

Terestrické 3D skenování



Laserové skenování

Technologie, která zprostředkovává nové možnosti v pořizování geodetických dat a výrazně rozšiřuje jejich využitelnost.

- Metoda bezkontaktního určování prostorových souřadnic.
- Vyniká vysokou rychlostí sběru dat, bezpečností při práci, přesností a komplexností měření.
- Dnes je již neodmyslitelnou součástí geodézie.

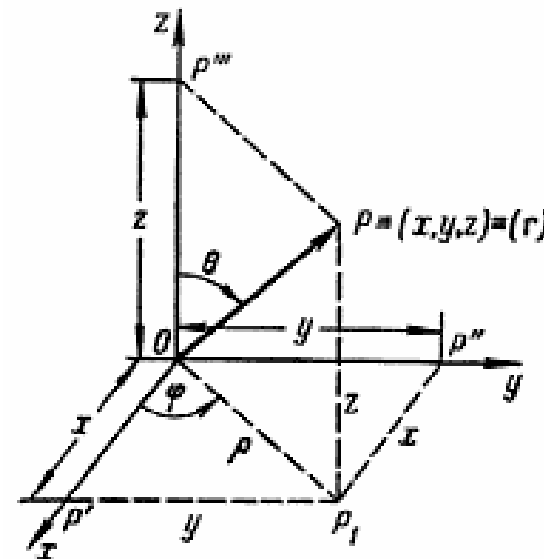
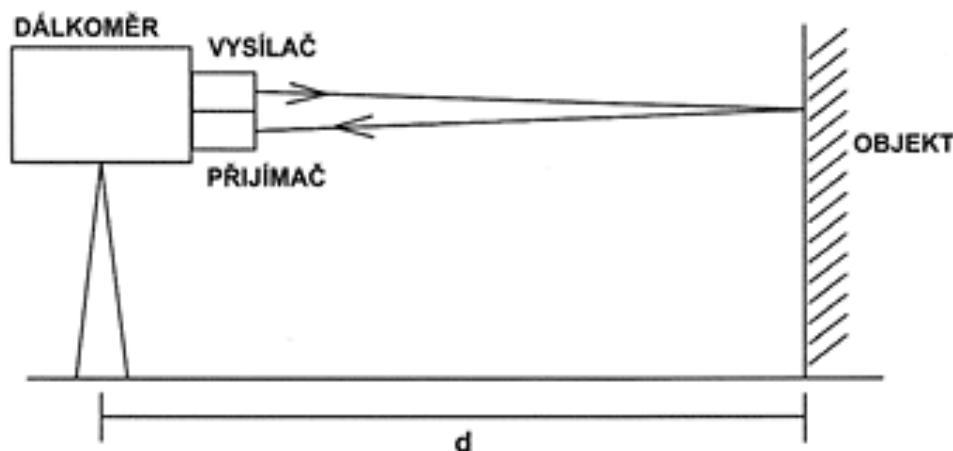
Využití:

- Sběr dat pro různé studie, vizualizace a plánování
- 3D modelování složitých objektů (průmyslové areály, interiéry, fasády historických staveb, podzemní prostory, archeologická naleziště, ...)
- Dokumentace skutečného stavu (silnice, železnice, vodní toky, ...)
- Geografické informační systémy GIS
- Tvorba digitálního modelu reliéfu a terénu

Pozemní laserové skenování

Dnešní laserové skenery využívají pro měření prostorové vzdálenosti k bodu pulzní laserovou technologii, podobně jako moderní totální stanice. Paprsek je rozmítán pomocí zrcadla nebo hranolu.

Souřadnice každého bodu se pak počítají prostorovou polární metodou, tedy za pomoci vodorovného a svislého úhlu a šikmé vzdálenosti.



Pozemní laserové skenování

Způsob rozmítání paprsku:

- rozmítání laserového paprsku pomocí rotujícího zrcadla, spojením dvou zrcadel lze svazek vychylovat ve dvou směrech
- rozmítání pomocí rotujícího optického odrazného hranolu, obvykle má tvar pravidelného n -úhelníku, oproti zrcadlu neslepne, lze docílit vyšší rychlosti pohybu svazku paprsků (v závislosti na počtu hran)

Rozdělení pozemních skenerů

➤ Víceúčelové skenery

- jsou určeny pro běžnou práci, v geodézii nejčastější

➤ Triangulační skenovací systémy

- jsou určeny pro skenování malých předmětů na krátké vzdálenosti s vysokou přesností, uplatnění nalézají ve strojírenských aplikacích a v oblasti archeologie

Rozdělení pozemních skenerů

- Totální stanice s možností laserového skenování
 - geodetické přístroje vybavené servoustanovkami, bezhranolovým dálkoměrem a programem umožňujícím automatické měření v zadaném rozsahu, rychlost skenování v řádech stovek bodů za sekundu
- Speciální systémy
 - jednoúčelové, např. skenování dutin
- Kinematické systémy
 - skener je v neustálém nepravidelném pohybu

Víceúčelové skenery

Výhody:

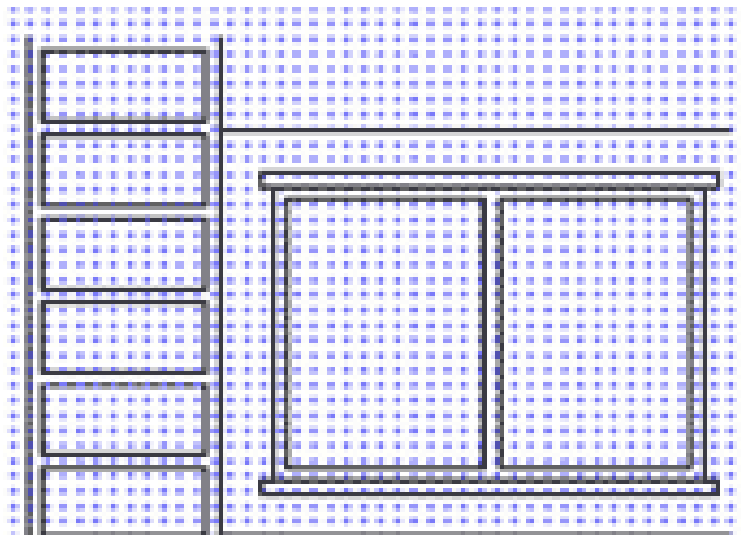
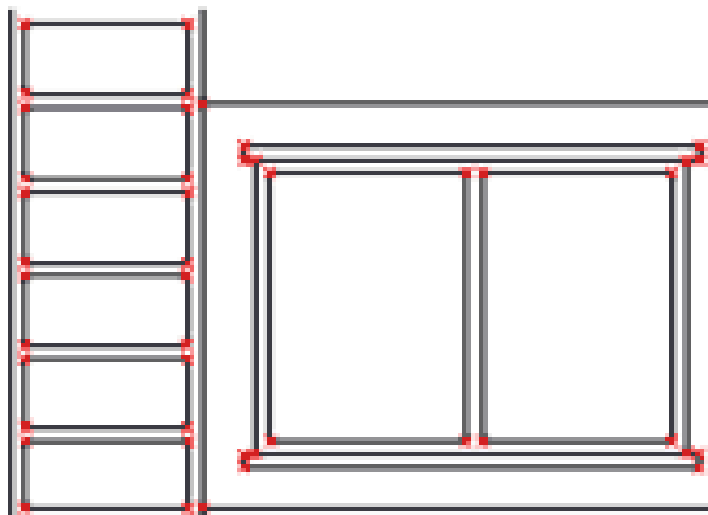
- přesné zaměření, produktivita práce, finančními úspory
- automatický a systematický sběr bodů bez ohledu na světelné podmínky
- zkrácení práce v terénu, podstatně vyšší bezpečnost
- měření za „plného provozu“, popř. s výraznou redukcí délky odstávky náročných provozů na minimum
- možnost výpočtu souřadnic v reálném čase
- možnost přiřadit souřadnicím bodu i hodnotu odrazivosti nebo pixelovou hodnotu
- rychlé zpracování 3D modelů

Víceúčelové skenery

Porovnání klasického zaměření a laserového skenování

vlevo selektivní výběr - zaměření charakteristických bodů na fasádě pomocí totální stanice

vpravo neselektivní výběr - mračno bodů zaměřené laserovým skenerem



Víceúčelové skenery

Principem technologie je zaměření objektu pomocí pravidelné mřížky bodů s definovaným rozestupem (v řádu mm až desítek cm, záleží také na vzdálenosti od skenovaného objektu).

Dosah cca do 300 m, rychlost měření více než 1000 bodů za sekundu, přesnost 5–50 mm podle vzdálenosti.

Výsledkem měření je tzv. “mračno bodů“, které se může dále zpracovávat (vytvářet plochy, prokládat daty jednotlivá geometrická primitiva, vyhotovovat libovolné řezy, modely atp.).

Prezentace výsledků zpracování nebo samotného mračna bodů je možná v běžných CAD formátech (*.dxf, *.dwg, *.dgn).

Víceúčelové skenery

Možnosti výstupů:

- prosté mračno bodů (soubor diskrétních bodů definovaných 3D souřadnicemi)
- texturované mračno bodů (každému bodu je přidělena reálná obrazová informace z digitálních fotografií a tak je situace pro uživatele přehlednější)
- vektorový model
- 2D řezy a pohledy
- 3D vizualizace a animace

Postup měření:

- rekognoskace prostoru, je nutné zvážit účel skenování (detailnost a požadovaná přesnost, ...), možnosti skeneru (hustota skenování, dosah, zorné pole, ...), povrch a tvar předmětu skenování (zákryty a pohltivost signálu)
- volba vhodných stanovisek pro skenování
- signalizace a zaměření vlíčovacích bodů
- skenovací práce

Vlícovací body

- přirozené body (výstupky a ostré rohy)
- kulové či polokulové cílové znaky
- kruhové terče s vysokou odrazivostí
- odrazné fólie
- v některých případech lze pracovat i bez vlícovacích bodů



Vlícovací body

- dodávají skenovaným bodům měřítko i orientaci v prostoru (např. transformace do JTSK) a zároveň slouží i pro spojování více mračen bodů
- musí umožnit transformaci s kontrolou
- ovlivňují celkovou přesnost



Zaměření se obvykle provádí klasickými geodetickými metodami, nejčastěji totální stanicí ze sítě bodů, která je obecně nezávislá na stanoviscích skeneru (často se používá volné stanoviště).

Zpracování:

Výsledné mračno bodů se zpravidla dále upravuje.

➤ Spojování jednotlivých mračen v jeden model

➤ Klasifikace

-rozdělení mračna např. podle odrazivosti, materiálů, ...

➤ Čištění a redukce dat

-odstranění šumu, nepotřebných dat, chybných bodů, ...

Zpracování:

➤ Zpracování měření

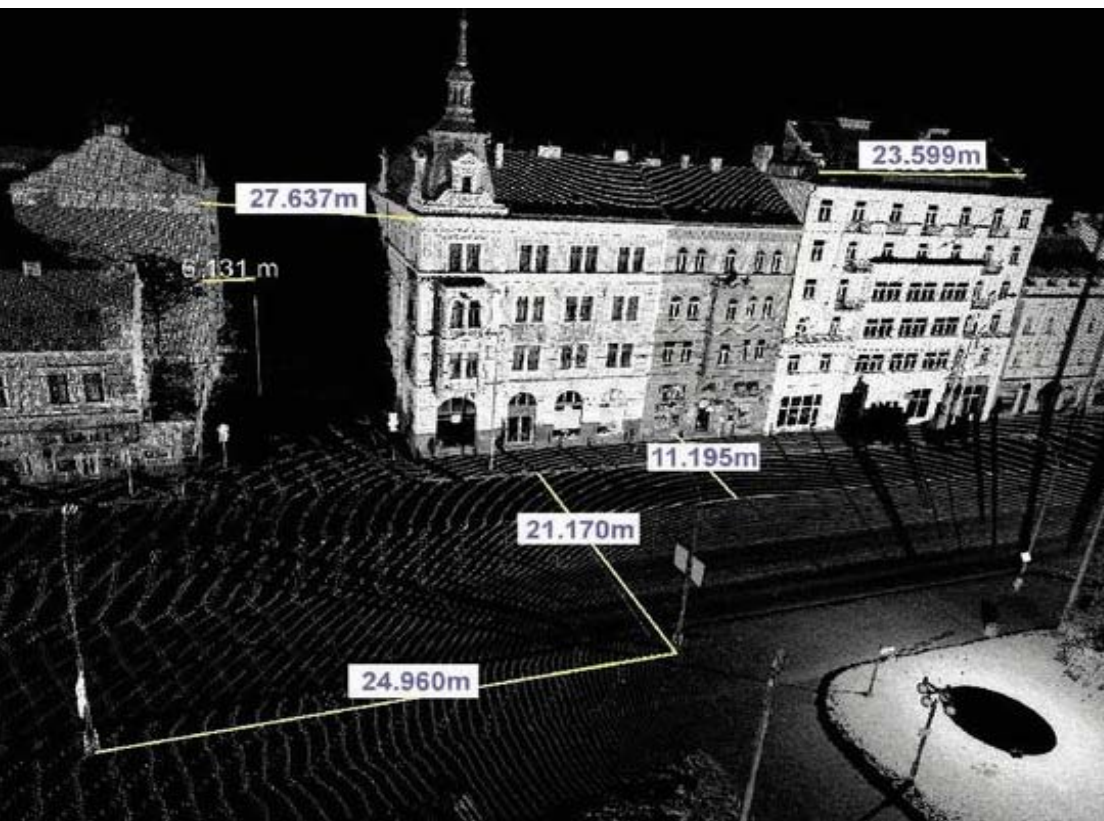
- aproximace objektů matematickými primitivy (rovina, koule, válec, ...)
- modelování s využitím např. trojúhelníkové sítě

➤ Vizualizace

- přiřazení barev, textur, materiálů, tvorba animací, ...

Zpracování:

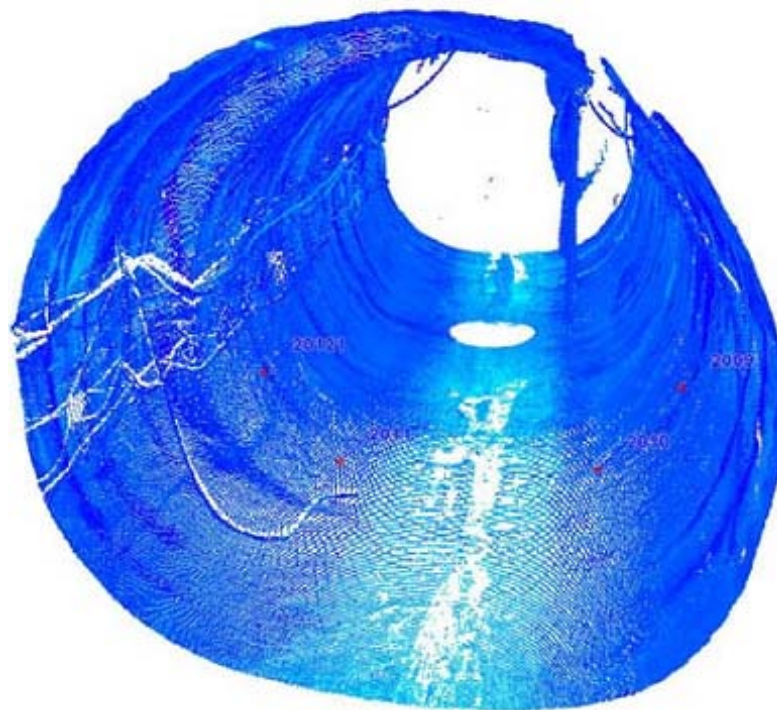
Ukázka - mračno bodů
- prosté a texturované



Ukázky použití a zpracování

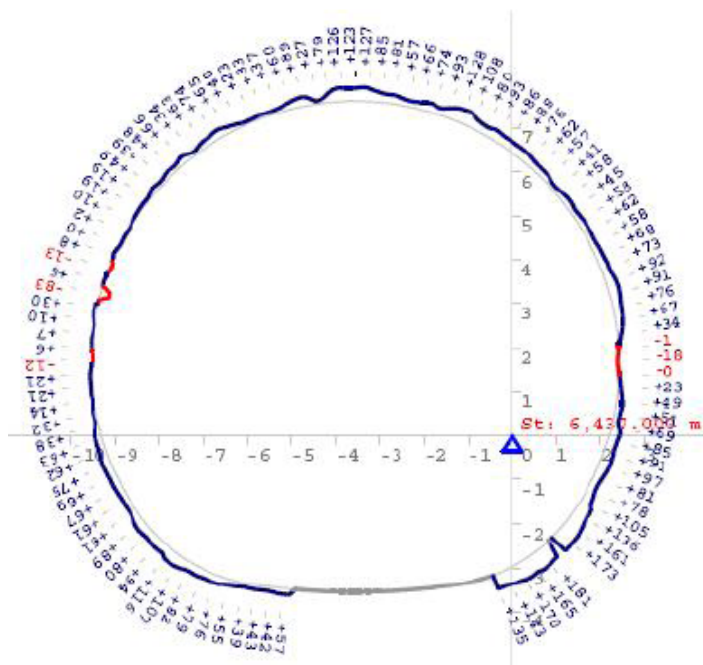
Tunely

- zaměření skutečného stavu
- kontrola nadvýlomů/podvýlomů a kubatur

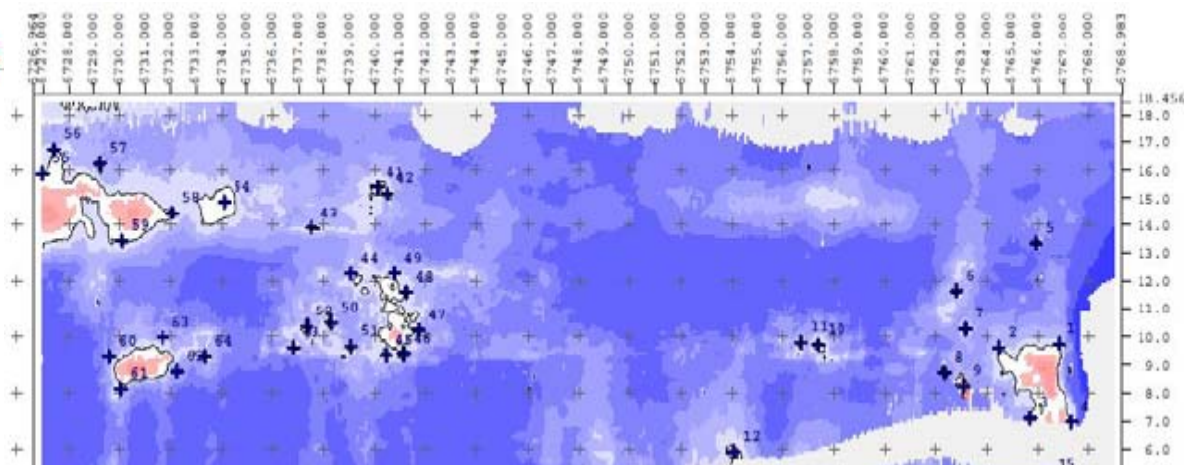


Ukázky použití a zpracování

Tunely

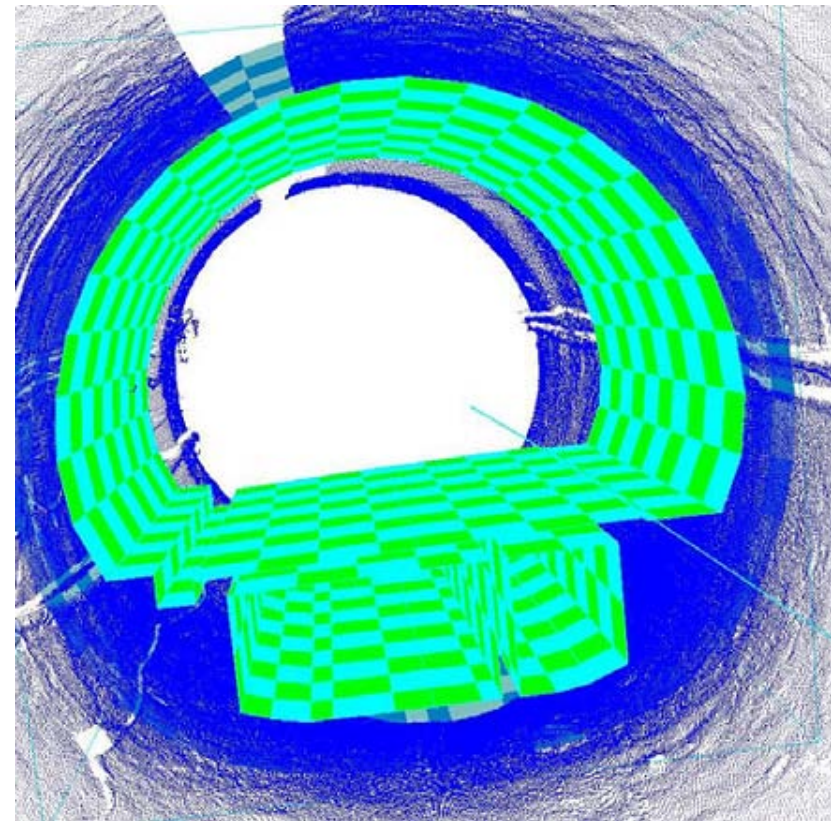
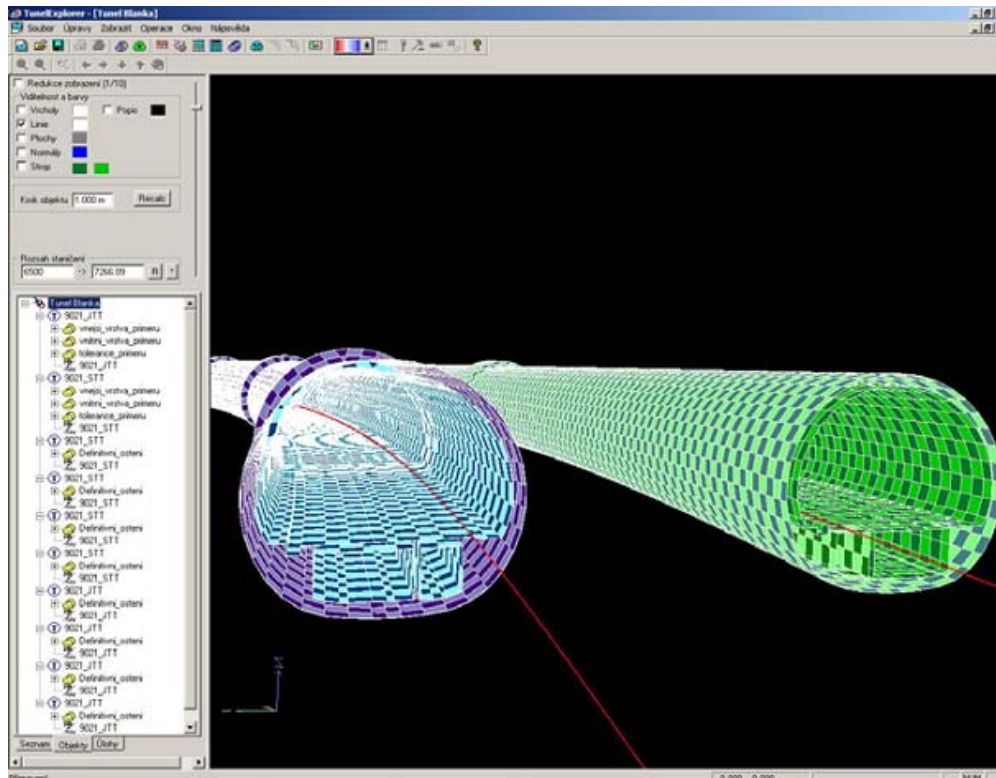


- tvorba řezů
- hypsometrické mapy odchylek



Ukázky použití a zpracování

Tunely

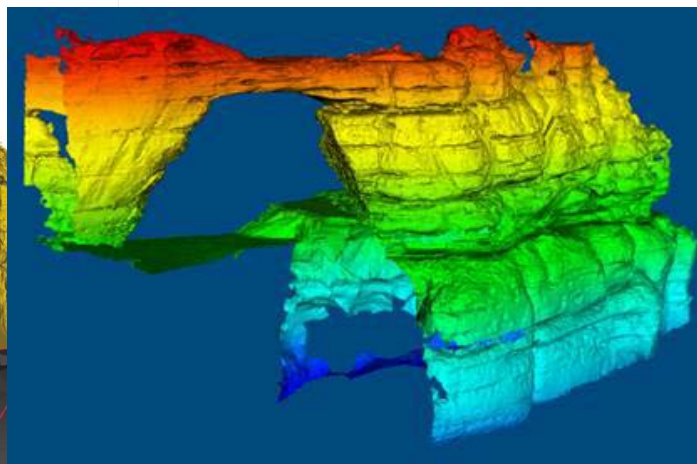
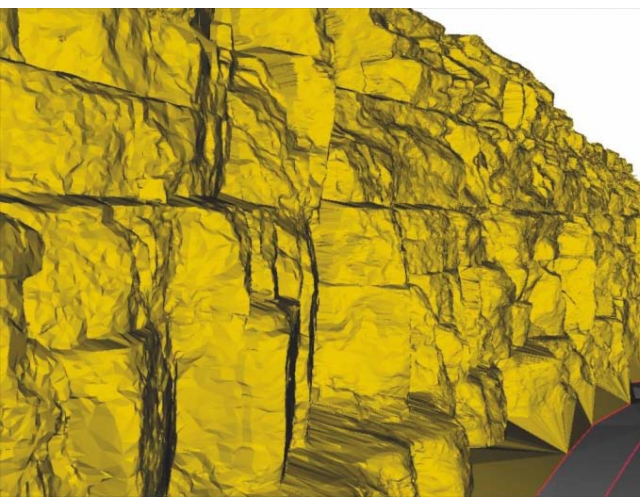
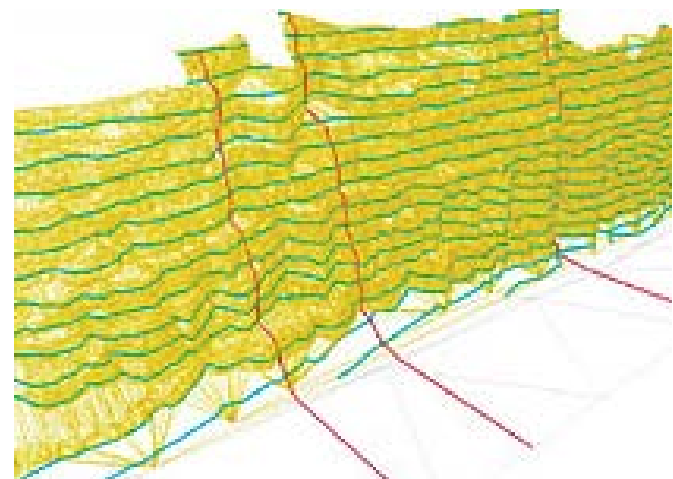


- porovnání s projektem

Ukázky použití a zpracování

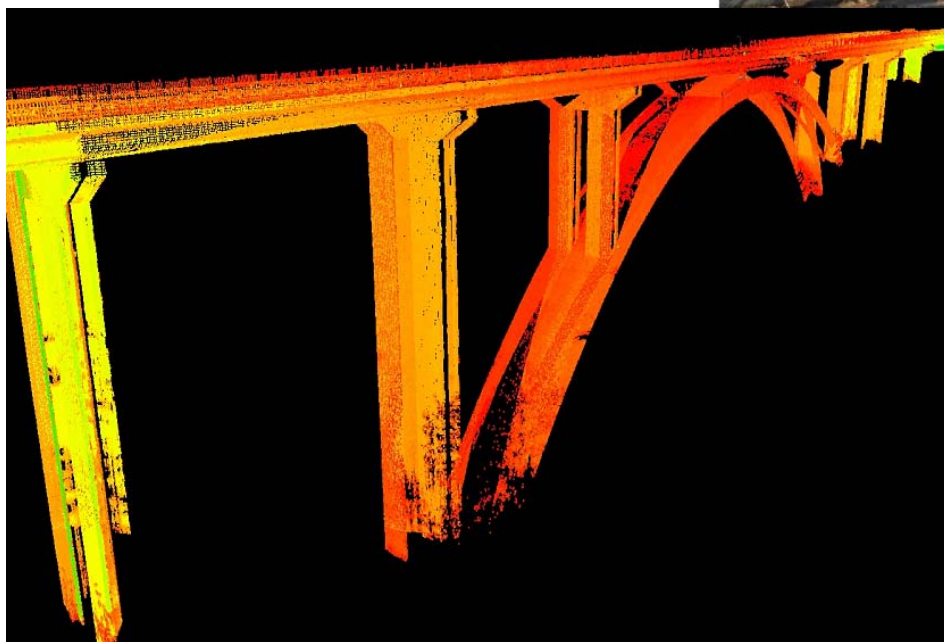
Dokumentace skalních masivů

- dokumentace míry porušení skalního masivu
- monitoring posuvů a deformací
- výpočet kubatur
- výpočet sklonu a orientace vůči světovým stranám



Ukázky použití a zpracování

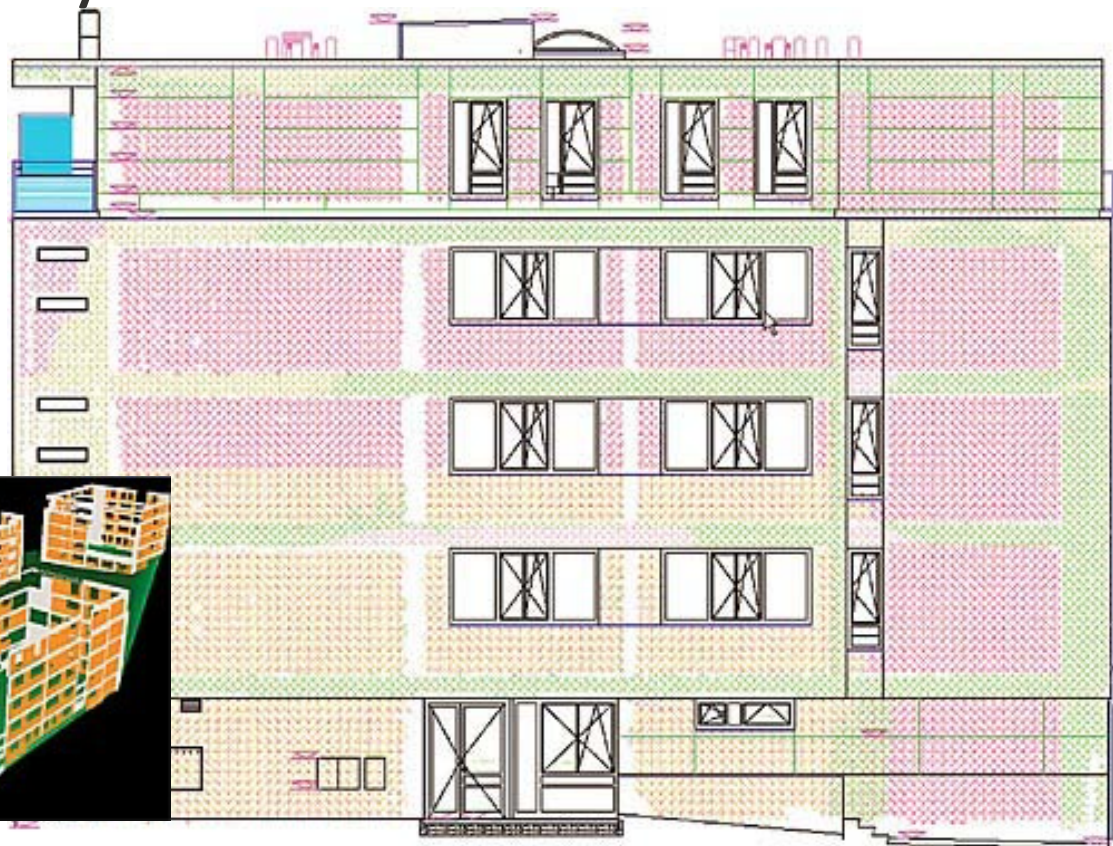
Mosty



- zaměření skutečného stavu jako podklad rekonstrukce

Ukázky použití a zpracování

Bytové komplexy



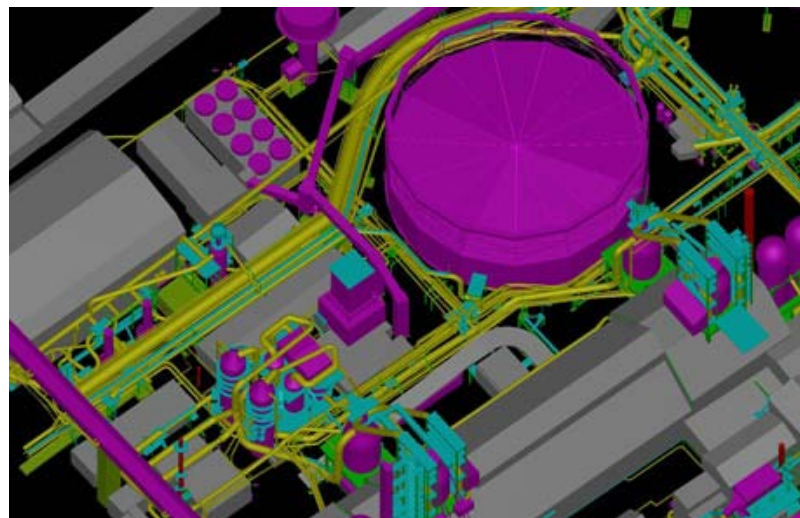
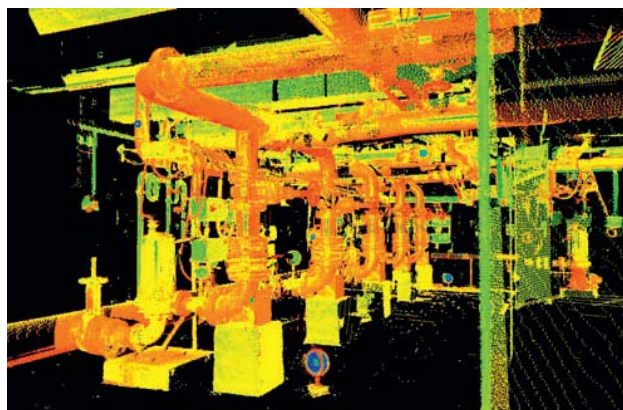
- vyhodnocení rovinnosti fasády a 3D model

Ukázky použití a zpracování

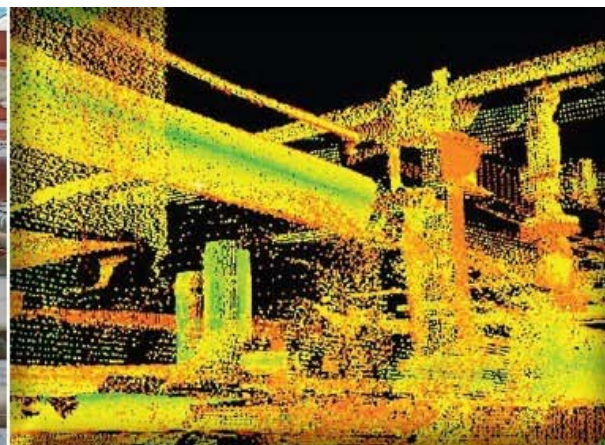
www.cad.cz

Průmyslové komplexy

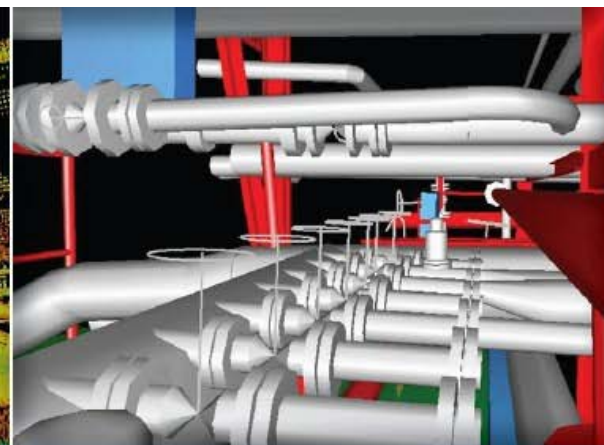
- zaměření technologií
- tvorba 3D modelu



obr. 1 - fotografie reálné situace



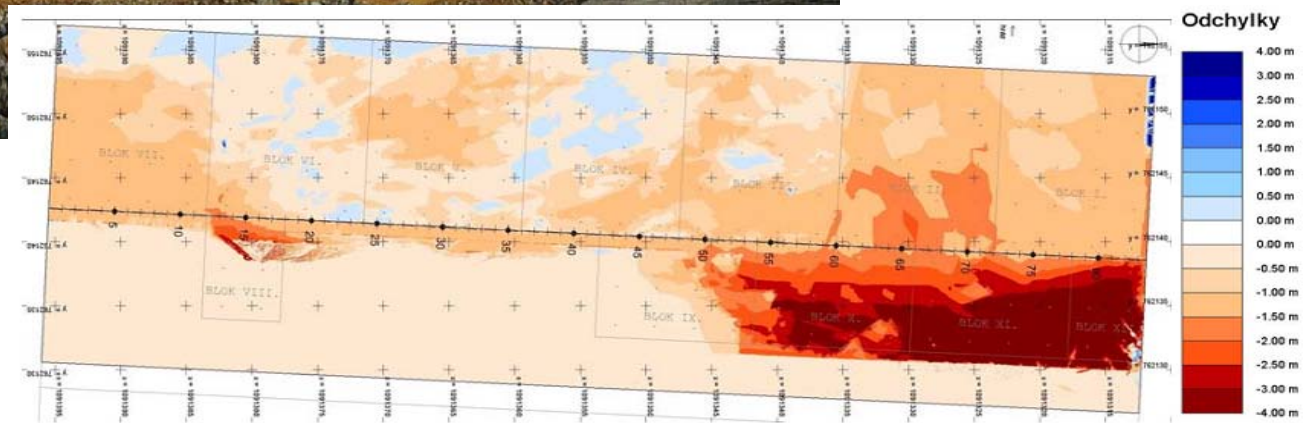
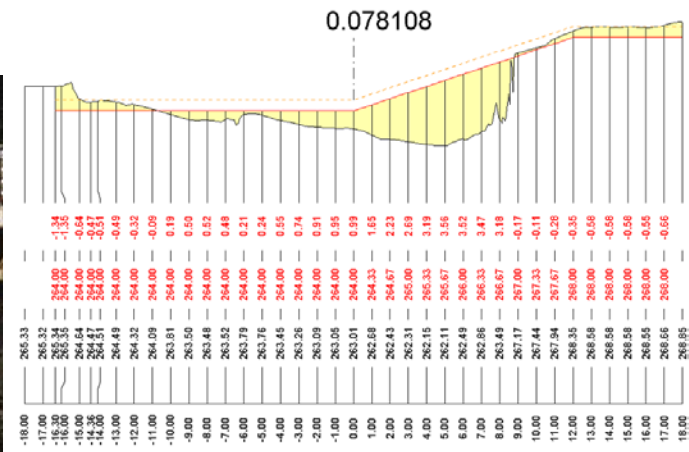
obr. 2 - mračno bodů



obr. 3 - 3D CAD model

Ukázky použití a zpracování

Přehradní nádrže

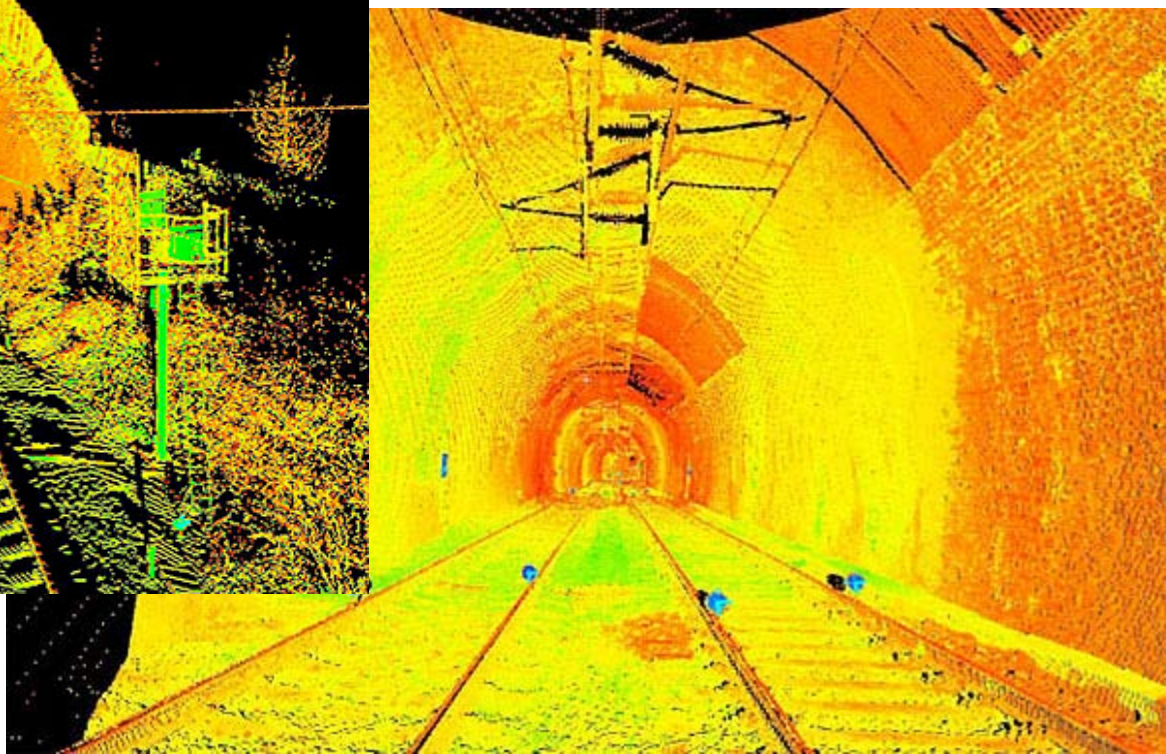
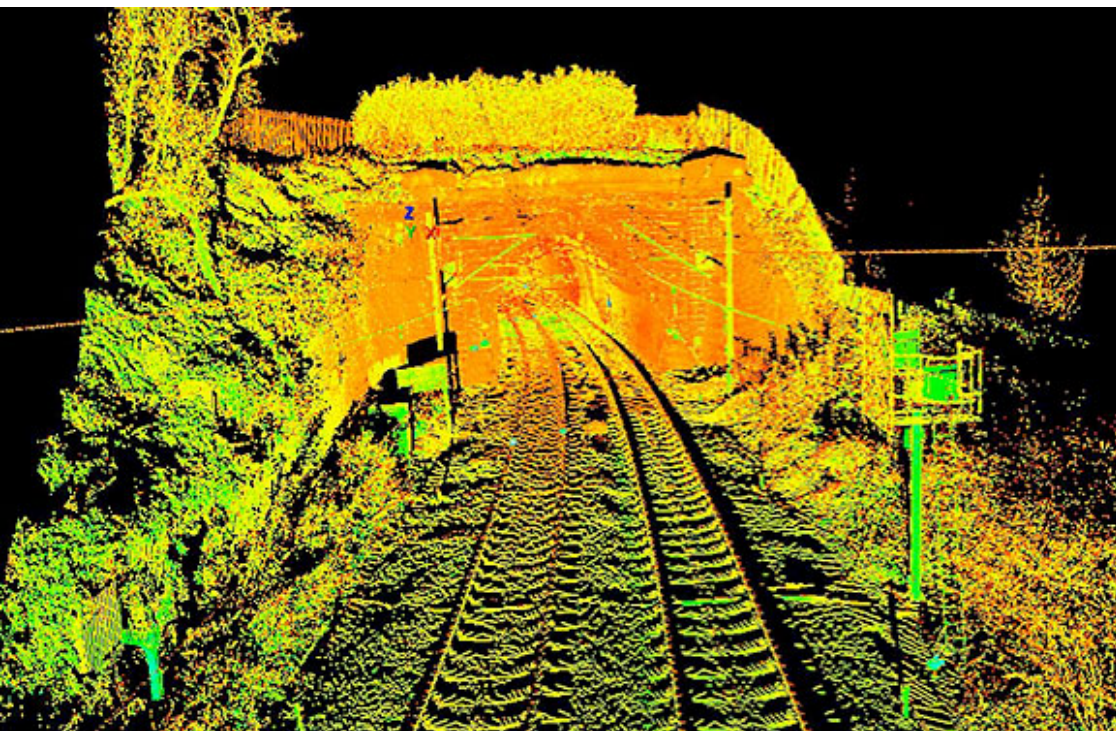


- zaměření dna přehrady, hypsometrická mapa odchylek

Ukázky použití a zpracování

Železnice

- zaměření železničního svršku a drážních technologií
- následný 3D model



Zdroje:

<http://www.cad.cz>

<http://www.la-ma.cz>

<http://www.gefos.cz/cs>

<http://www.geodezieledec.cz>

<http://www.stavebnictvi3000.cz>

<http://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/LSK>

Obrazové materiály bez zdroje jsou z autorova soukromého archivu staveb, na kterých se podílel.