

VYUŽITÍ SKENERU HANDYSCAN 3D EXAscan PRO SOUČÁSTI ŽELEZNIČNÍ INFRASTRUKTURY

Josef ZBOŘIL^A, Miloslav KLEMENT^B, Petr HAVLÍČEK^C

^A Oddělení výzkumu a vývoje, DT-Výhybkárna a strojírna a.s., Dolní 100, 79711 Prostějov, ČR, email: zborilj@dtvm.cz

^B Oddělení výzkumu a vývoje, DT-Výhybkárna a strojírna a.s., Dolní 100, 79711 Prostějov, ČR, email: Klement@dtvm.cz

^C Oddělení výzkumu a vývoje, DT-Výhybkárna a strojírna a.s., Dolní 100, 79711 Prostějov, ČR, email: havlicekp@dtvm.cz

ÚVOD

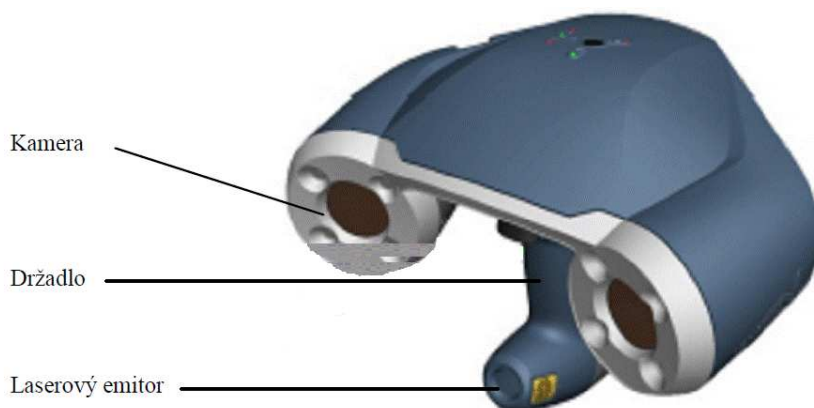
Vývoj přístrojové techniky v oboru laserového skenování jde rychle kupředu a na trhu se objevuje každoročně několik zajímavých novinek. Tato technologie umožňuje bezkontaktní určování prostorových souřadnic pro následné 3D modelování a vizualizaci konstrukcí s mimořádnou rychlostí a přesností. [1] Nasnímaný objekt je pomocí softwaru zobrazen ve formě polygonové sítě, jež lze přenést do CAD systému.

Pracovníci oddělení výzkumu a vývoje firmy DT – Výhybkárna a strojírna, a.s. Prostějov se o možnosti využití této technologie pro výhybkové součásti zajímají od června 2008. Jako poslední, bylo v červenci 2009 v oddělení VaV zkušeno skenovací zařízení HandyScan 3D EXAscan od fy. SolidVision. Především byl zjišťován rozsah možností 3D skenování pro validační potřeby nových součástí v železniční trati.

MOŽNOSTI VYUŽITÍ

3D skenování lze kromě validačních potřeb využít i pro kontrolu tvarové a rozměrové přesnosti polotovarů před CNC obráběním či při výstupní kontrole obrobenech součástí, např. srdcovek.

Obecně lze také využít tzv. reverzního inženýrství, kdy je z nasnímané polygonové sítě vytvořen ve specializovaném softwaru 3D model a ten slouží jako náhrada za virtuální model z CAD systému, s nímž jde dále pracovat např. využití pro výpočtové modelování.



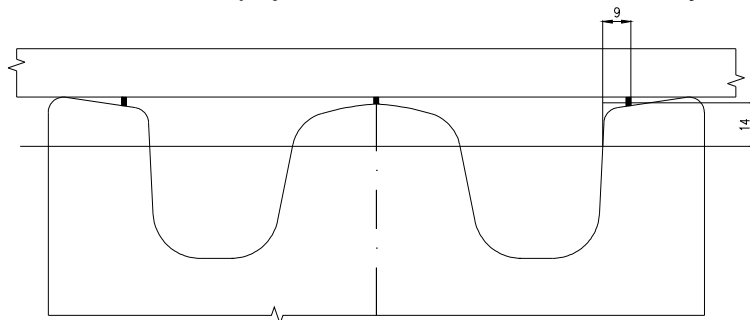
Hmotnost	Rozměry	Třída laseru	Rozlišení	Přesnost	Vzdálenost	Výstupní formát
1,25kg	172x260x216mm	II	0,05mm	40μm	30 cm	*.stl, *.csf

Skener HandyScan 3D EXAscan

Validační činnost

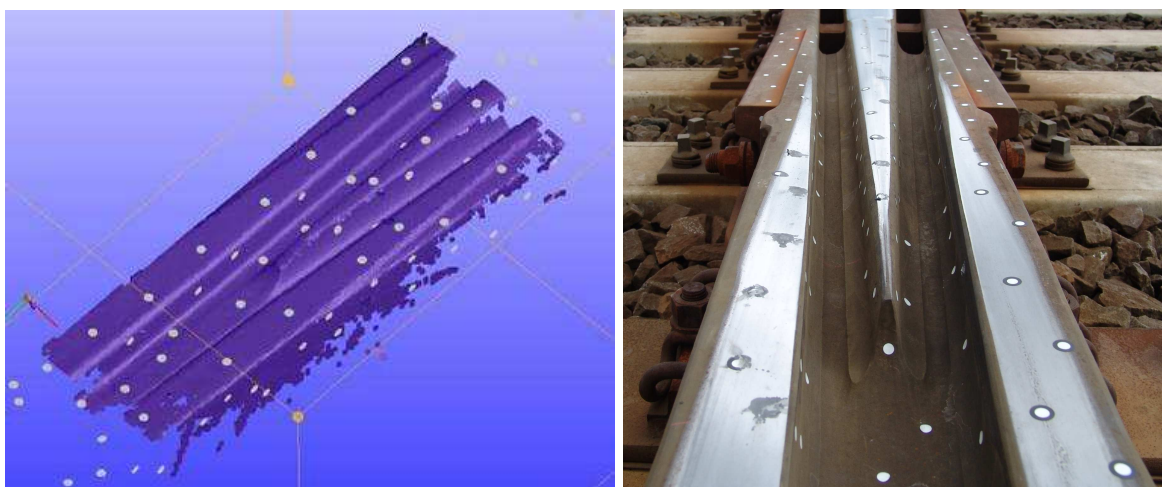
Obecně je validace sledování součásti v podmínkách běžného užívání výrobku a v oboru železniční infrastruktury trvá cca 1 - 5 let dle typu součásti.

K nejvíce namáhaným částem železniční tratě patří výhybky a v nich jsou nejvíce namáhané a opotřebovávány tzv. jazyky a srdcovky. Např. u srdcovek (místo křížení pojezdových hran přímého a odbočného směru) je maximální dovolená velikost svislého opotřebení, u tratí s vyšší rychlostí než 100km/h, 6mm v šířce hrotu 40mm měřené od spojnice obou temen hlav křídlových kolejnic. [2]



Princip měření ojetí hrotu srdcovky ocelovým pravítkem (položeno na temenech hlav křídlových kolejnic) a klínkem (přiložen mezi hrot a ocelové pravítko)

Oproti sledování ojetí pomocí ocelového pravítka s klínkem či srdcovkovým elektronickým profiloměrem umožňuje skener HandyScan 3D EXAscan zaznamenat celou oblast horních ploch, přechodu kola z křídlové kolejnice na hrot. Tato oblast je rozdělena do několika díčích skenů v závislosti na požadované přesnosti měření. Z důvodu sledování ojetí během běžného provozu a nutnosti během skenování opustit rychle železniční trať, byla (pro srdcovky o nejčastějších geometriích výhybek 1:11-300 a 1:12-500) tato oblast rozdělena do 3-4 pracovních prostorů s délkou hrany krychle 250mm. Tyto oblasti jsou předem označeny fixem a částečně se vzájemně překrývají. Pro skenování je nutné rozmístit na skenovaný předmět či v jeho okolí tzv. reflexní body. Během průjezdu vlaku se tyto body na pojezděných plochách ničí, ale na ostatních plochách srdcovky zůstávají bez poškození. Pro skenování potřebuje skener vidět současně 4 body, vyšší hustota bodů znamená vyšší rychlost skenování. Chybějící body je možno v průběhu skenování dolepit.



Snímání části srdcovky – pracovní prostor o straně krychle 500mm (cca 100ks bodů)

Problematické je skenování lesklých ploch, kdy ve virtuálním modelu vznikají díry v ploše a je nutno tato místa přestříkat křídovým sprejem, popř. po každém průjezdu vlaku. V trati je možné skenovat za provozu s dostatečně zajištěným hlídáním, odpovídající předpisu ČD Op 16 [3]. Je vhodné a snazší skenovat v ranních a večerních hodinách, z důvodu nižší četnosti průjezdu vlaků a lepších světelných podmínek.

Kontrola tvarové a rozměrové přesnosti

Skenované místo musí být viditelné z obou kamer a laserového emitoru. Po různých výhybkových dílech, byla také skenována doposud největší součást a to polotovar srdcovky. Skenování proběhlo z důvodu požadovaného porovnání tohoto polotovaru s ideálním 3D modelem vytvořeným v programu Inventor.



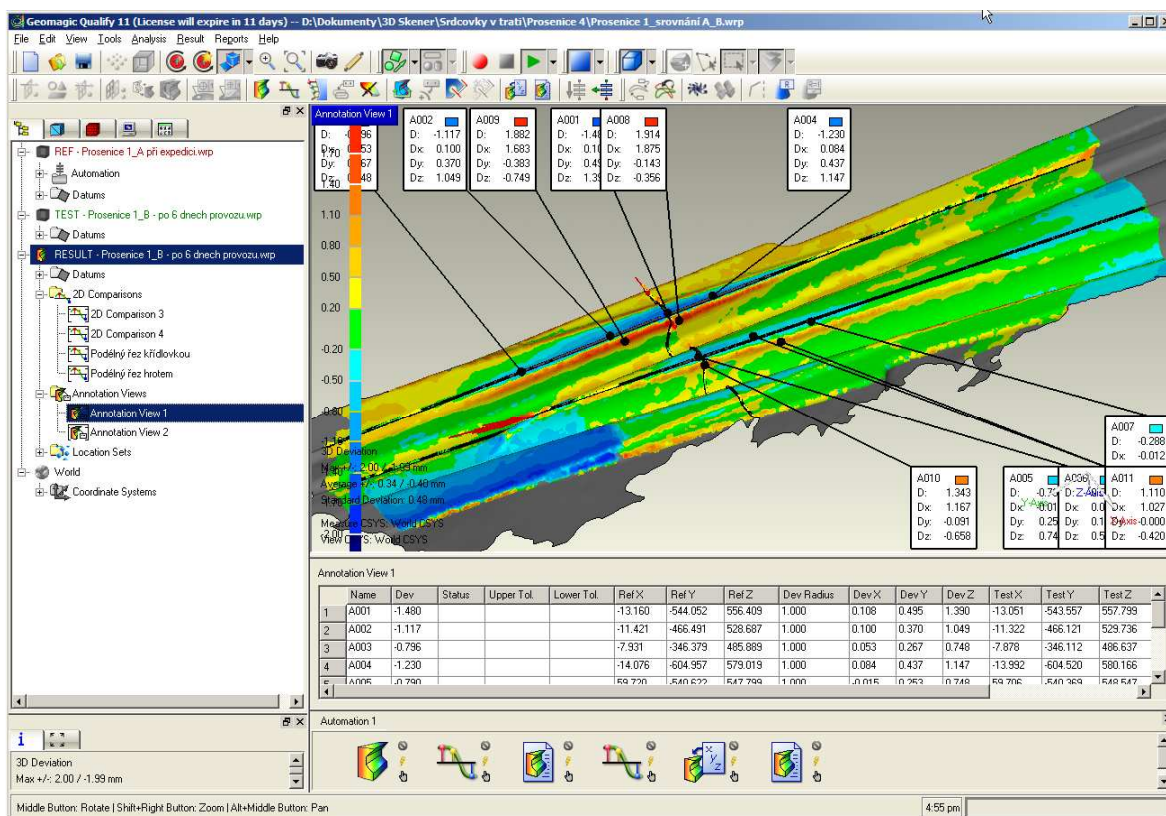
Odlitek Mn srdcovky 60E1 1:12-500 z programu Inventor (cca 5 230x320x175mm)



Odlitek Mn srdcovky 60E1 1:12-500 (kov, 420min., 740 bodů)

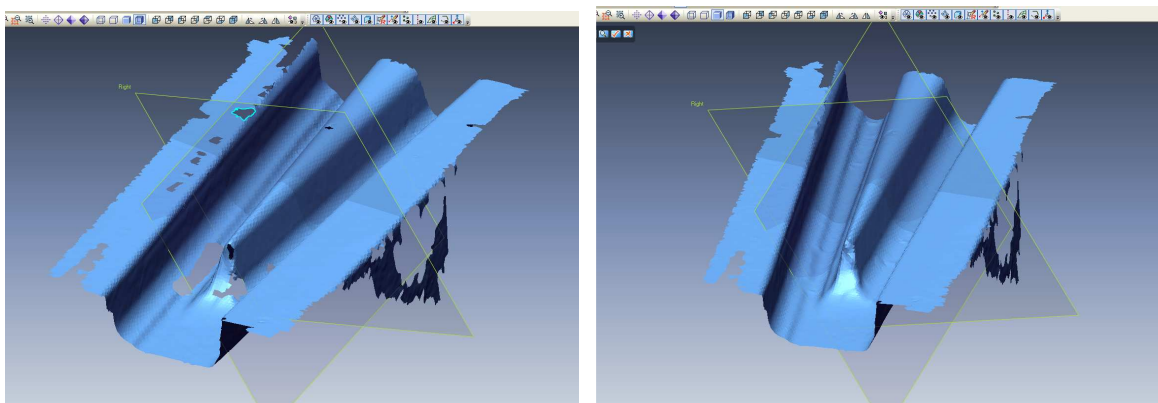
ZKUŠENOSTI S ÚPRAVOU DIGITÁLNÍ PODOBY

Po získání dat ze skenování je třeba tato data zpracovat a exportovat do formátů 3D CADů (např. *.ipt, *.iges, *.stp, *.sat). Při zpracování jde zejména o úpravu naskenovaných ploch, spojení dílčích pracovních prostorů jednotlivých skenů do kompletního modelu, vzájemné porovnání dvojice ploch či vytvoření reportů z těchto porovnaní.



Ukázka z pracovního prostoru programu Geomagic Qualify

V oddělení VaV fy. DT – Výhybkárna a strojírna a.s., Prostějov byly zkoušeny programy Geomagic Qualify a Rapidform XOR. Obecně tyto softwary nemají takový rozsah funkcí jako konstrukční programy, jejich ovládání je intuitivní a k úplnému zvládnutí daného programu je třeba 2-denní školení.



Horní plochy srdcovky v oblasti hrotu před a po úpravě v programu Rapidform XOR (cca 10min)

Při zpracování dat jsou naskenované plochy (tzv. polygonové sítě) převedeny na NURBS plochy (tzn. racionální neuniformní B-splajny – vytvářející obecné plochy) nebo na geometricky definované plochy. Převod na geometricky definované plochy však nedával u komplikovaných součástí (např. u srdcovek) dobré výsledky. Plochy lze v programech různě upravovat, např. lze opravovat plochy od nasnímaných nečistot či od ploch nesouvisejících s danou součástí.

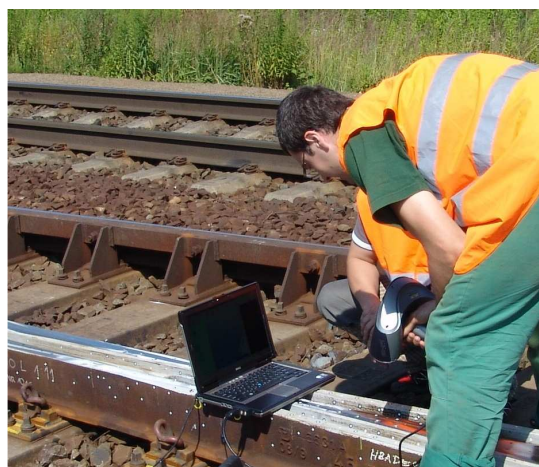
Plochy jsou poté exportovány do výměnných formátů 3D CADů. Po načtení do příslušného 3D CADu lze s objektem dále pracovat. V používaném programu Inventor bylo třeba plochy sešít a povýšit na těleso. Výsledkem bylo mrtvé těleso bez stromu, se kterým však bylo možno dále pracovat. Po vymeshování takového objektu je možno provádět FEM výpočty v programu Ansys či po načtení do formátu *.stl jej lze použít pro slévárenské simulace v programu MAGMA.

POROVNÁNÍ 3D SKENERU A SRDCOVKOVÉHO PROFILOMĚRU

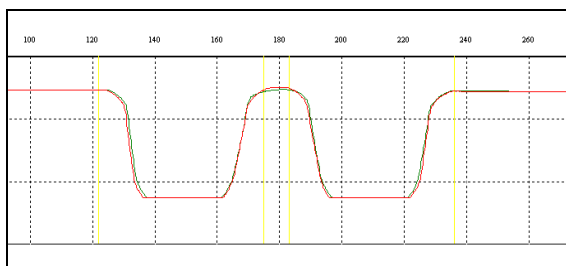
Oproti elektronickému srdcovkovému profiloměru je 3D skener výhodnější v tom, že umožňuje snímat celou oblast a ne jen předem vybraný řez. Z této oblasti lze následně vybrat, jak jakýkoli příčný řez, tak ale i podélný a následná 3D presentace pomocí barevné vrstevnicové plochy je maximálně přehledná a srozumitelná. Data z 3D skeneru je dále možno nechat automaticky zpracovat pomocí šablony do požadovaného reportu a tím také ušetřit čas při zpracovávání výsledků. V současné době není 3D skener uznáván jako měřidlo pro ojetí částí výhybek ze strany SŽDC a tak měření ojetí je třeba realizovat oběma měřidly.



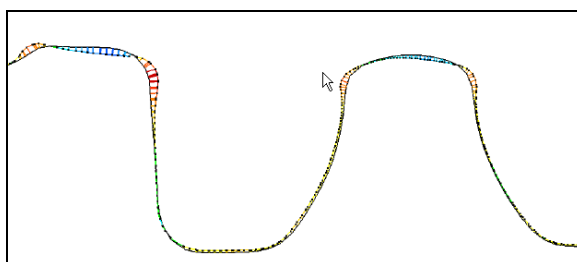
Snímání ojetí srdcovkovým profiloměrem



Snímání ojetí 3D skenerem



Porovnání řezů – elektronický srdcovkový profiloměr ($\pm 0,04\text{mm}$)



Porovnání řezů - Skener HandyScan 3D EXAscán ($\pm 0,04\text{mm}$)

ZÁVĚR

Technologie 3D skenování prochází prudkým vývojem a se stále se snižující cenou 3D skenerů, vzrůstá počet užitečných funkcí, jimiž jsou vybaveny a umožňuje tak aplikaci 3D skenerů i do oborů u nichž se na to ještě před několika lety ani nepomyslelo.

Ačkoli jsou skenovací systémy a softwary pro zpracování nasnímaných ploch obvykle prezentovány jako univerzální, tak jejich univerzalita má své hranice vyplývající z fyzikálních a principiálních omezení a každý budoucí uživatel 3D skeneru by měl mít možnost vybrat si pro konkrétní typ práce vhodný skener a program pro zpracování dat.

Po zkušenostech pracovníků VaV fy. DT – Výhybkárna a strojírna a.s., Prostějov lze konstatovat, že 3D skenování lze úspěšně aplikovat pro sledování ojíždění výhybkových částí během validace a jelikož má typ HandyScan 3D EXAscan vhodnou velikost pro práci v kolejišti a v současné době i nejlepší poměr cena/výkon na trhu s 3D skenery, byl doporučen ke koupi jako stále vybavení pracoviště VaV.

LITERATURA

- [1] Štroner M., Pospíšil J., Terestrické skenovací systémy, 2008
- [2] Předpis ČD S3 – Železniční svršek, 2008
- [3] ČD Op 16 – Předpis o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, 2005