

Mobilní mapování

Mobilní mapovací systém

terminologický slovník VUGTK:

zařízení určené k bezkontaktnímu podrobnému měření z mobilního prostředku, které se využívá k inventarizaci nemovitého majetku, monitorování koridorů, sběru geoprostorových dat (3D) a mapování infrastruktury dopravní komunikace (vodní, železniční, silniční, potrubní, energetické aj.), a to před, v průběhu nebo po ukončení její výstavby.

Sestava mobilního mapovacího systému

Podle aplikace se mapovací systém skládá z několika modulů:

- vlastní mobilní platforma
- mobilní laserové skenery
- digitální kamery (video, černobílé, barevné, infračervené, multispektrální, termální)
- odometry
- přijímače GNSS, inerciální měřicí jednotky (IMU)
- další speciální zařízení (např. georadar)
- výpočetní prostředky, které slouží k synchronizaci činností všech složek systému a ke správě zaznamenaných dat

Mobilní platforma

- automobily
- čtyřkolky
- speciální drážní vozidla
- lodě
- vrtulníky, RPAS

Mobilní mapovací systém
MOMAS



Mobilní laserové skenery

- princip stejný jako u pozemních laserskenerů – využívají se převážně pulsní
- dříve 3D (statické měření metoda stop-and-go, viz dále), v současné době spíše 2D skenery – snímají povrch v pohybu po trajektorii, třetí rozměr je získán změnou polohy v čase (kinematická metoda on-the-fly)
- přesnost závisí na:
 - parametry skeneru
 - Frekvence vysílaného laserového pulzu (př.: $f = 100 \text{ kHz} \rightarrow 100.000$ bodů za sekundu)
 - Směr a rozsah vysílaného paprsku (určen vnitřním systémem laseru případně otáčením celého přístroje kolem svislé osy)
 - časové a prostorové rozlišení (nastaveno pro dané skenování)
 - rychlost vozidla

V současnosti se používají desítky paralelních skenovacích jednotek, které jsou zacíleny do všech stran – eliminují tak případné nepokryté oblasti, zvyšují počet nasnímaných bodů a přesnost

Metody pořizení dat v MMS

1) STATICKÝ (“stop-and-go“)

Na vozidle je namontován jeden nebo více skenerů. Během doby skenování se pozice a orientace skeneru nemění. Po skenování se vozidlo přesune a pořídí se další sken. Poloha každého mračna bodů je určena v místním souřadnicovém systému, který má 6 (nebo 7) stupňů volnosti: 3 souřadnice referenčního bodu skeneru (počátek SS), 3 úhly rotace os (popřípadě změnu měřítka). Registrace a georeferencování každého mračna bodů může být založeno například na IPC (iterační algoritmus nejbližšího bodu) algoritmu v kombinaci s prostorovou podobnostní transformací založenou na vlčovacích bodech se známými souřadnicemi v globálním SS.

1) KINEMATICKÝ (“on-the-fly“)

Vozidlo se pohybuje po trajektorii bez zastavení a laserový skener skenuje nepřetržitě v rovinném profilu. Každý skenovaný bod je v individuálním SS a proto je nutné sledovat okamžitou polohu referenčního bodu skeneru a orientaci os skeneru v globálním systému s vysokou přesností a časovým rozlišením.

Digitální zobrazovací zařízení

- pro snadnější interpretaci dat z mračna bodů
- nutná přesná synchronizace se systémy GNSS a IMU (obdobné jako u ALS)
- více objektivů (bod je zachycen několikrát)
- rozlišení 5-10Mpix
- FOV (Field of view), sférické 360°
- frame rate (počet snímku za s)



Ladybug3



Dodeca 2360

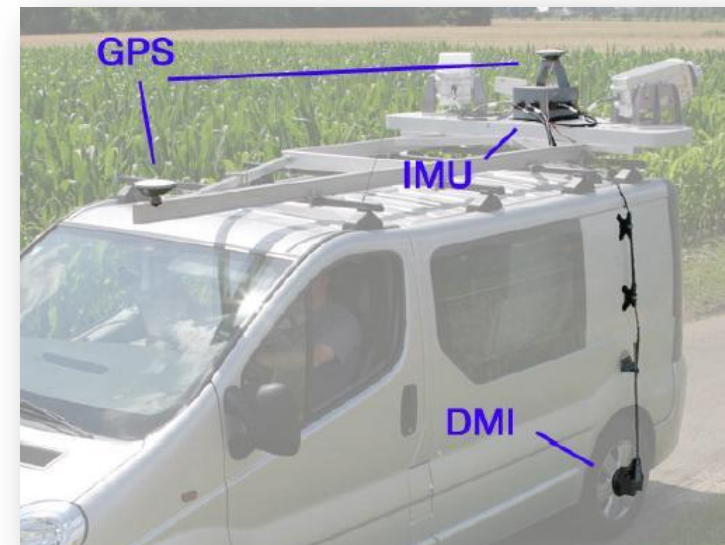
Odometr

- Odometr je zařízení sloužící pro měření vzdálenosti a rychlosti pohybu.
- Vzdálenost je určena na základě měření otáček kol.
- Jedná se o optický hranatý snímač s připojeným kabelem pro přenos dat, který je umístěný uvnitř duté tyče, která se připevňuje na zadní kolo vozidla.
- Výstupem jsou pulsy , které přepočítávají počet otáček na ujetou vzdálenost.
- Zpřesňuje v kombinaci s GNSS a IMU polohu a orientaci v prostoru



Přijímače GNSS, inerciální měřicí jednotky (IMU)

- Potřeba znát okamžitou polohu nosiče laserového skeneru
- IMU - zařízení obsahující pro inerciální navigaci gyroskopy a akcelerometry, které určují nezávisle na prostorové poloze senzoru jeho úhlové prvky vnější orientace vůči přijatému souřadnicovému referenčnímu systému
- GNSS – nutná korekční data (protokol RTCM, síť CzePOS, VRSNow Trimble aj., přenos internet, GSM, radiomodem)
- Propojení GNSS, IMU, odometru



FIRMY:

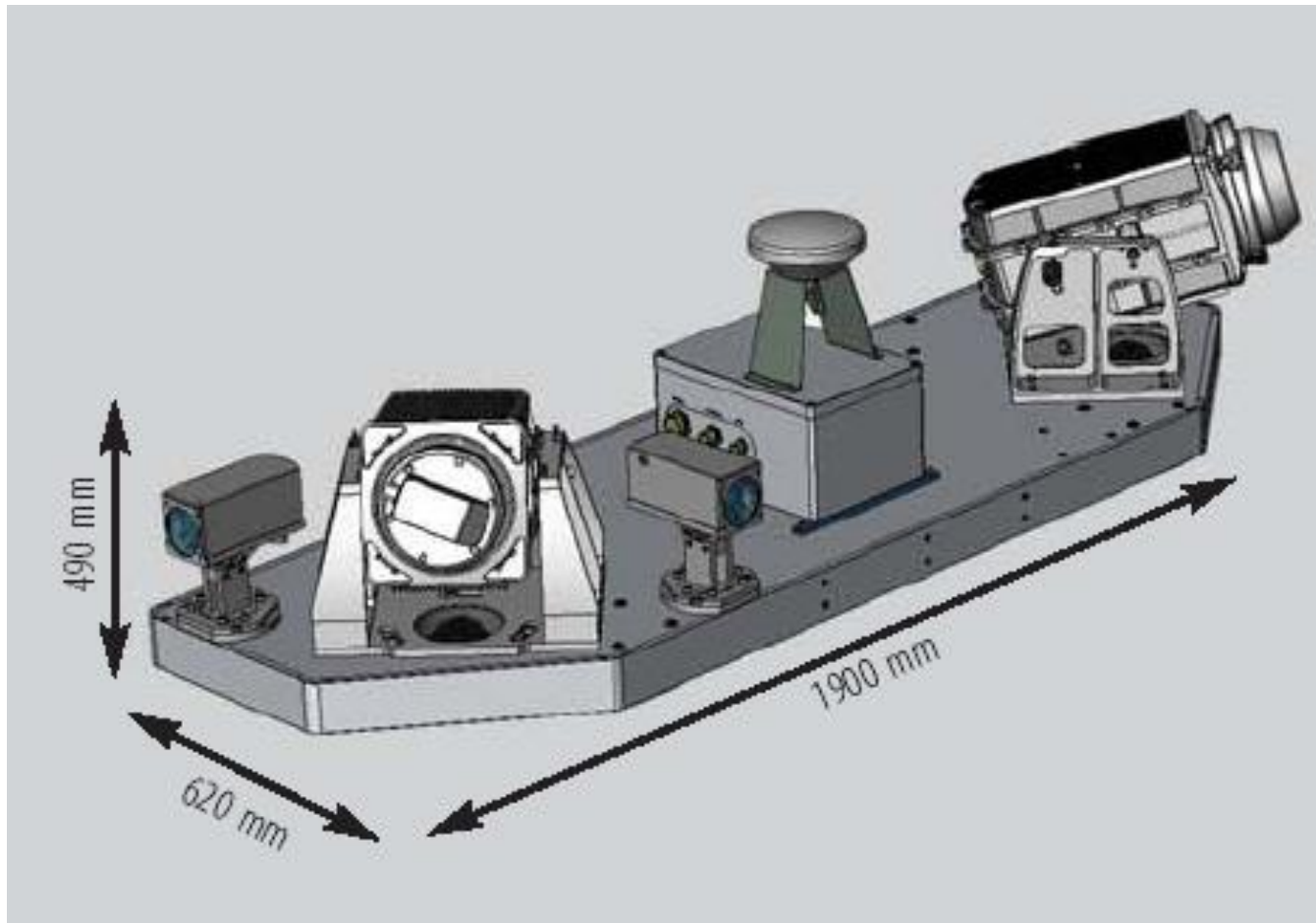
- RIEGEL LASER MEASUREMENT SYSTEMS
- OPTECH INC
- TOPCON
- MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION
- TOPSCAN
- 3D MAPPING SOLUTIONS
- TRIMBLE

Lynx Mobile Mapper- Optech

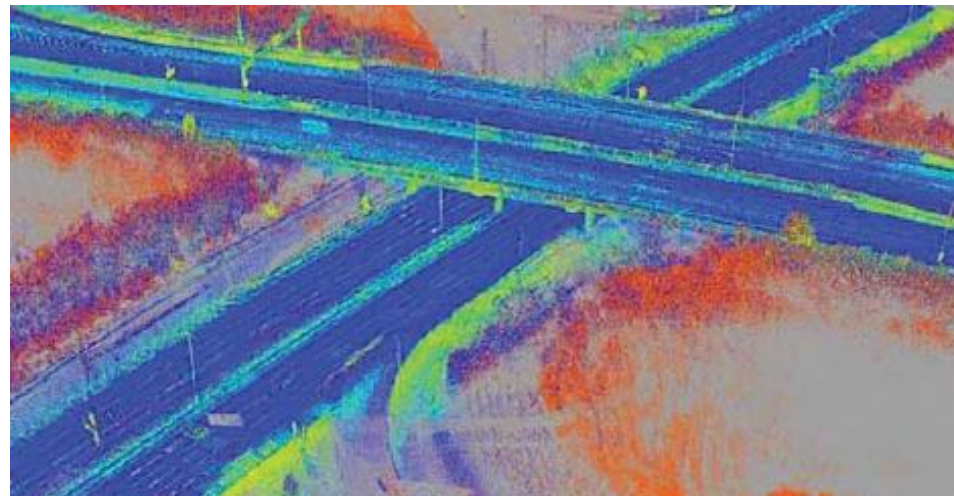
<http://www.cuzk.cz/O-resortu/Nemoforum/Akce-Nemofora/Seminare/Digitalni-mapa-verejne-spravy/13-Vodehnal.aspx>



Lynx Mobile Mapper- Optech



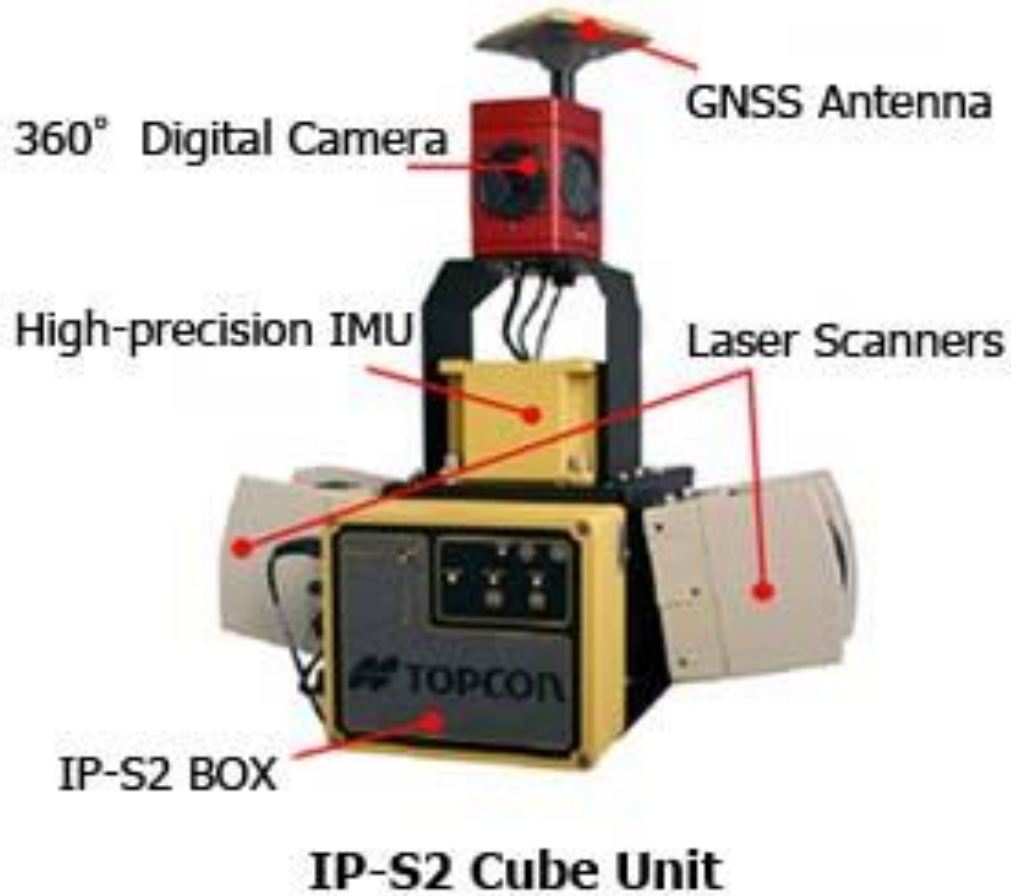
Lynx Mobile Mapper-komunikace



Železnice – mračno bodů



Topcon – IP-S2



*Mobilní mapovací systém
Topcon IP-S2*

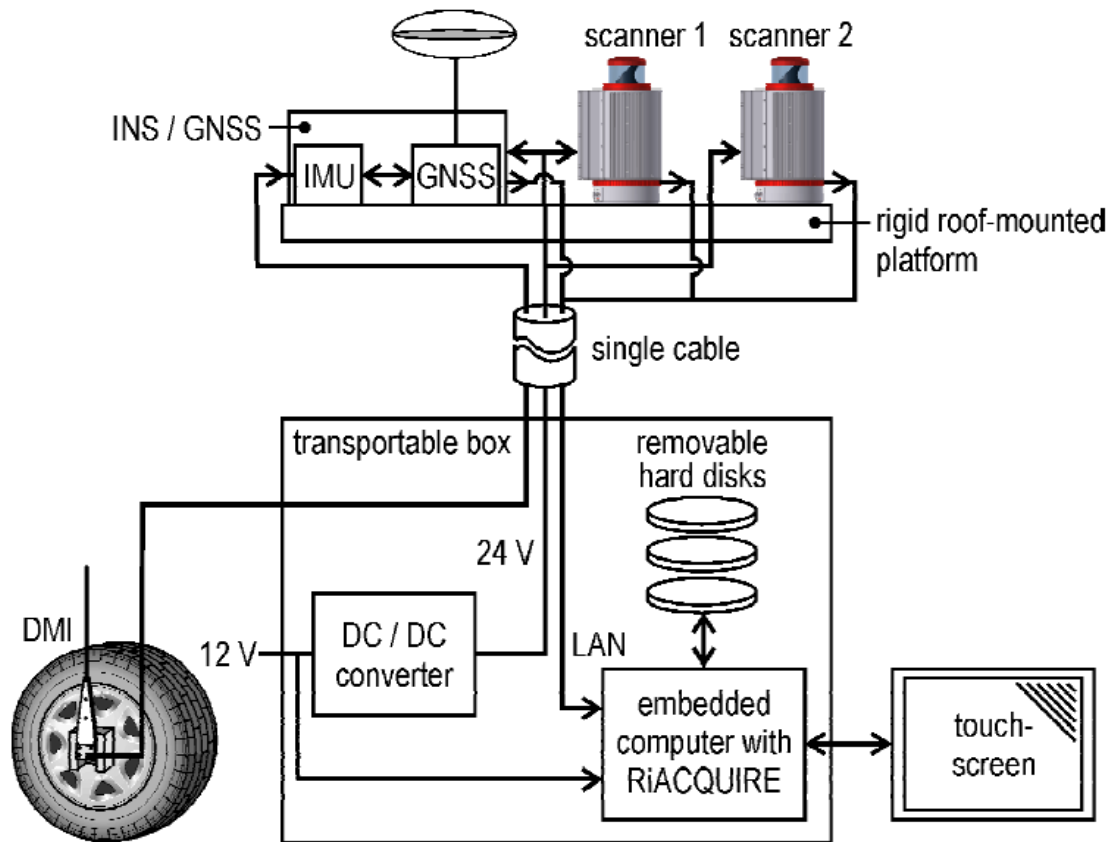


VMX-250 Mobile Scanning System

až 2 x 300 000 měření za sec



Riegl – schéma MMS



Terrestrial Scanning

Mobile Scanning

Airborne Scanning

Industrial Scanning

Riegl VQ-250 Mobile Scanning



2D laser scanner *RIEGL* VQ-250

eff. measurement rate	50 to 300 kHz
max. measuring range	500 m @ $\rho \geq 80\%$ and 50 kHz 75 m @ $\rho \geq 10\%$ and 300 kHz
max. number of targets per pulse	practically unlimited
accuracy	10 mm
precision	5 mm
laser product classification	Class 1 laser product
field of view (selectable)	up to 360° „full circle“, without any gap
scan speed (selectable)	up to 100 scans/sec
weight	approx. 11 kg

Specifications of the *RIEGL* VQ-250

Terrestrial Scanning

Mobile Scanning

Airborne Scanning

Industrial Scanning

Riegl VMX-250 Mobile Scanning



Mobile Laser Scanner
System *RIEGL* VMX-250

eff. measurement rate	100 to 600 kHz
max. measuring range	500 m @ $\rho \geq 80\%$ and 100 kHz 75 m @ $\rho \geq 10\%$ and 600 kHz
accuracy	10 mm
precision	5 mm
position (absolute)	typ. 20-50 mm
position (relative)	typ. 10 mm
roll & pitch	0.005°
heading	0.015°
weight "measuring head"	approx. 38 kg
weight "control unit"	approx. 18 kg

Specifications of the *RIEGL* VMX-250

Terrestrial Scanning

Mobile Scanning

Airborne Scanning

Industrial Scanning

Riegl VMX-250 Mobile Scanning mapování v Benátkách



Scaffold construction carrying the VMX-250 system mounted on deck for an optimal perspective on the facades.

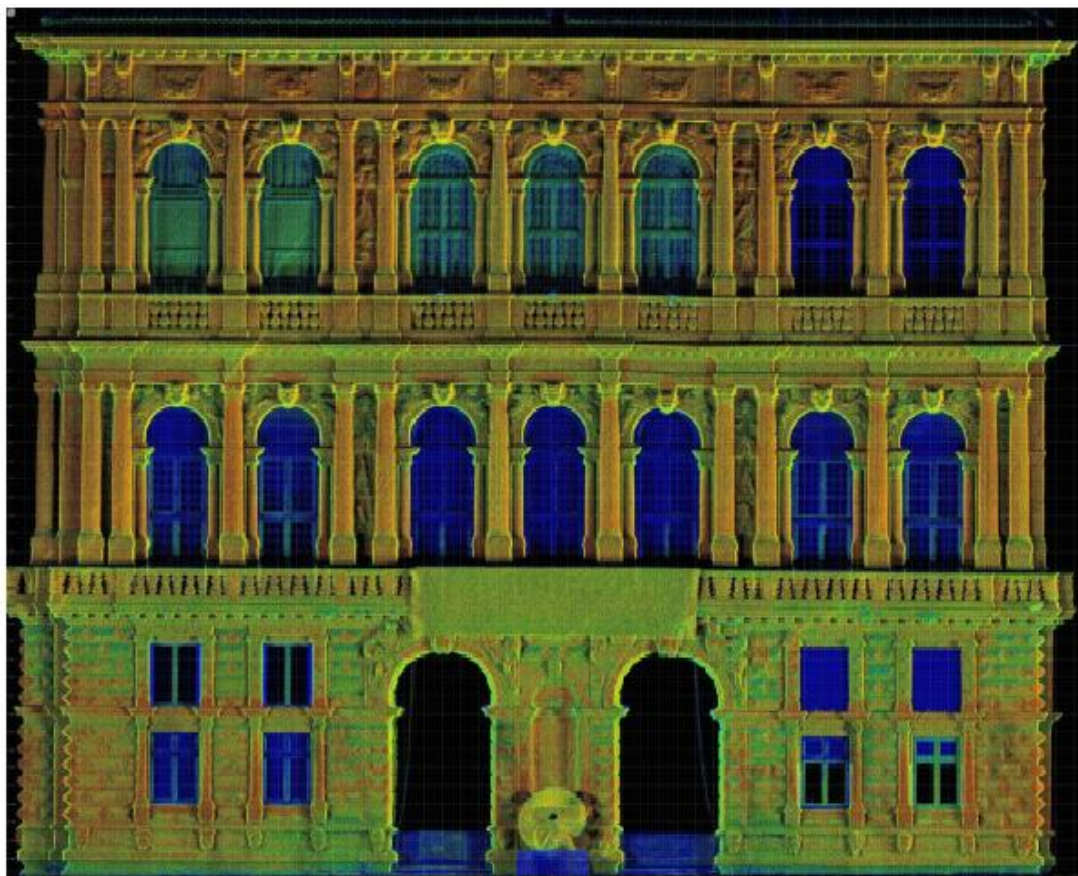
Terrestrial Scanning

Mobile Scanning

Airborne Scanning

Industrial Scanning

Riegl VMX-250 Mobile Scanning mapování v Benátkách



Orthogonal projection of the point cloud

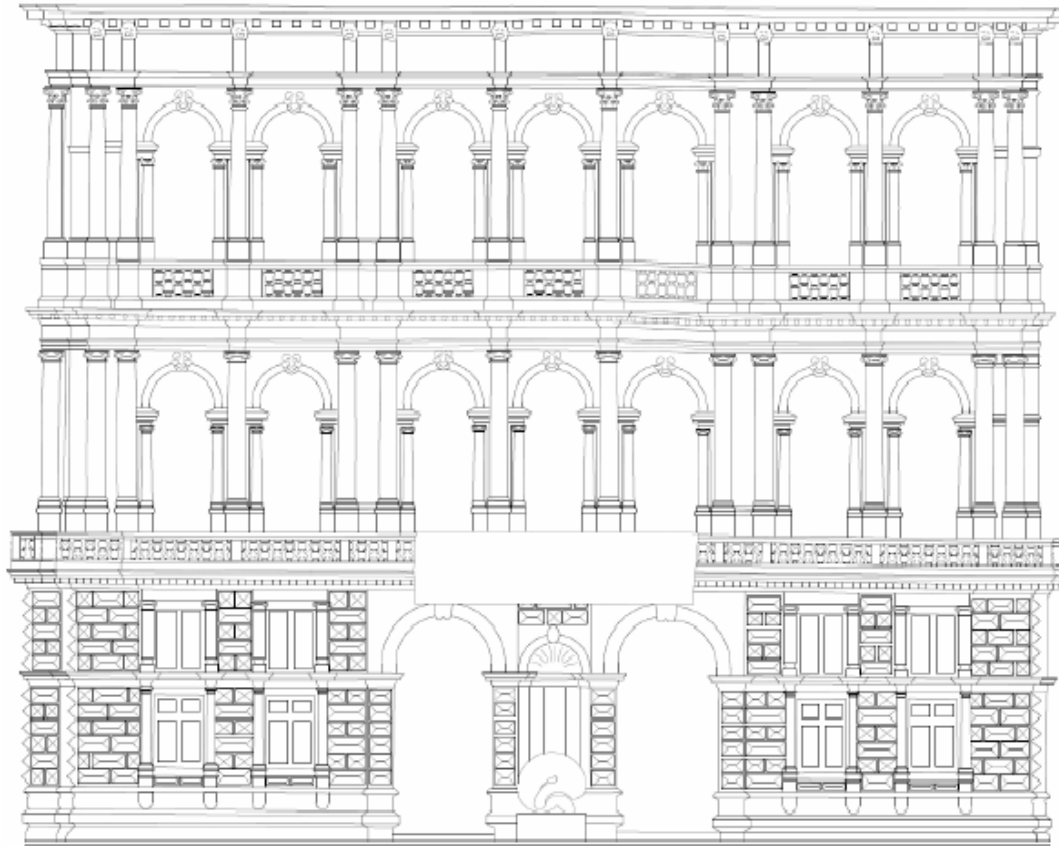
Terrestrial Scanning

Mobile Scanning

Airborne Scanning

Industrial Scanning

Riegl VMX-250 Mobile Scanning mapování v Benátkách



2D CAD drawing out of the point cloud

www.ekg-baukultur.com

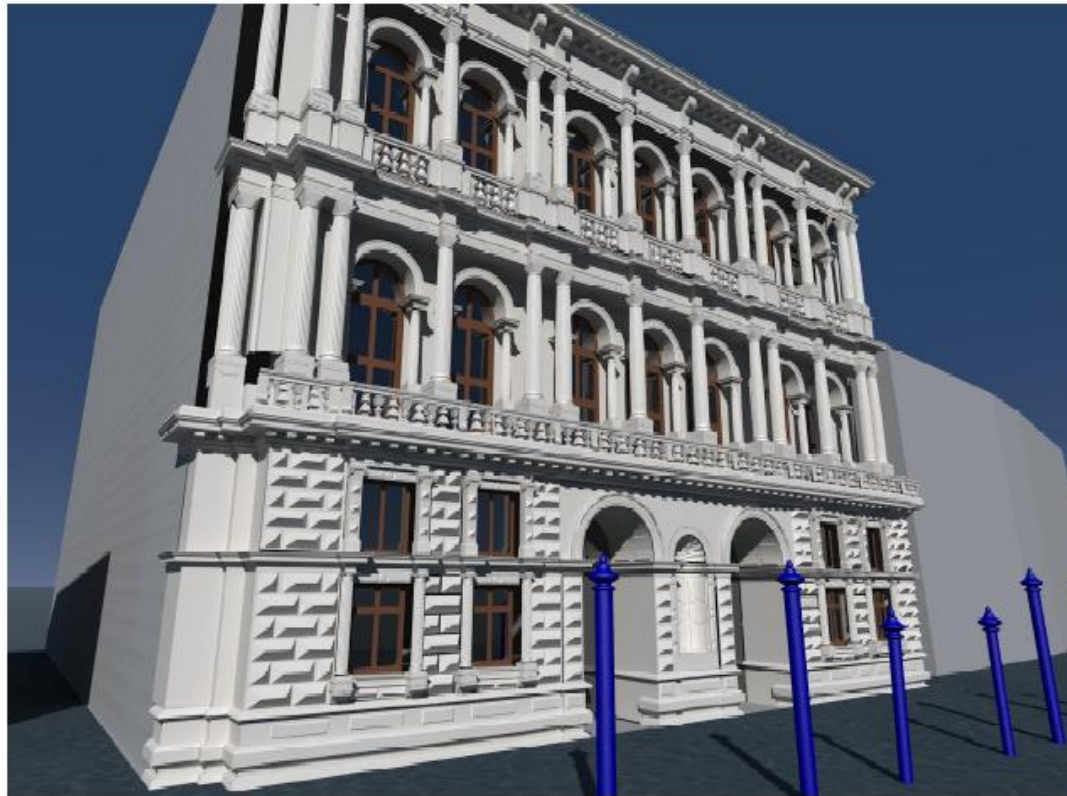
Terrestrial Scanning

Mobile Scanning

Airborne Scanning

Industrial Scanning

Riegl VMX-250 Mobile Scanning mapování v Benátkách



PHIDIAS



3D modelling by using „Monoplotting“

Terrestrial Scanning

Mobile Scanning

Airborne Scanning

Industrial Scanning

Georadar

<http://www.raplus.eu/file/prezentace-seminar-monitorovani-a-hodnoceni-stavu-vozovek-pozemnich-komunikaci-pre7/>



Zpracování dat

- na začátku kalibrace – nájezd osmiček apod.
- sběr dat ze všech senzorů v reálném čase = nejčastěji PC (notebook), důležitá časová synchronizace všech komponentů
- neselektivní sběr dat (geodetický způsob x MMS) = komplexní mapování, poté následné vyhodnocení a extrahování potřebných geodat
- matematický algoritmus kombinuje synchronizované informace ze všech senzorů, potřebných pro prostorové referencování k odvození trajektorie skeneru a orientace os ve zvoleném referenčním systému, další výpočty dat z laserskenerů a digitálních kamer navázané na orientovanou trajektorii
- postprocessing – zpracování mračna bodů, ortofoto, odstranění chyb (vliv atmosféry, geometrie, ...)
- vizualizace – 3D modely, panorama, rastrové modely, profily....
- <https://www.youtube.com/embed/iWEoO-l2vs4?rel=0>

Přesnost

- Závisí podobně jako u leteckého skenování na parametrech přesnosti jednotlivých systémů – GNSS, IMU, Laser skener, Odometr, příp. určení přesnosti vlíčovacích bodů
- Obecně výrobci udávají přesnost celého systému za optimálních podmínek 2-10 cm
- Techniky filtrování a vyhlazování dat (Kálmanovy filtry) pro přesnější určení trajektorie – dopředné i zpětné predikce – obdobný princip při navigaci přijímačem GNSS
- Požadovaná přesnost ovlivňuje rychlost mapování – běžná zastavěná část 40-80km za den (pro 3. třídu přesnosti – $m_{xy}=14\text{cm}$), dálnice až 120km

Využití mobilního mapování

- podrobné zaměření polohopisu a výškopisu
- dokumentace fasád budov
- mapování uličních front
- tvorba 3D modelů měst, 3D modelu terénu
- zaměřování provedení staveb, železničních a inženýrských sítí, sledování posunů, změn
- pasportizace dopravního značení, veřejného osvětlení, zeleně

Mapovací společnosti:

Google, TeleAtlas, NAVTEQ,

ČR – Seznam.cz (TopGIS), Geodis, Geovap (Quantum 3D Mapping),

Výhody a nevýhody MMS

- + rychlost
- + přesnost
- + efektivnost
- + možnost měřit v noci
- + agregace multimediat
- počáteční větší investice
- nároky na obsluhu a zpracování
- mapování pouze toho, co je vidět z komunikace