



EVROPSKÁ UNIE  
Evropský fond pro regionální rozvoj  
Operační program Podnikání  
a inovace pro konkurenceschopnost



MINISTERSTVO  
PRŮMYSLU A OBCHODU

**Digitální technická mapa Královéhradeckého kraje (DTM); číslo projektu CZ.01.4.03/0.0/0.0/19\_259/0025435**

# PROVÁDĚCÍ PROJEKT (verze 2.0 z 22.12.2022)

„Pořízení dat pro projekt Digitální technická mapa Královéhradeckého kraje“

**Zadavatel: Královéhradecký kraj**

se sídlem Pivovarské náměstí 1245, 500 03 Hradec Králové

IČ: 708 89 546



**Zhotovitel: Sdružení SG pro DTM Královehradeckého kraje**

zastoupeno Správcem sdružení společností

GMtech s.r.o., se sídlem Michelská 29/6, 140 00 Praha 4

IČ: 020 06 154





## 2.2 Laserové skenování

### 2.2.1 Mobilní laserové skenování

Pro získání informací, nutných pro 3D dokumentaci, bude využit mobilní mapovací systém (dále jen MMS) s relativní přesností 5 mm. Systém tvoří dvojice laserových skenerů, inerciální jednotka IMU, externí odometr, GNSS přijímač (GPS i GLONASS) a panoramatická kamera. Měřické práce se uskuteční při suché vozovce a podmínkách vhodných pro pořízení 3D prostorových informací.

Sběr dat bude probíhat na komunikacích II. a III. tříd, a to jak v zastavěných (intravilán), tak nezastavěných (extravilán) oblastech. V zastavěných oblastech sídelních ORP budou dále sbírána data na komunikacích I. tříd spolu s místními a účelovými komunikacemi s cílem získání ucelených dat pro vyhodnocení celého veřejného prostoru (uliční fronty). Pokud to technické podmínky dovolí, tak bude probíhat sběr dat MMS také na účelových komunikacích v areálech kraje. V těch případech, kde nebude možné kompletní areál kraje zaměřit metodou MMS bude použita kombinovaná metoda, a to statické laserové skenování a klasické geodetické metody.

Silnice I. tříd v zastavěných oblastech sídelních ORP a silnice II. třídy v zastavěných a nezastavěných oblastech budou najížděny v obou směrech. Ostatní silnice budou najížděny jednosměrně.

Silnice I. tříd budou najížděny mobilním mapovacím systémem z důvodu (s cílem) vyhodnocení prvků ZPS mimo vymezené území ŘSD v okolí silnic I. tříd v intravilánu sídel ORP.

Měření bude probíhat v pečlivě naplánované mapovací jízdě. Navigátor bude vést řidiče, zaznamenávat trasu a kontrolovat průběh celého procesu sběru dat. Proces prostorové dokumentace bude zahájen a ukončen dle standardních procedur doporučených výrobcem systému.

V případě, že dané území/komunikace bude nezpevněného charakteru nebo malého liniového rozsahu, budou pro vyhodnocení využita data z aktuálního leteckého snímkování a LiDAR náletu.

Základním výstupem sběru metodou MMS bude soubor prostorových souřadnic ve formě tzv. mračen bodů v intenzitě odrazu a trajektorie nájezdu, která bude nést informace o poloze, GNSS času a hodnoty náklonů. Trajektorie nájezdu a laserové mračno bude následně zpřesněno na síť vlíčovacích bodů, čímž bude docílena návaznost na státní polohový a výškový systém a současně splněn požadavek na globální přesnost datové sady.



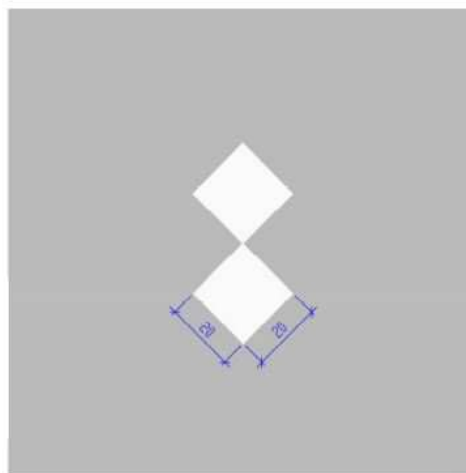
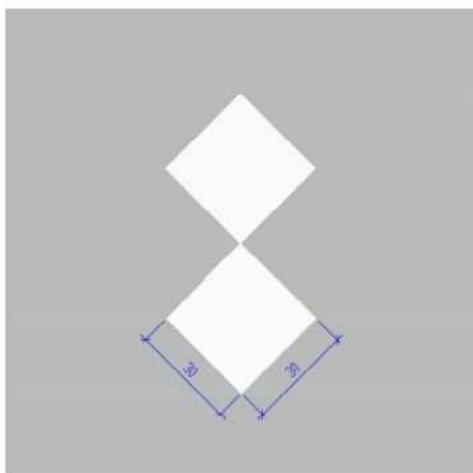
**Digitální technická mapa Královéhradeckého kraje (DTM); číslo projektu CZ.01.4.03/0.0/0.0/19\_259/0025435**



Obrázek 15: Mobilní mapovací vozidla (GEODROM s. r. o., GEOVAP, spol. s r. o)



Ukázka provedené signalizace VLB na vozovce



Obrázek 16: Vlíčovací bod MMS - parametry, ukázka signalizace na vozovce



**Digitální technická mapa Královéhradeckého kraje (DTM); číslo projektu CZ.01.4.03/0.0/0.0/19\_259/0025435**

Pro správné usazení mračna bodů do souřadnicového a výškového systému budou na komunikacích stabilizovány a signalizovány vlíčovací body (VLB). Vedle těchto bodů budou dále stabilizovány a signalizovány tzv. kontrolní body (KB). Ty slouží pro ověření přesnosti usazeného mračna bodů. Všechny tyto body budou stabilizovány a signalizovány před zahájením sběru dat metodou mobilního mapování.

VLB a KB budou pořízeny s minimální přesností odpovídající  $m_{xy} = 0,08$  m a  $m_h = 0,07$  m, jak udávají zadávací podmínky, a to v S-JTSK a Bpv. Pro jejich návrh rozmístění není rozhodující třída komunikace.

V případě, že u bodů trajektorie bude splněn parametr nejméně 6 družic GNSS a hodnota PDOP, GDOP bude menší než 3, lze považovat přesnost nájezdu za dostatečnou pro využití datové sady bez nutnosti vlíčování. V tomto případě bude přesnost posouzena porovnáním souřadnic na kontrolních bodech, jejichž souřadnice byly určeny nezávislým měřením, a doložena v přehledné tabulce k posouzení kvality nájezdu MMS. Pro výše uvedené podmínky platí, že mohou být překročeny pouze výjimečně a pouze v úseku, který není delší než 60 vteřin a jsou v něm zaznamenána nepoškozená data z IMU. V případě nedodržení těchto podmínek po souvislou dobu delší než 60 vteřin, bude v daném úseku využit potřebný počet vlíčovacích bodů, které budou použity pro vlíčování příslušné části mračna bodů.

Vlíčovací (VLB) a kontrolní (KB) body jsou rozmístěny takto:

VLB mimo lesní úseky – vzdálenost mezi dvěma sousedícími VLB není větší než 4 000 metrů a zároveň je v každém mimo lesním úseku minimálně jeden VLB

VLB v lesních úsecích - vzdálenost mezi dvěma sousedícími VLB není větší než 500 metrů

KB mimo lesní úseky – počet KB odpovídá polovině počtu VLB daného úseku (zaokrouhleno nahoru) a zároveň je v každém mimo lesním úseku minimálně jeden KB

KB v lesních úsecích - počet KB odpovídá polovině počtu VLB daného úseku (zaokrouhleno nahoru) a zároveň je v každém lesním úseku minimálně jeden KB

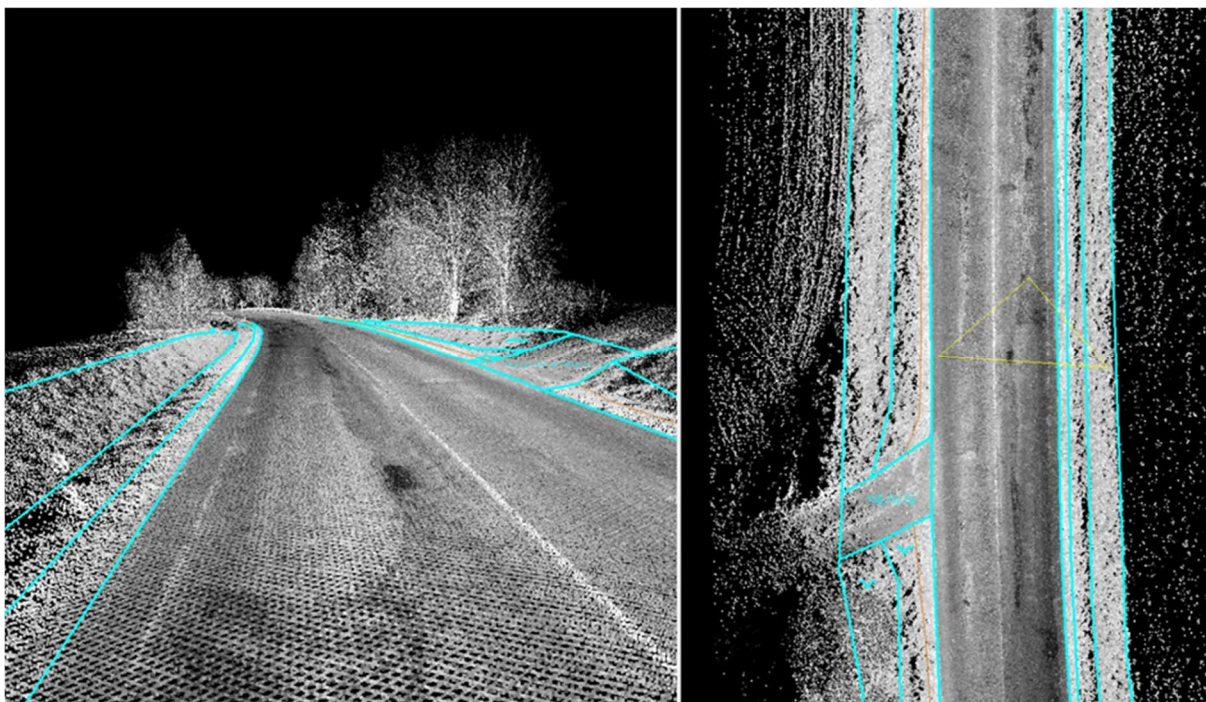
Obecně platí, že minimální odstup KB a VLB je 100 metrů.

Výstupem z měření pomocí MMS bude laserové mračno bodů v intenzitě odrazu rozřezané na logické celky, hodnoty externích orientací (EO) a panoramatické snímky, které budou splňovat požadavek na GDPR.

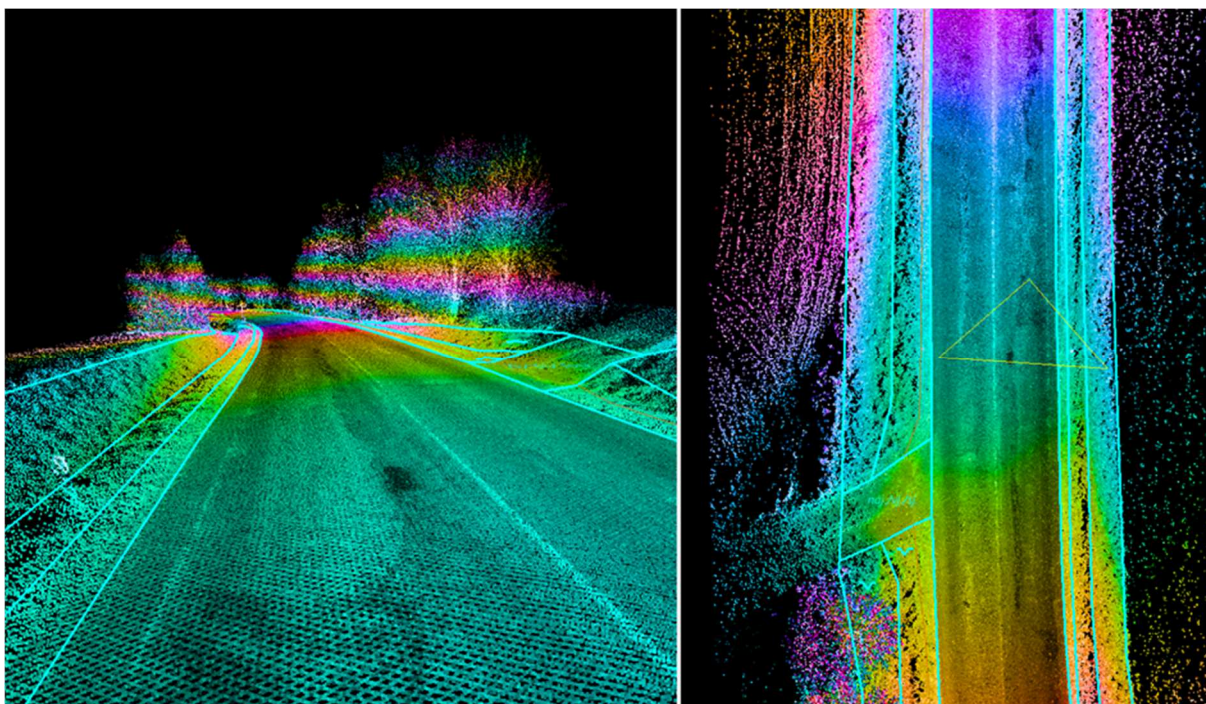




**Digitální technická mapa Královéhradeckého kraje (DTM); číslo projektu CZ.01.4.03/0.0/0.0/19\_259/0025435**



*Obrázek 17: Mračno bodů v intenzitě odrazu a 3D vyhodnocení*

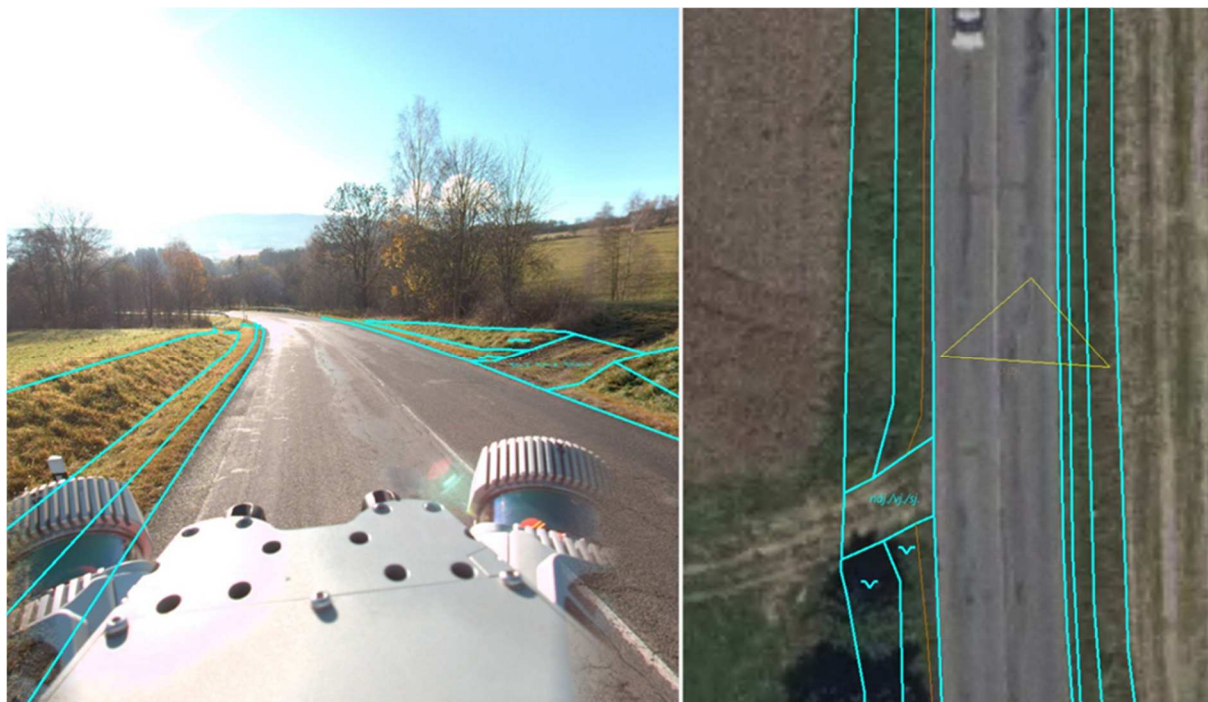


*Obrázek 18: Mračno bodů zobrazené dle výšky a 3D vyhodnocení*

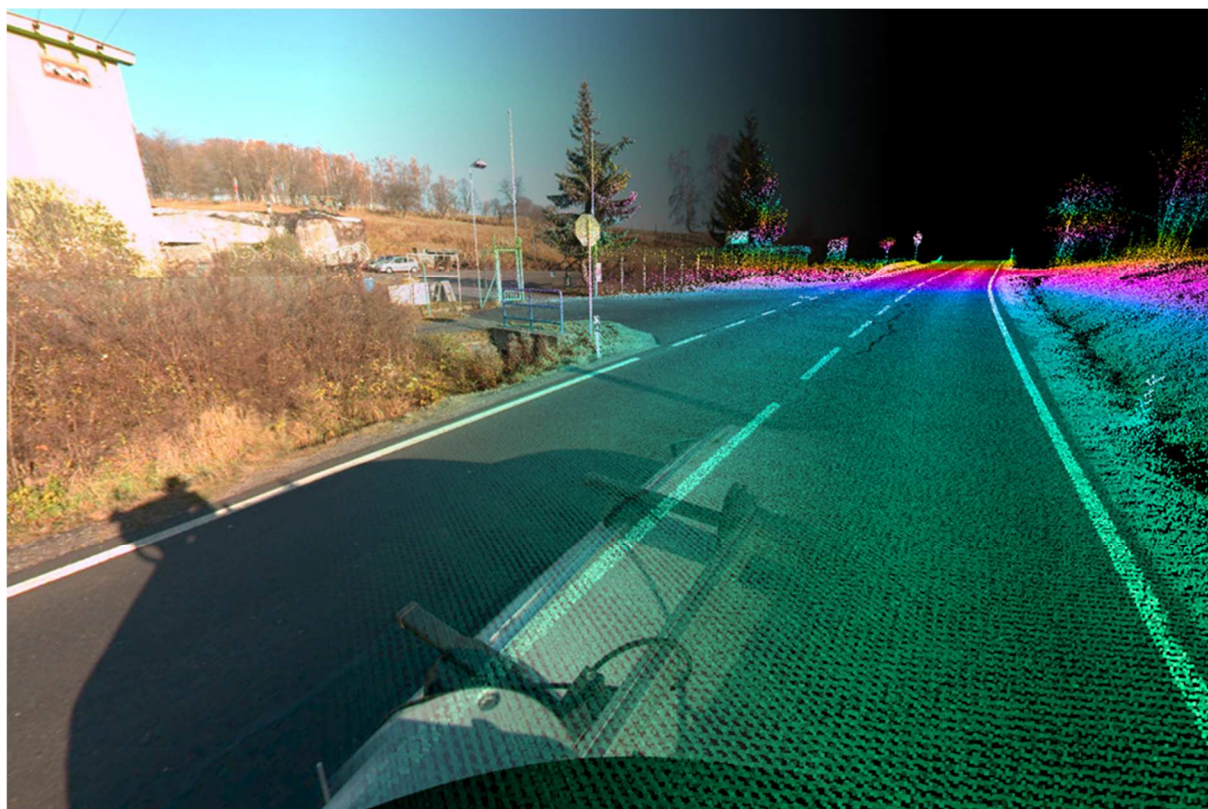




**Digitální technická mapa Královéhradeckého kraje (DTM); číslo projektu CZ.01.4.03/0.0/0.0/19\_259/0025435**



Obrázek 19: Panoramatické foto a 3D vyhodnocení



Obrázek 20: Panoramatické foto a laserové mračno bodů



## **Digitální technická mapa Královéhradeckého kraje (DTM); číslo projektu CZ.01.4.03/0.0/0.0/19\_259/0025435**

### **2.2.2 Statické laserové skenování**

V zastavěné a nezastavěné části, v areálech krajů, kde nebude možné využít pořízené datové sady MMS a dat z letecké fotogrammetrie a bude vhodnější využití metody statického laserového skenování oproti klasickým geodetickým metodám bude využita tato metoda.

Jedná se především o místa, která jsou zakrytá vysokou vegetací, vysokou okolní zástavbou a jiná situační místa v území kde lze s výhodou využít statické laserové skenování.

V rámci této metody jsou jednotlivé skenovací pozice spojeny pomocí identických bodů nebo podobnostní transformací. Výsledkem je spojené laserové mračno bodů zájmového území v intenzitě odrazu nebo RGB.

Usazení takto pořízeného laserového mračna do S-JTSK a Bpv bude provedeno pomocí vlíčovacích bodů nebo podobnostní transformací na identické body z laserového mračna pořízeného metodou MMS. Zaměření vlíčovacích bodů odpovídá požadavkům definovaným v kap. 2.2.1. Výsledkem přesnosti usazení do S-JTSK a Bpv je protokol o transformaci laserového mračna bodů pořízeného statickým laserovým skenováním.

### **2.3 Geodetické měření**

Práce v rozsahu klasického geodetického měření budou sloužit zejména pro:

- vybudování základní sítě vlíčovacích bodů (dále VLB) a kontrolních bodů (KB). Jedná se o soubor prostorových bodů, které budou v terénu jednoznačně signalizované bílým sprejem podle předem definované šablony a dočasně stabilizované nastřelovacím hřebem na rovinatých zpevněných površích (ve středu dané šablony). Plošné rozmístění a hustota VLB se bude odvíjet od použité metody sběru dat, se zřetelem na jejich vzájemné provázání (z důvodu homogenosti celé sítě VLB). Současně se zaměřením VLB budou zaměřeny i kontrolní body, které budou sloužit pro posouzení přesnosti a globální homogenosti kvality 3D datových sad.

Zaměření VLB a KB bude splňovat požadavky metodiky pořízení dat, která je přílohou zadávací dokumentace.

- vzhledem k možným úskalím neselektivních metod se využijí klasické geodetické metody také při doměřování nepřístupných míst. Veškeré terénní práce budou vycházet z bodů sítě VLB, aby byla docílena návaznost jednotlivých měření. Místa pro doměřování budou určena během procesu vyhodnocení nového mapování a konsolidace dat.
- Využití klasických geodetických metod ve větší míře se dále předpokládá při mapování ZPS v areálech KHK, jelikož se uvažuje jejich celoplošné zmapování a ne vždy je možné neselektivními metodami pořídit data v rozsahu celých areálů (uvažuje se s jejich využitím především v místech uličních front). Některé areály zůstanou těmto metodám zcela nedostupné (např. vojenský prostor v lese, atp.), je třeba dbát na propojení měření s ostatními metodami měření.





**Digitální technická mapa Královéhradeckého kraje (DTM); číslo projektu CZ.01.4.03/0.0/0.0/19\_259/0025435**



*Obrázek 21: VLB pro LMS v terénu*

Při kontrolním měření nejednoznačně identifikovatelných bodů dochází k nepřesnému určení jednotlivých bodů. Jedná se zejména o příkopy, zejména souřadnice „Z“ - výšková hodnota, ale nepřesnosti se týkají také souřadnic „X“ a „Y“ – zanášení/prohrábka příkopů, vysoká tráva/sečení, orba atp.

Dále dle kontrolního protokolu dochází k úpravě koeficientu pro výpočet rozložení chyb statistického testování pro nejednoznačně identifikovatelné body

Ve 2x násobku střední chyby – musí být 95 % odchylek – u jednoznačně identifikovatelných bodů

Ve 3x násobku střední chyby – musí být 95 % odchylek – u nejednoznačně identifikovatelných bodů.

## 2.4 Kontrola primárních dat, kontrola přesnosti, ověření ÚOZI

### 2.4.1 Popis kontrol fotogrammetrie

V rámci kontroly dat pořízených metodou letecké fotogrammetrie budou zkontrolovány pořízené letecké snímky s ohledem na dodržení parametrů leteckého snímkování stanovených metodikou ČÚZK, zadávací dokumentací a tímto prováděcím projektem (kvalita snímků, rozlišení, překryt atp.).

Důraz při kontrole bude především na proces AAT s ohledem na dodržení přesnostních parametrů. Kontrolovány budou dosažené odchylky na vlícovacích a kontrolních bodech v souladu s požadavky metodiky ČÚZK. Protokol o této kontrole bude ověřen ÚOZI.





**Digitální technická mapa Královéhradeckého kraje (DTM); číslo projektu CZ.01.4.03/0.0/0.0/19\_259/0025435**

#### 2.4.2 Popis kontrol dat získaných metodou mobilního mapování

Přesnost bude posouzena porovnáním souřadnic na kontrolních bodech, jejichž souřadnice budou určeny nezávislým měřením. Výsledek kontrol bude doložen v tabulce s přehledovou mapou včetně vyhodnocení odchylek na jednotlivých kontrolních bodech a bude ověřen ÚOZI.

#### 2.5 Předání a převzetí dat zadavatelem

Zhotovitel předá zadavateli data v souladu s uvedenými termíny v kapitole 4.1 – Harmonogram předávání dat dle ORP. Data budou průběžně předávána prostřednictvím datového úložiště Trimble Connect, který k tomuto účelu zřídil zhotovitel a zajistil přístupy pro osoby na straně zadavatele. Finální předání bude provedeno na samostatných nosičích dat (HDD) o potřebné velikosti, které zhotovitel protokolárně předá zadavateli.

Zadavatel, v souladu s kapitolou 3.8 – Přebírání a akceptace dat zadavatelem, je povinen spolupůsobit aktivně při akceptačním procesu a následném přebírání dat.

Mapovaná data budou kategorizována dle JVF DTM verze 1.4.2.

#### 2.6 Souhrn předávaných dat

Zhotovitel předá v souladu s termíny dle odsouhlaseného harmonogramu data související s realizací projektu prostřednictvím datového úložiště Trimble Connect nebo samostatných nosičů dat. Jedná se o tato data.

##### **Primární data (podkladová data):**

##### Fotogrammetrie:

- OFM – bezešvá OFM s GSD=5 cm ve formátu TIFF RGB (8bit na kanál) s vnitřní bezeztrátovou kompresí, která je nutná k editačním a kontrolním pracím při konsolidaci dat DTM (oproti konvenční mapě je vidět prakticky celá plocha komunikací v zastavěných částech měst) – předpokládaná velikost 6 TB
- Šikmé LMS ve formátu TIFF RGB s georeferencí \*.tfw - 8bit na kanál ve prospěch městské informatiky a modelování a měření pro DTM – předpokládaná velikost 40 TB
- Svislé LMS ve formátu TIFF RGBI s georeferencí \*.tfw - 8bit na kanál – předpokládaná velikost 105 TB
- Náhledy k jednotlivým snímkům ve formátu JPG s georeferencí \*.jgw – předpokládaná velikost 150 GB
- Georeferencované mračno bodů z dat LiDAR ve formátu LAZ – předpokládaná velikost 2 TB
- Seznam použitých HW a SW prostředků – zanedbatelná velikost
- Kalibrační protokoly použitých zařízení – zanedbatelná velikost
- Digitální model terénu v pravidelné čtvercové síti 0,5 m x 0,5 m (GRID) ve formě souřadnic X,Y,Z ve formátu TXT, kdy X,Y jsou souřadnice v S-JTSK a Z je výška v BpV s úplnou střední chybou výšky 12 cm, eventuálně ve formě souřadnic bodů X,Y,Z ve formátu LAZ 0,5m grid GeoTiff – předpokládaná velikost max. 1 TB
- Digitální model povrchu – ve stejném formátu jako Digitální model terénu – předpokládaná velikost max 1 TB



**Digitální technická mapa Královéhradeckého kraje (DTM); číslo projektu CZ.01.4.03/0.0/0.0/19\_259/0025435**

- 3D mesh ve formátu OGC 3D Tiles na 15 ORP – předpokládaná velikost max. 2 TB

Přesnost ortofotomapy, DMR, DMT (zanedbatelná velikost):

- Rozbor přesnosti ortofotomapy (dosažené odchylky v poloze na kontrolních bodech a slovní vyhodnocení dosažené přesnosti s potvrzením ÚOZI);
- Rozbor přesnosti DMR a DMT (dosažené odchylky ve výšce na kontrolních bodech a slovní vyhodnocení dosažené přesnosti s potvrzením ÚOZI)

Mobilní mapování silnic:

- laserové mračno bodů v intenzitě odrazu rozřezané na logické celky (formát LAZ), hodnoty externích orientací (formát TXT), vše v souřadnicovém systému JTSK, předpokládaný objem dat – 800 MB/km, počet cca km 4 800 km, celkem 3,8 TB)
- panoramatické snímky (upraveny dle požadavků na GDPR), ve formátu JPG, předpokládaný objem dat – 1 GB/km, počet cca km 4 800 km, celkem 4,8 TB)

**Výsledná vektorová data v JVF DTM 1.4.2 (formát ZIP – max. 1 TB).**