

Měření laserovým 3D skenerem

Lukáš, Sláma

Vedoucí práce: Ing. BcA., Jan, Podaný Ph.D.

Abstrakt

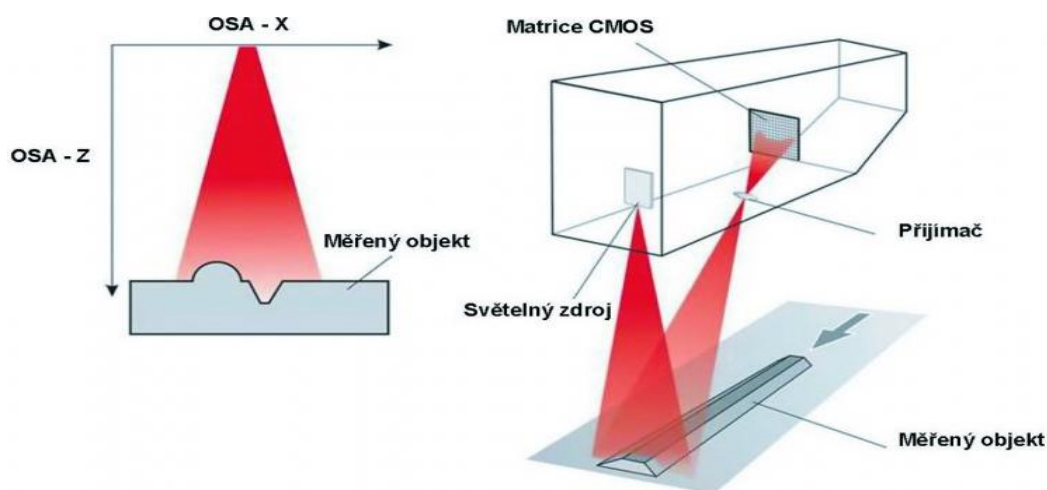
Článek řeší problematiku nového způsobu měření na souřadnicových měřicích strojích pomocí laserových skenovacích hlav. Stručně popisuje měření novou technologií laserového skenování. Ukazuje, jak se zpracovávají data získaná tímto měřením. Na základě naměřených dat se vyhodnocuje přesnost laserového skenování. Článek se dále zabývá obtížemi, které plynou z faktu, že naměřené hodnoty jsou ve formě mraku bodů.

Klíčová slova

Laserový skener, souřadnicové měřicí stroje, mrak bodů, filtrace, reverzní inženýrství

1. Úvod

Souřadnicové měřicí stroje (dále SMS, CMM – coordinate measuring machines) jsou nezbytnou součástí v oblasti měření, především ve strojírenství, ale také i v jiných odvětvích průmyslu. Cílem tohoto článku, a také mé studie, je seznámení s novým odvětvím tohoto měření. Laserové skenery (obr. 1) pracují na principu záření laseru. Skenovací hlavou, ve které je umístěn laser, najedeme nad měřenou součást. Ze skenovací hlavy září laserový paprsek na měřený prvek. Odražené světlo zachycuje objektiv a velice citlivá kamera. Díky tomu nám umožňuje vyhodnotit polohu nasnímaných bodů od skeneru. Využívá se princip triangulace bodů. Skener může mít jeden nebo tři skenovací roviny (obr. 2).



Obr. 1. - Skenovací hlava [2]

3D laserové skenování patří do nedotkových měřicích metod. U laserového skenování nedochází ke kontaktu mezi měřenou součástí a skenovací hlavou. Laserové skenery jsou vhodné pro skenování velmi rozměrných součástí, jelikož snímají několik tisíc bodů za sekundu. Díky tomu vytváří dokonalý tvar součástky. To je oproti dotykovému měření obrovský rozdíl. Dovolují nám měřit měkké součástky jakéhokoliv materiálu. Naopak toto skenování nevypovídá takovou přesnost jako dotykové měření. Dalším minusem je zdlouhavé zpracování mraku bodů a nenasnímání lesklých ploch. Také mají problém s nasnímáním hran. Často se laserové skenování využívá u reverzního inženýrství.



Obr. 2. - Porovnání 2D laseru a hlavou se třemi rovinami osvitu (laserový kříž)

Rychlost získaná skenery se většinou pohybuje v rozmezí 50 000 – 75 000 bodů za sekundu. Skenery jsou produktivní, jelikož šířky paprsků se pohybují v rozmezí 25 – 50 mm. Umožňují digitalizovat různé povrchy.

2. Reverzní inženýrství

Reverzní inženýrství je velice častá metoda pro vytvoření nových součástí z existujících modelů. Tyto starší modely byly vytvořeny bez potřebných dat v CAD programech a je velice těžké je vytvořit znovu [1]. Právě toto skenování nám urychlí návrh součástí pro výrobu.

Postup u reverzního inženýrství:

- nasnímáme součástky pomocí 3D laserového skenování
- v určitém softwaru provedeme filtraci mraku bodů
- proložíme mrak bodů sítí trojúhelníků
- načteme data do nějakého CAD programu (Rhino, Catia, AutoCad)
- převedeme do CAM systému a zpracujeme dráhy obráběcích nástrojů
- vytvoříme součástky v procesu výroby

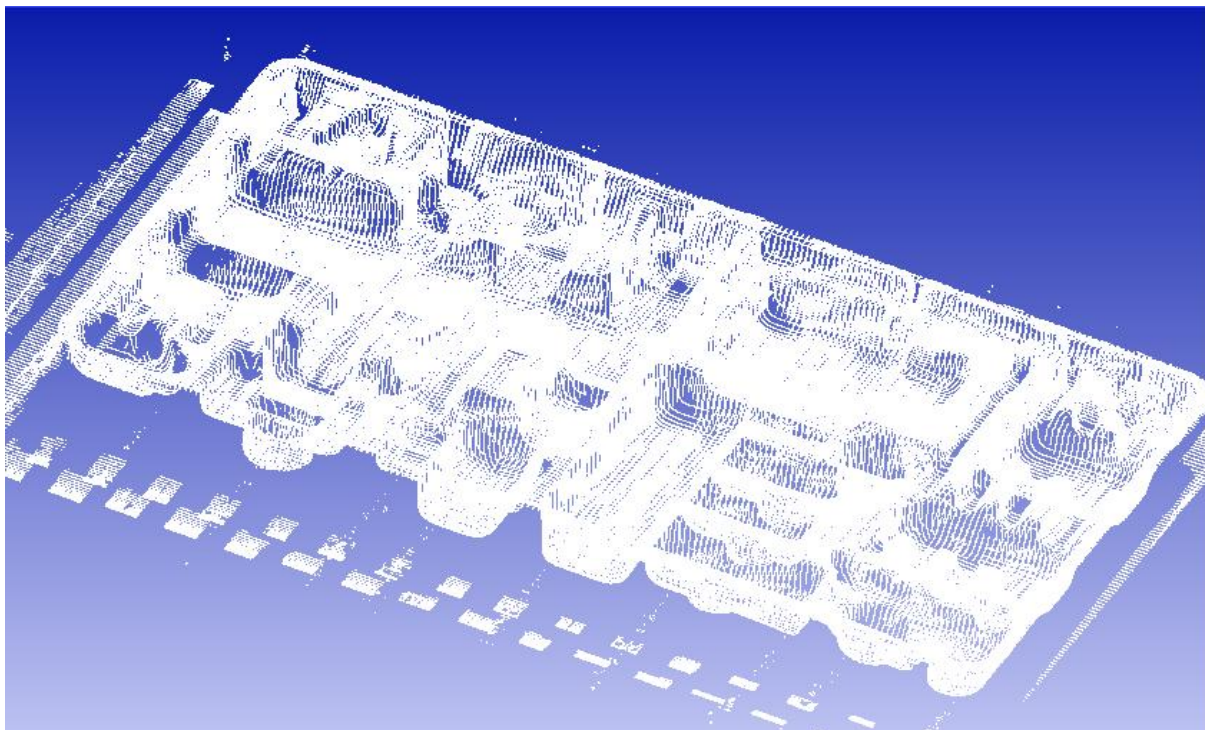
Stávalo se problémem, že CAM systémy špatně načítaly modely s trojúhelníkovou sítí. Proto se plochy musely přepracovávat například na Nurbsovy plochy (matematicky definované plochy a křivky). V současnosti mají určité CAM systémy schopnost načítat modely s trojúhelníkovou sítí. Díky tomu nám odpadá problém s přepracováváním ploch.

3. Zpracování získaných dat

Pomineme-li samotné skenování součástí, nejdůležitější činností u laserového skenování je zpracování získaných dat. Data, která nasbíráme kamerou, jsou převedena do softwaru, kde se s nimi dále pracuje. Tato data jsou tzv. mrak bodů. Mrak bodů charakterizuje plochu nebo část plochy, kterou jsme skenovali. S mrakem bodů se dále může pracovat, ale záleží, co od toho očekáváme. Proto se dá zpracování mraku bodů rozdělit do několika kroků:

- Porovnávání mraku bodů s CAD modelem
- Odečítání, filtrace, detekce a spojení mraku bodů do jednoho
- Nahrazování křivek matematicky definovanými plochami (NURBS)

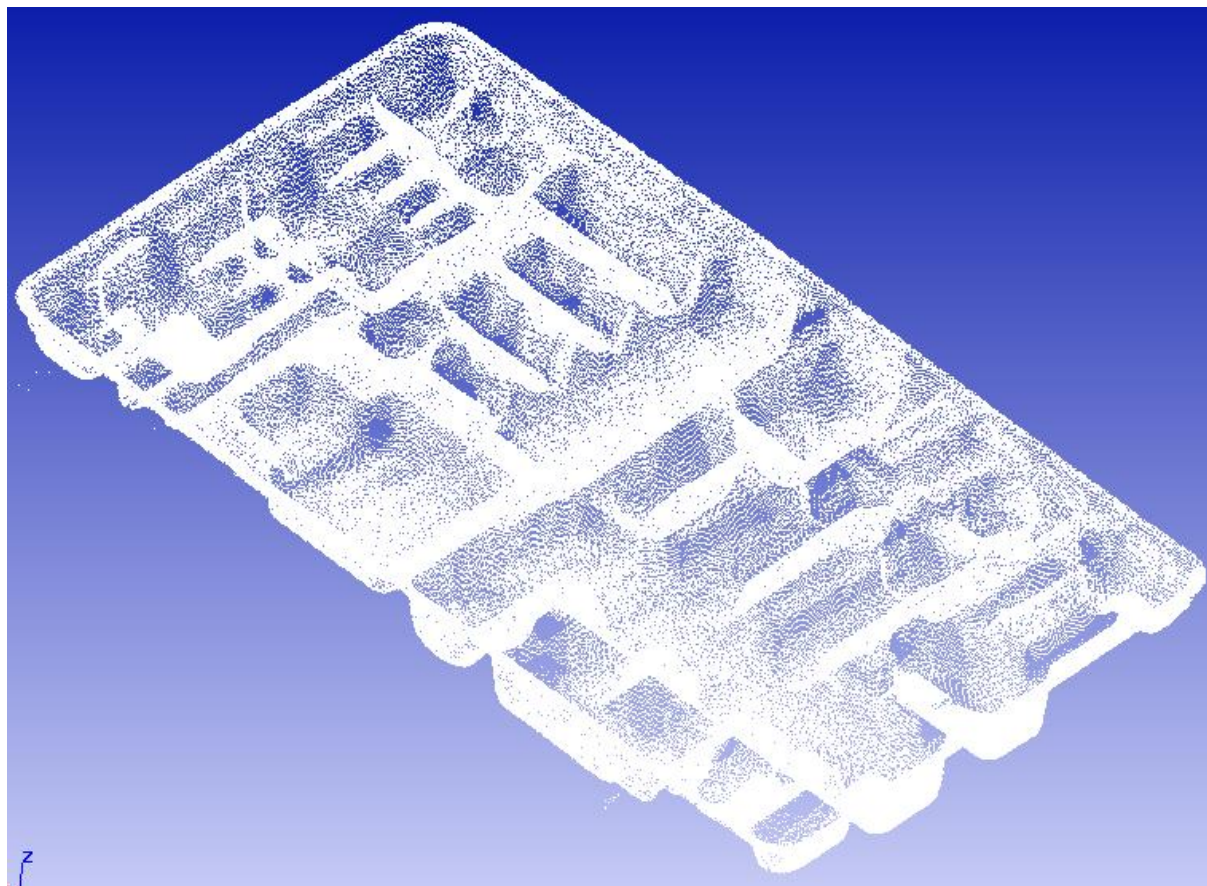
Postup zpracování naskenovaných dat bych popsal na součástce, se kterou jsem měl možnost pracovat při práci s 3D laserovým skenerem. Dílec (obr. 3) jsem naskenoval pomocí skenovací hlavy LC 60Dx a v programu Focus Inspection 9.2 jsem postupoval při zpracování mraku bodů. Samozřejmě nejde složitější součástku naskenovat pomocí jednoho skenu. Těchto skenů může být více a tím dochází i k jejich překrývání. Další zmatek nám vytváří fakt, že naskenujeme i okolní součásti (tj. základovou desku, přípravky či různé držáky). Prvním krokem při zpracovávání naskenovaných bodů je jejich úprava.



Obr. 3. - *Nezpracovaný mrak bodů součástky v softwaru*

Úprava spočívá na jednoduchém principu odstranění nežádoucího mraku bodů. Odstraňujeme mraky bodů, které nesouvisejí s měřenou součástkou. Po odstranění mám přibližný tvar

součástky (obr. 4) ve formě několika překrývajících se skenů. Na první pohled je vidět, že skeny jsou překrývány plynule, ale opak je pravdou. Skeny jsou od sebe vychýleny až o hodnotu nejistoty skenovací hlavy. Výchyly by způsobovaly problémy při následné tvorbě polygonové sítě.



Obr. 4. - Upravený mrak bodů

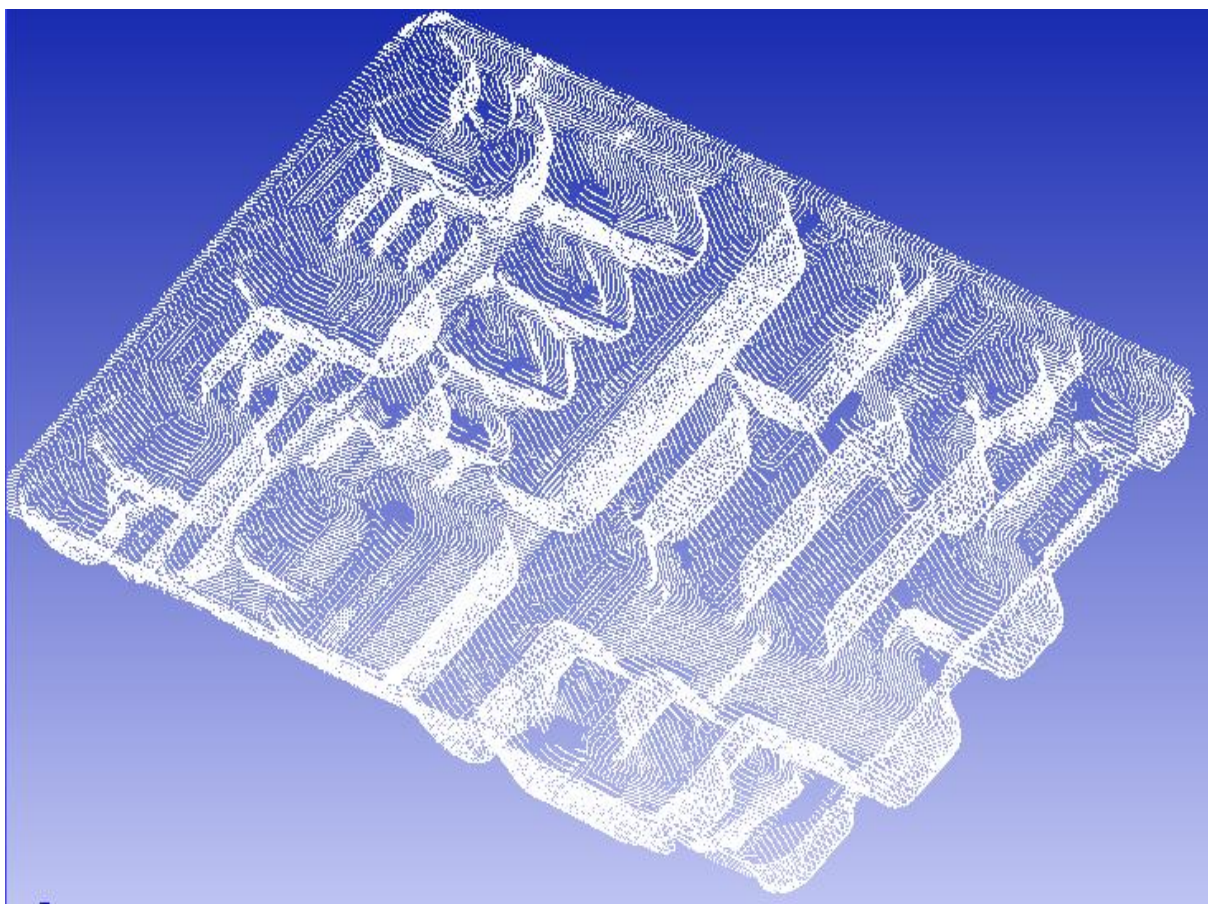
Problém překrytí mnoha skenů přes sebe se dá řešit díky softwaru. Řeší se jednoduchým způsobem - funkcí odečítání. Před tímto odečítáním si zvolíme toleranční pole, ve kterém by se měly mraky bodů pohybovat. Po zadání příkazu se odečtou ty body, které leží mimo zvolené toleranční pole. Je nutné po odečtení zaoblit hrany přechodu mezi jednotlivými částmi mraku. Kdyby se tak nestalo a data byla použita pro CNC obrábění, mohlo by nastat, že na povrchu součástky budou jemné skoky způsobené právě těmito odečty. Jsme u konce první fáze a zde můžeme všechny skeny sjednotit do jednoho.

Filtrace dat je stejně důležitá jako odečítání mraku bodů. Z obr. 5 vidíme, jak jsou naskenovaná data uspořádána za sebou a také vedle sebe v řádcích. Jednotlivé rozteče mezi body a mezi řádky si můžeme zvolit. Volíme podle toho, jestli skenujeme plochy či roviny, nebo jestli potřebujeme zachytit určitou hranu nebo zaoblení. Rozteče se pohybují od 2 – 0,05 mm. Díky filtraci si můžeme navolit, jakou hustotu mraku bodů bude mít naše součást. Filtraci volíme podle dalšího použití naskenované součástky. Většinou se využívá ve spojení CAD/CAM systémů, porovnávání s CAD modelem a především pro reverzní inženýrství (viz kapitola 2).



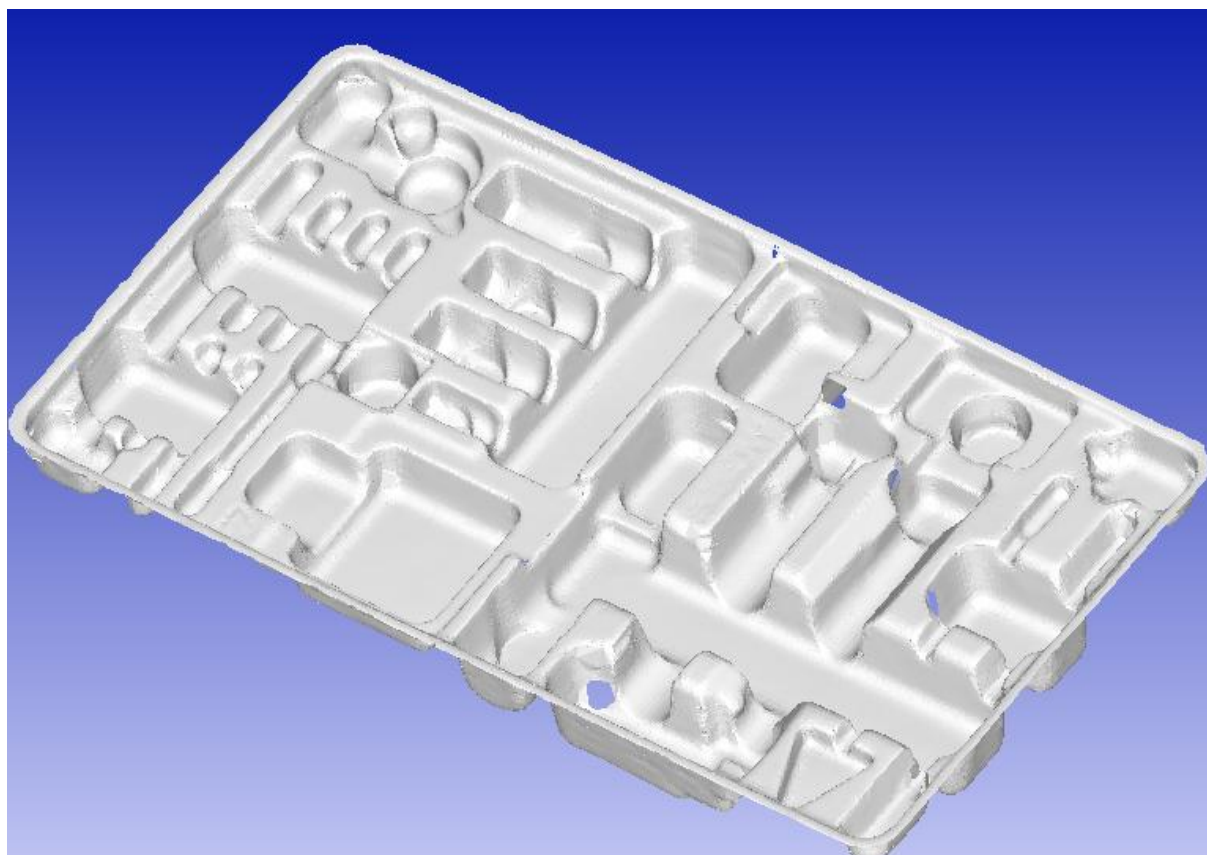
Obr. 5. – *Detail uspořádání bodů za sebou a v řádcích*

Po dokončení všech těchto činností (odstranění nežádoucích bodů, odečítání a filtrace) máme připravený mrak bodů (obr. 6), se kterým se dá už pracovat a docházet k určitým závěrům.



Obr. 6 – *Finální zpracování mraku bodů měřené součástky*

Následuje detekce útvaru. Finální mrak bodů se nejčastěji prokládá trojúhelníkovou sítí, tj. součást je tvořena z velmi mnoha ploch. Velikost je přizpůsobena hustotě roztečí mraku bodů. Na obr. 7 je vidět měřená součást proložená jednoduchou plochou.



Obr. 7 – *Finální mrak bodů proložený plochou*

4. Vyhodnocení a závěr

Laserové skenování má určitě mnoho výhod, ale také najdeme nevýhody. Mezi největší výhody patří měření rozměrných a složitých součástí, úspora financí při realizaci sériového měření a úspora času oproti dotykovému měření. Nevýhodou je, že laserové skenery nenasnímají lesklé plochy. Také špatně zaznamenávají hrany a zaoblení, což můžeme vidět na obr. 7. Jsou jasně vidět tři místa, kde tento problém nastal. Důležitou roli hraje i zpracování naměřených dat, které jsem uvedl ve článku. Je to zdlouhavá metoda, ale záleží na zkušenostech pracovníka. Zkušený pracovník si ulehčuje práci již od samotného skenování, čímž mu odpadá hodně práce při činnostech v softwaru. Do budoucna vidím laserové skenování jedničkou ve firmách, které zajistí sériovost. V menších firmách, které by využívaly laserové skenování pouze příležitostně, nevidím efektivitu v přínosu tohoto typu měření.

Seznam použité literatury

- [1] Handy 3D Scan [online]. <http://www.handyscan.cz/aplikace/reverzni-inzenyrstvi.html>
- [2] <http://www.mmspektrum.com/clanek/senzor-pro-presnou-a-komplexni-inspekci-ci-reverzni-inzenyrstvi>