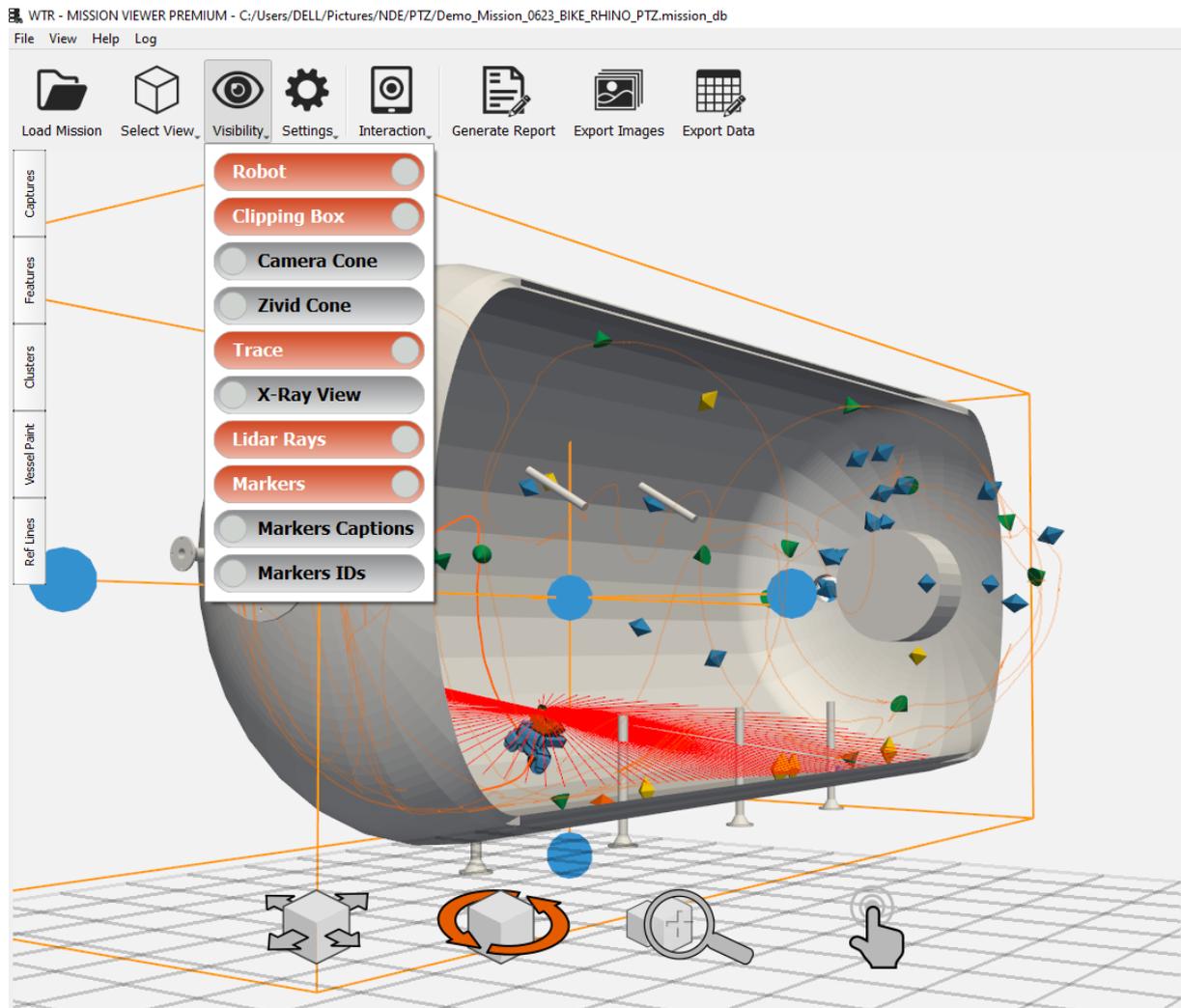
Príprava kontroly vyžaduje vopred premyslieť postupnosť krokov a ich nadväznosť, ako aj určiť pohyb v priestore. Príprava formou virtualizácie objektu a následná simulácia pohybu robota v objekte prináša pomerne presnú a adresnú kontrolu v reálnom prostredí, ktorá je tak rýchla a opakovateľná.

Vyššie obstarávacie náklady na vybavenie

Cena vybavenia v prípade robotických platforiem je výrazne vyššia. Na druhej strane často eliminuje potrebu lešení a početného ľudského personálu počas kontroly.

Preškolenie personálu

Ovládanie robota, tvorba plánu kontroly, virtualizácia objektu kontroly vyžaduje preškolenie personálu a skúsenosti s prácou s výpočtovou technikou.



Obr. 3 – Virtualizácia kontrolovaného objektu a simulácia.

(Zdroj: SW Mission Viewer, Waygate Technologies)

Typy kontrolných metód a aplikačné využitie

V oblasti nedeštruktívnej kontroly materiálov sa využívajú viaceré metódy kontroly. Rôzne metódy často slúžia aj k tomu, aby sa dosiahol rovnaký požadovaný výsledok. Voľba metódy závisí od viacerých faktorov ako sú priestorové podmienky, stav povrchu kontrolovaného materiálu, fyzikálne možnosti konkrétnej metódy.

Vybrané metódy využívané pri robotizovanej kontrole a ich aplikačné využitie

Ultrazvukové kontrola

Kontaktná meracia metóda využívajúca ultrazvukové zariadenia pre kontrolu zvarov alebo meranie zostatkovej hrúbky materiálu. V praxi vyžaduje vhodný stav povrchu a prechodové médium pre prechod ultrazvukového signálu zo snímača (sondy) do materiálu. Pri meraní zostatkovej hrúbky materiálu (monitorovanie korózie a erózie) je možné využiť bodové a plošné typy meraní so záznamom do farebnej mapy, ktorá charakterizuje farebne konkrétne hrúbky materiálu. Nevýhoda tejto metódy je, že využíva prechodové médium a vyžaduje pomerne čistý stav povrchu meraného miesta.

Bezkontaktné meranie ultrazvukom - EMAT

Elektromagnetický akustický snímač s permanentným magnetom rozširuje možnosti monitorovania korózie a erózie. Tento typ snímača sa pripája zvyčajne k bežnému ultrazvukovému zariadeniu, prípadne existujú aj uzavreté systémy, vyvinuté špecificky pre EMAT sondy (Innerspec technologies) a sonda sa umiestni buď priamo na povrch, alebo sa pomocou aplikačného vozíka nastaví 1 – 2 mm nad meraný povrch. Výhoda tohto riešenia je, že ignoruje náter, znečistený povrch, povrchovú koróziu. Nie je teda potrebné pripravovať povrch. Je možné bodové, ale aj plošné meranie so záznamom.

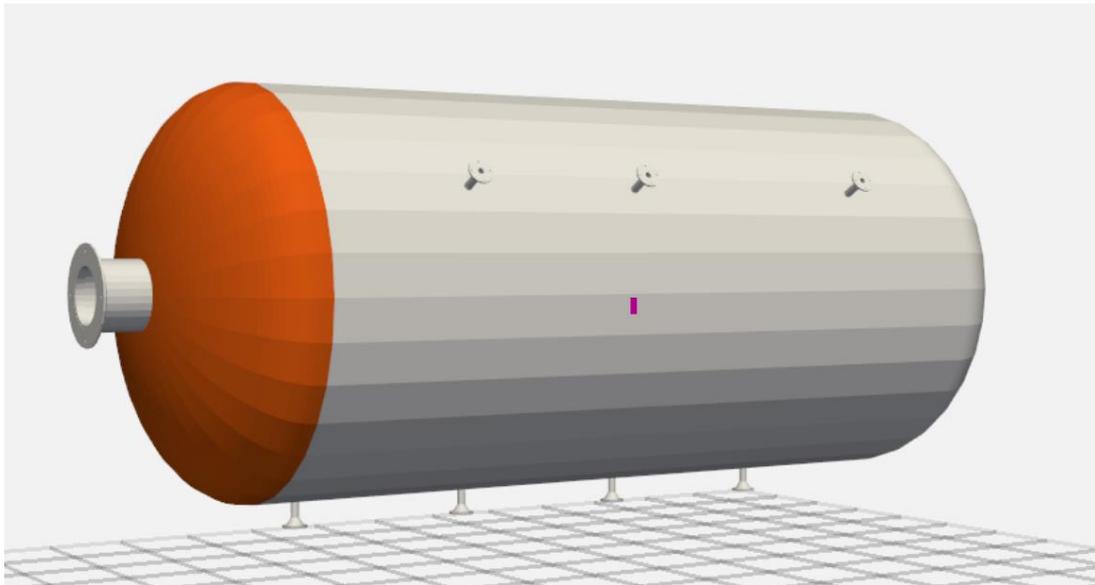
Nepriama vizuálna kontrola

Nepriama vizuálna kontrola (RVI – Remote visual inspection) znamená kontrolu povrchu a stav rôznych častí kontrolovaného objektu optickými systémami ako sú napríklad endoskopy, boroskopy, PTZ kamery. Výhodou tohto riešenia je, že v prípade rozľahlého objektu často postačuje vstup zariadenia len z jedného bodu a priblíženie optikou (napr. PTZ kamera ponúka 30x optické priblíženie), a záznam do obrazu alebo videa. V prípade endoskopov s 3D meraním je možné merať drobné plochy s koróziou, jamkovú koróziu, veľkosť trhlín, atď.).

Softvérové vybavenie

Softvérové vybavenie tvorí neoddeliteľnú a podstatnú časť digitalizovanej kontroly aj v prípade robotizovaných riešení. Štandardom sú rôzne simulačné a modelovacie softvérové produkty, ktoré sa využívajú vo fáze plánovania a testovania kontroly vo virtuálnom prostredí ešte pred samotným nasadením zariadenia do reálneho prostredia. Predpokladom úspešnej kontroly je presná virtualizácia a naplánovanie kontroly vo virtualizovanom prostredí a následne prenesenie celého plánu vrátane napr. optimálneho priestorového pohybu do reálneho prostredia. Výhodou je naplánovanie kontroly tak, aby trvala, čo najkratší čas, nedošlo k nečakaným udalostiam počas kontroly.

Súčasné softvérové vybavenie, ktoré je vhodne skombinované s hardvérovým vybavením, dokáže replikovať pôvodnú kontrolu v pravidelných intervaloch a porovnávať údaje v čase. Pre orientáciu počas kontroly sa napríklad využíva LIDAR v spojení s virtualizovaným objektom. Operátor tak počas kontroly, bez priamej viditeľnosti zariadenia, vidí pohyb aj polohu zariadenia nielen cez obraz kamier, ale aj na vytvorenom virtuálnom objekte.



*Obr. 4 – SW pre tvorbu objektov Asset Builder
(Zdroj: Waygate Technologies, Inspection Robotics)*

Záver

Robotizovaná kontrola nádrží spojená s digitalizáciou procesov prináša mnoho výhod v podobe vyššej presnosti kontroly, jej opakovateľnosti a schopnosti identifikovať rizikové miesta v objektoch kontroly. Proces eliminuje rôzne riziká z pohľadu BOZP a samotná virtualizácia a simulácia procesu pred reálnym výkonom kontroly eliminujú rôzne riziká, ktoré by inak vznikali pri kontrole „na slepo“ bez simulačnej prípravy.

Použitá literatúra:

- [1] <https://www.bakerhughes.com/waygate-technologies/robotic-inspection>
- [2] <https://www.bakerhughes.com/waygate-technologies/robotic-inspection/assetbuilder-software>

Autori:

Ing. Aleš Mišura
konateľ
NDE Solutions, s.r.o.
Háľkova 31, 01001 Žilina
Tel.: +421 41 37 002 37 E-mail: ndesolutions@ndesolutions.sk

doc. Ing. Juraj Uríček, PhD.
KAVS, SjF, ŽU Žilina
Háľkova 31, 01001 Žilina
E-mail: juraj.uricek@fstroj.uniza.sk