

Metodika k SGR č. 8/2011 „Zásady pro zajištění kontroly geometrických parametrů s využitím technologií 3D měření při realizaci staveb ŘSD ČR“ I. díl – fáze výstavby (dále jen „Metodika“)

Obsah

I. ÚČEL A POJMY	3
1. Úvod	3
1.1 Účel vydání Metodiky	3
1.2 Definice pojmů	4
II. REALIZAČNÍ ČÁST	9
2. Výběr druhu měření aplikovaných na stavbách	9
2.1 3D měření ve fázi PŘÍPRAVY STAVBY	12
2.2 3D měření ve fázi PŘED ZAHÁJENÍM REALIZACE STAVBY	12
2.3 3D měření ve fázi V PRŮBĚHU REALIZACE STAVBY	13
2.4 3D měření ve fázi PŘI DOKONČENÍ REALIZACE STAVBY	13
2.5 3D měření ve fázi PROVOZU A ÚDRŽBY	14
3. Převod projektové dokumentace pro provedení stavby (PDPS) vytvořené ve 2D do 3D digitálního modelu projektu (DMP)	14
4. Vymezení etap výstavby, uplatnění měření a navazujících činností	15
4.1 Příklady využití 3D měření	15
4.2 Příklady využití georadaru	16
4.3 Dělení činností 3D měření	16
5. Postupy a metody 3D měření PŘED ZAHÁJENÍM a V PRŮBĚHU REALIZACE STAVBY	17
5.1 Metody měření	17
5.2 Termín měření	19
5.3 Podmínky měření	19
5.4 Postup měření v případě zastíněného terénu	20
5.5 Identické a kontrolní body	20
5.6 Kontrola kvality měření	20
5.7 Ověřitelnost výstupních informací po zakrytí konstrukcí	20
5.8 Možné zdroje chyb a hodnocení metod měření	21
6. Popis zahájení měření, vyhodnocení výsledků, distribuce a zálohování dat	21
6.1 Zahájení projektu	21
6.2 Zahájení měření	22
6.3 Vyhodnocení výsledků	22
6.4 Kontrola kvality výsledků	22
6.5 Distribuce dat	23
6.6 Zálohování dat	23

7.	Výsledky, jejich archivace, závaznost a ověření	23
7.1	Výsledky.....	23
7.2	Archivace dat.....	24
7.3	Dokumentace kontroly přístrojů	25
7.4	Ověření výsledků	25
III.	OBCHODNÍ ČÁST	26
8.	Specifikace činností pro vytvoření položkového rozpočtu a zadávací dokumentace pro výkon 3D měření	26
8.1	Zadávací dokumentace stavby pro výkon 3D měření	26
8.2	3D měření ve fázi PŘED ZAHÁJENÍM REALIZACE STAVBY.....	27
8.3	3D měření ve fázi V PRŮBĚHU REALIZACE STAVBY	27
9.	Financování a určení investorské ceny.....	27
10.	Hodnocení nabídek.....	28
11.	Udělování výjimek	28
IV.	PŘÍLOHY	29
Příloha 1.	Příklady zadávací dokumentace stavby pro zadání služby 3D měření	29
Příloha 1.1	Příklad pro zadání služby TECHNICKÉHO 3D měření.....	29
	Aplikace „Monitoring kubatur“ a „Kontrola kvality“ pro rekonstrukci silnice	29
	Aplikace „Startovací měření před realizací–MR“	29
Příloha 2.	Příklady zadávací dokumentace stavby pro zadání služby zaměření georadarem ...	31
Příloha 2.1	Příklad pro zadání služby GEORADAROVÉHO měření	31
	Aplikace „Startovací měření před realizací–MR“	31
Příloha 3.	Schéma převodu PDPS ve 2D do 3D DMP	33
Příloha 4.	Výstupy 3D měření	35
Příloha 5.	Výstupy 3D měření v kombinaci s georadarem.....	52
Příloha 6.	Vysvětlení k často kladeným dotazům k SGR 8/2011.....	63

I. ÚČEL A POJMY

1. Úvod

1.1 Účel vydání Metodiky

Po podpisu Směrnice generálního ředitele č. 8/2011, v 2.0 (dále jen SGŘ 8/2011) a jejím vydání vznikla potřeba vysvětlit jednotlivé úkoly a následně kroky, které je třeba učinit k tomu, aby v rámci ŘSD ČR běžné metody 3D měření (tachymetrické a GNSS měření) a zejména nové 3D metody (statické laserové skenování, stop&go laserové skenování, mobilní laserové skenování, letecké laserové skenování, letecká fotogrammetrie) běžně používané v zahraničí bylo možné účelně a správně vyžít při realizaci staveb. Tyto metody jsou již v ČR užívány, ale účelem zavádění těchto technologií v rámci ŘSD ČR je pomocí nich nastavit i účinnější moderní systém kontroly realizace stavebních prací jak po stránce technické, tak i ekonomické a usnadnit, zrychlit práci kontrolních a vedoucích složek stavby na straně zadavatele ŘSD ČR při přejímání provedených prací zhotovitelem a také usnadnit, zrychlit rozhodování v procesu výstavby.

Metodika v návaznosti na SGŘ 8/2011 se detailně zabývá 3D měřením ve fázi realizace staveb. Další fáze přípravy, provozu a údržby zmiňuje pro celistvost pohledu na 3D měření jen okrajově a informativně.

Text Metodiky má za úkol jasně stanovit kroky ve fázi přípravy a zadání prací 3D měření, realizace prací, přejímání výsledků měření, vyhodnocování výsledků, rozhodování na základě získaných výsledků měření a shromažďování podkladů z měření pro kompletaci projektové dokumentace skutečného provedení stavby a archivace všech výsledků měření a zjištění pro závěrečnou zprávu zadavatele, která je podkladem pro přejímky stavby (dále jen „3D kontrolní systém“).

Podrobně jsou popsány především základní požadavky zadavatele – ŘSD ČR (dále v textu jen „základní požadavky“) na:

- přesnost měření, dat a následné informace o geometrických parametrech komunikací – požadavek připojení měření na bodové pole stavby, kdy jednotlivé zaměřené a vyhodnocené vrstvy vozovky lze porovnávat s PDPS ve 3D,
- garanci přesnosti DMT (hustota a přesnost výškových bodů), kdy je zaručena stejná přesnost v libovolném místě měřeného objektu – požadavek předvídatelnosti stejné kvality výstupních dat,
- ověřitelnost výstupních informací i po zakrytí konstrukčních vrstev – požadavek minimalizace sporů se zhotoviteli staveb,
- bezpečnost měření – požadavek BOZP,
- online přístup k informacím – požadavek na komfortní sledování průběhu výstavby a vyšší míry kontroly staveb,
- rychlou integraci do procesu výstavby – minimální požadavky na pracovníky ŘSD ČR,
- zabezpečené ukládání surových dat, upravených a vyhodnocených měření, zpráv a na archivaci v datovém skladu ŘSD ČR.

Základní požadavky zadavatele – ŘSD ČR	
Název požadavku	Popis – odkaz na SGŘ 8/2011 nebo Metodiku
Přesnost měření	§ 5/(1)/b, c, d. § 6/(1)/b, c, d. § 7/(1)/a.
Garance přesnosti DMT	§ 5/(1)/a, b, c, d. § 6/(1)/b, c, d. § 7/(1)/a. § 4/(3)/c. § 4/(5). § 4/(6).
Ověřitelnost výstupních informací	§ 4/(3)/b. § 5/(3).
Bezpečnost měření	§ 4/(3)/a.
Online přístup k informacím	§ 9/(2)/b.
Rychlá integrace do procesu výstavby	§ 1/(7). § 12.
Zabezpečené ukládání dat	Kap. 7.2 Archivace dat.

Tab. 1. Základní požadavky zadavatele – ŘSD ČR

Podle SGŘ 8/2011, §1, odstavec 3 a dopisu ŘÚV Interní sdělení č.: 5286/11 210/2012/Zou má být technologie 3D měření využívána pro všechny stavby o finančním objemu stavebních prací nad 100mil. Kč nebo v případě, že objem položek týkajících se zemních prací převyšuje 30mil. Kč nebo finanční objem položek živičných pokládek a betonáže vozovek převyšuje 35 mil. Kč.

Dokument je doplněn přílohami:

- Stat' (příloha), která se vkládá do tendrové dokumentace při vyhlášení soutěže jako technické požadavky na zadávané práce ve 3D prostorovém měření (příloha 1 a příloha 2)
- Příklady situací převodu PDPS ve 2D do 3D DMP (příloha 3)
- Popis výstupů 3D měření (příloha 4)
- Popis výstupů 3D měření v kombinaci s georadarem (příloha 5)
- Vysvětlení k často kladeným dotazům k SGŘ 8/2011 (příloha 6)

1.2 Definice pojmů

3D

3-D je zkratka výrazu „trojdimenzionální“, „trojrozměrný“ a v textu označuje geometrický prostor (matematicky definované těleso, útvar), který je možné popsat třemi rozměry.

3D kontrolní systém

Pro potřebu této Metodiky definujeme 3D kontrolní systém jako proces měření, zpracování a využívání dat pro oceňování realizovaných prací zhotovitelem stavby. Sběr dat probíhá technologií 3D prostorového měření, výstupem je podrobný 3D model s garantovanou přesností v libovolném místě stavebního objektu a informace o geometrických parametrech staveb jsou přístupné online. 3D systém kontroly umožňuje (na základě matematicky ověřitelných informací zpět až po vlastní soubor měření) objektivní stanovení objemu realizovaných prací a geometrické kvality díla. Na základě těchto výstupních informací může objednatel přistoupit k platbě nebo požadovat odstranění vad (případně přistoupit k srážce z ceny).

3D měření

Pro potřebu této metodiky je 3D prostorové měření (zkráceně „3D měření“) proces sběru dat a zpracování podrobného 3D modelu (DMT) pro zachycení geometrických parametrů prostoru (rozměry a vzájemné vztahy těles). Měřená data a DMT (výškové body DMT) musí splňovat požadavky na přesnost charakterizovanou směrodatnou odchylkou, hustotu měřených bodů a kontrolovatelnost procesu měření a zpracování dat. Dle dosahované přesnosti měření a garance přesnosti DMT se 3D měření dělí na druhy:

1. Přesné 3D měření, $\sigma_z = \max 1 \text{ mm}$, $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$,
2. Technické 3D měření, $\sigma_Z = \max 2,5 \text{ mm} / \max 5 \text{ mm} / \max 10 \text{ mm} / \max 15 \text{ mm} / \max 20 \text{ mm}$ (podle stanovených mezních výškových odchylek z norem, TP, TKP), $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$. Pro tunely $\sigma_{XYZ} = 10 \text{ mm}$,
3. Dokumentační 3D měření, $\sigma_Z = \text{od } 20 \text{ mm (do } 50 \text{ mm)}$, $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$,
4. Mapovací 3D měření, $\sigma_Z = \text{od } 20 \text{ mm (do } 120 \text{ mm)}$, $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$.

Přesnost je charakterizována polohovou a výškovou směrodatnou odchylkou.

Metody 3D měření popsané v Metodice jsou: statické laserové skenování, stop&go laserové skenování, mobilní laserové skenování, letecké laserové skenování, letecká fotogrammetrie, GNSS měření a tachymetrické měření.

3D nivelační systém stavebních strojů

3D nivelační systém se používá k přesnému určení pozice stavebního stroje a jeho zařízení (radlice, frézovací válec, hladicí lišta, elevátorová lišta finišeru atd.) na základě využití 3D digitálního modelu projektu a GNSS systému nebo robotické totální stanice. 3D nivelační systém automaticky udržuje pracovní nástroj stavebního stroje v požadované poloze (X, Y), výšce a spádu.

3D účelová mapa povrchové situace

3D účelová mapa, která zobrazuje základní či podrobné objekty na povrchu ve vektorovém tvaru; je podkladem pro provozní, plánovací, projekční a evidenční účely.

ASCII formát

American Standard Code for Information Interchange – kód pro výměnu informací se stanovenou kódovou tabulkou, která definuje znaky anglické abecedy. ASCII je veřejný souborový formát, který lze také využít pro výměnu trojdimenzionálních dat z 3D měření.

Bodové pole stavby

Účelová měřická síť geodetických bodů určená k podrobnému zaměření a vytyčování prostorové polohy stavebního objektu.

BOZP

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci je souhrn opatření, která mají předcházet ohrožení nebo poškození lidského zdraví v pracovním procesu 3D měření na stavbách ŘSD ČR.

Bpv

Využívaný výškový systém Balt po vyrovnání.

CAD formát

Formáty CAD jsou počítačové souborové formáty (dwg, dxf, dgn, další) používané v běžných CAD aplikacích (AutoCAD, Microstation, Revit, AllPlan, další).

Diagnostika komunikací

Souhrn systematických činností a postupů sloužících k měření veličin a parametrů potřebných pro hodnocení technického stavu silnice a jiných objektů pozemní komunikace.

DMP (Digitální model projektu)

Digitální model projektu (DMP) představuje digitální reprezentaci vyprojektované plochy stavebního objektu (povrchu) na základě dodané projektové dokumentace pro provedení stavby nebo jiných podkladů o stavu budoucí konstrukční vrstvy stavebního objektu.

DMT (Digitální model terénu)

Digitální model terénu (DMT) představuje digitální reprezentaci průběhu skutečné topografické plochy terénu na základě měřených dat. Reliéf terénu je v tomto případě bez jakéhokoliv pokryvu (stromy, budovy, mosty apod.).

DSPS

Dokumentace skutečného provedení stavby.

G-DSPS

Geodetická dokumentace skutečného provedení stavby.

Geoprostorová data

Data identifikující geografickou polohu a charakteristiky přírodních a umělých jevů (např. ložná vrstva vozovky).

Georadar

Nedestruktivní metoda diagnostiky podpovrchových vrstev. Princip georadarové metody spočívá v opakovaném vysílání vysokofrekvenčního elektromagnetického impulsu vysílací anténou do zkoumaného prostředí. V místech, kde je změna elektromagnetických vlastností prostředí, dochází k odrazu části energie vyslaného elektromagnetického impulsu a ta se registruje přijímací anténou. Primárním výstupem je časový řez, který se přepočítává na hloubkový řez.

GPR zaměření

Georadarová metoda GPR (Ground Penetrating Radar; Georadar) patří mezi geofyzikální elektromagnetické metody, která je schopna v závislosti na řešené problematice vzorkovat zemní prostředí (s krokem měření) od mm do desítek cm v hloubkovém intervalu od 1 cm do cca 5 m v běžných podmínkách a poskytovat „kontinuální“ informace o zkoumaném prostředí.

GNSS

Globální družicový polohový systém (Global Navigation Satellite System) je služba umožňující pomocí družic autonomní prostorové určování polohy s celosvětovým pokrytím.

Hloubkový řez

Hloubkový řez je převedený terénní georadarový záznam v časové doméně na hloubkovou pomocí určení rychlosti šíření elektromagnetického vlnění.

Identické body

Body v terénu, které mají známé geodetické souřadnice a slouží k transformaci souboru měřených dat 3D měření a k jejich správnému umístění do souřadného systému (zpravidla S-JTSK, Bpv). Mohou být přirozené nebo uměle signalizované.

IMU – Inertial Measurment Unit

Inerciální navigační systém se skládá z měřicí jednotky obsahující akcelerometry (měří zrychlení) a gyroskopy (měří náklony a stočení) a z navigačního počítače. Výstupem IMU jsou kromě dat pro zpřesnění polohy i údaje o náklonech a stočení.

Korelace mračen bodů

Spojení jednotlivých mračen bodů bez potřeby využití identických bodů. Korelace mračen je algoritmus opakované transformace (translace, rotace) pro minimalizaci rozdílu mezi mračny bodů.

LAS formát

LASer formát je veřejný souborový formát, který se používá pro výměnu trojdimenzionálních dat z 3D měření.

Laserový skener s bezpečností laseru třídy 1

Třída laseru, která je zcela bezpečná i při pohledu optickou soustavou do laseru (např. nivelačním přístrojem).

Letecká fotogrammetrie

Metoda letecké fotogrammetrie se zabývá zjišťováním geometrických vlastností a polohy objektů z leteckých měřických snímků a obrazových záznamů. Fotogrammetrický přístroj je při měření v pohybu – umístěný na vzdušném dopravním prostředku.

Letecké laserové skenování

Metoda 3D měření technologií laserového skenování, kdy skener je při měření v pohybu – umístěný na vzdušném dopravním prostředku.

Mobilní laserové skenování

Metoda 3D měření technologií laserového skenování, kdy skener je při měření v pohybu – umístěný na pozemním dopravním prostředku.

Mračno bodů

Základní výstup z laserového skenování je mračno bodů. Je to množina bodů s vysokou hustotou popisujících povrch terénu a předměty na něm.

Odometr

Pomocí odometru je možné po správné kalibraci určovat ujetou vzdálenost. Výstupem zařízení jsou pulsy, které jsou vysílány pro nastavené části otočky kola a přepočteny na ujetou vzdálenost.

Prostorová poloha laserového skeneru

Určení prostorové polohy laserového skeneru hodnotami souřadnic X, Y, Z (zpravidla v S-JTSK, Bpv).

PDPS

Projektová dokumentace pro provedení stavby

RDMT (Rozdílový digitální model terénu)

Rozdílový digitální model terénu (RDMT) je určen rozdílem dvou digitálních modelů terénu (např. digitální model terénu z měření, digitální model projektu).

S-JTSK

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální.

Statické laserové skenování

Metoda 3D měření technologií laserového skenování, kdy při měření je skener na jednom místě. Před změnou pozice je třeba měřicí systém demontovat a na novém místě znovu provést jeho montáž a stabilizovat.

Stop&go laserové skenování

Metoda 3D měření technologií laserového skenování, kdy při měření je skener na jednom místě umístěný např. na pozemním dopravním prostředku a tvoří celek. Při změně pozice není nutná demontáž měřicího systému, systém se přemístí jako celek.

Tachymetrické měření

Metoda měření způsobem, kterým se získávají jedním zaměřením z tachymetrického stanoviště prvky pro určení pravoúhlých prostorových souřadnic podrobného bodu, a to délka, vodorovný směr a výškový úhel.

Terénní georadarový záznam

Primární výstup georadarové metody je terénní georadarový záznam. Jedná se o vlnový obraz v souřadném systému vzdálenosti a času registrace odražené části vlnění – časový řez.

TIN

TIN (Triangular Irregular Network) je zkratka pro nepravidelnou trojúhelníkovou síť. Používá se pro popis digitálních reliéfů, povrchů nebo terénu.

Topologicky čistý model

Topologicky čistým modelem se rozumí tzv. vodotěsný model, tj. výkresový model, kde jednotlivé trojúhelníky na sebe navazují bez mezer a překrytí.

Transformační klíč

Transformační klíč tvoří konstanty a rovnice umožňující převod souřadnic z jednoho souřadnicového systému do jiného.

TZ

Technická zpráva je soubor protokolů s informacemi o měření a zpracování měření ověřená úředně oprávněným zeměměřickým inženýrem ÚOZI.

UAV

UAV (Unmanned Aircraft Vehicle) je zkratka pro bezpilotní létací prostředek, tedy létací zařízení bez lidského pilota na palubě (např. model s pevným křídlem, kvadrokoptéra, oktokoptéra, vzducholod', apod.). Tento létací prostředek je vybaven měřícím zařízením (fotogrammetrický přístroj, laserový skener, termovizní kamera, apod.) pro mapování zemského povrchu.

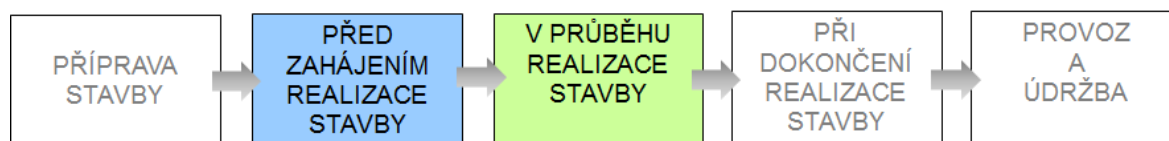
Vytyčovací síť

Měřická síť pro vytyčování polohy stavebních objektů, vytvořená na základě technických předpisů a norem pro danou stavbu.

II. REALIZAČNÍ ČÁST

2. Výběr druhu měření aplikovaných na stavbách

Fáze výstavby, ve kterých bude využíváno 3D měření jsou uvedeny v tab. 2:



Tab. 2. Schéma fází výstavby, ve kterých bude využíváno 3D měření

Důraz komplexního systému sběru 3D dat je kladem na využitelnost naměřených dat a jejich bezchybný tok z fáze do fáze, tzn. zaručení kontinuální návaznosti všech měření napříč celým procesem výstavby od přípravy až po běžný pozáruční provoz konkrétní komunikace a dále návaznost na budoucí výhledovou opravu či přímo modernizaci nebo rekonstrukci. To vše s přísným dodržením kontinuálnosti a přesnosti dat při přenosu z etapy do etapy.

3D měření pro fázi přípravy stavby, fázi při dokončení realizace stavby a fázi provozu a údržby bude předmětem další etapy rozšíření komplexního systému sběru 3D dat – II. a III. díl metodiky. Tento I. díl Metodiky se zabývá fází před zahájením realizace stavby a fází v průběhu realizace stavby.

Při plánování projektu sběru 3D prostorových dat je nutné zvolit druh 3D měření v návaznosti na aplikované měření vzhledem k fázi stavby, požadovanou přesnost měření, garanci přesnosti DMT a ekonomický přínos vybíraného druhu měření. Podle zadavatelem zvoleného druhu 3D měření zvolí dodavatel 3D měření vhodnou metodu měření nebo jejich kombinaci (metody 3D měření jsou popsány v kap. 5.1).

V následující tab. 3 jsou uvedeny možnosti aplikace 3D měření pro silniční stavby vzhledem k poměru ekonomická výhodnost / přesnost a její garance. Využití 3D měření ve fázi realizace stavby je v tab. 3, řádky 4–7. Řádky 2, 3, 8, 9, 10, 11 ukazují možnosti využití technologií i v navazujících fázích stavby – pro fázi přípravy stavby, pro fázi při dokončení realizace stavby a pro fázi provozu a údržby (nepodbarvené řádky), které tato Metodika neřeší.

Podle dosahované přesnosti měření se 3D měření a garance přesnosti DMT dělí na 4 druhy (přesnost je charakterizována výškovou směrodatnou odchylkou σ_Z (přesnost k bodovému poli stavby) nebo σ_z (relativní přesnost bez vazby na bodové pole)):

1. PŘESNÉ 3D měření

Povrch mostních závěrů vč. přechodové oblasti:

$$\sigma_z = \max 1 \text{ mm}, \sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$$

2. TECHNICKÉ 3D měření

Mosty (hutněné asfaltové vrstvy)

$$\sigma_Z = \max 2,5 \text{ mm}, \sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$$

Hutněné asfaltové vrstvy

$$\sigma_Z = \max 5 \text{ mm}, \sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$$

Cementobetonový kryt

$$\sigma_Z = \max 5 \text{ mm}, \sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$$

Stmelená konstrukční vrstva zemní pláň

$$\sigma_Z = \max 10 \text{ mm}, \sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$$

Zemní plášť $\sigma Z = \max 15 \text{ mm}$, $\sigma XY = \max 20 \text{ mm}$ **Nezpevněné plochy** $\sigma Z = \max 20 \text{ mm}$, $\sigma XY = \max 20 \text{ mm}$ **Tunely** $\sigma XYZ = \max 10 \text{ mm}$ **3. DOKUMENTAČNÍ 3D měření**

Využitelnost tohoto měření bude ve fázi při dokončení realizace stavby a fázi provozu a údržby. Přesnost dokumentačního 3D měření je od 20mm do 50 mm (σZ). (Podrobněji bude řešeno v II. a III. díle metodiky.)

4. MAPOVACÍ 3D měření

Využitelnost tohoto měření bude ve fázi přípravy. Přesnost mapovacího 3D měření je od 20 mm do 120 mm (σZ). (Podrobněji bude řešeno v II. a III. díle metodiky.)

Přesnost je charakterizována výškovou směrodatnou odchylkou σZ , která se určí z odchylek rozdílů výšek mezi metodou 3D měření a metodou měření vyšší přesnosti (ověřovací měření) na kontrolních bodech zaměřených na povrch stavebního objektu z bodového pole stavby. Tyto kontrolní body jsou voleny podle kap. 5.5, 6.4 a přílohy 6, odst. 14.

Vzhledem k požadavku na přesnost kontrolního měření (zaměření kontrolních bodů musí být provedeno měřením 2,5 krát vyšší přesností než je přesnost vlastního 3D měření dle SGR 8/2011) je směrodatná odchylka určení výšky dána vztahem:

$$\sigma Z = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (z_i - z_i^K)^2}$$

kde z_i je měřená hodnota 3D měření, z_i^K je měřená hodnota vyšší přesnosti na kontrolním bodě a N je počet všech rozdílů.

Orientační tabulka									
Druhy 3D měření pro silniční stavby a jejich aplikování vzhledem k poměru ekonomická výhodnost / přesnost a její garance									
(1)	(2)	(3)	(4)	(5) - Použití / Druhy 3D měření podle přesnosti výsledků (výšková směrodatná odchylka)				(6) - Podpovrchové měření	
Kap.	Fáze	Název aplikace	Popis aplikovaného 3D měření	PŘESNÉ 3D měření max 1 mm	TECHNICKÉ 3D měření od 2,5 do 20 mm	DOKUMENTAČNÍ 3D měření od 20 do 50 mm	MAPOVACÍ 3D měření od 20 do 120mm	GEORADAROVÉ měření	
(2)	2.1	PŘÍPRAVA STAVBY	Mapové podklady pro projekt-ZL				X		
(3)			Mapové podklady pro projekt-MR				X		X
(4)	2.2	PŘED ZAHÁJENÍM REALIZACE STAVBY	Startovací měření před realizací-ZL		X				
(5)			Startovací měření před realizací-MR		X				X
(6)	2.3	V PRŮBĚHU REALIZACE STAVBY	Monitoring kubatur		X				
(7)			Kontrola kvality	X	X				
(8)	2.4	PŘI DOKONČENÍ REALIZACE STAVBY	Závěrečné měření pro tvorbu G-DSPS		X	X			
(9)			Kontrolní GPR měření kvality před uvedením do provozu						X
10	2.5	PROVOZ A ÚDRŽBA	Kontrolní měření před koncem záruky			X			X
11			Kontrolní měření stability kvality pro údržbu			X			X

Tab. 3. Orientační tabulka výběru aplikací a druhu 3D měření pro silniční stavby

Doporučení

Postup výběru druhu 3D měření zadavatelem podle situace ve které se stavba nachází, je doporučeno v následujícím pořadí (viz tab. 3):

1. Určit fázi stavby (sloupec 2)
2. Zvolit aplikaci/-ce podle situace ve které se stavba nachází (sloupce č. 3 a 4)
3. Identifikovat požadovanou přesnost (viz TP, TKP, normy a řádek 1, sloupce 5)
4. Výběr druhu 3D měření pro danou aplikaci (viz označení políček „X“)
5. Určit další dodávky pro kombinaci nebo doplnění 3D měření (budování bodového pole, podpovrchové měření, apod.)
6. Zhodnotit finanční náročnost a ekonomický přínos
7. Zadat zakázku (viz kap 8.1 „
8. Zadávací dokumentace stavby pro výkon 3D měření“) nebo zažádat o udělení výjimky (viz kap. 11 „Udělování výjimek“)

Poznámka

Metody klasické geodézie budou součástí každé fáze měření. V tabulce je uvedeno tachymetrické měření pouze u těch variant, kde zajišťuje jiné než doměřovací/vlícovací funkce.

Přesnost je charakterizována výškovou směrodatnou odchylkou σ_Z vzhledem k bodovému poli stavby u technického, dokumentačního a mapovacího 3D měření. Jedná se o přesnost k bodovému poli stavby a lze tedy porovnávat v dané přesnosti jednotlivé etapy měření a měření k digitálnímu modelu projektu. U přesného 3D měření se jedná o relativní přesnost ve výšce σ_Z (polohová přesnost σ_{XY} je vztažena k bodovému poli stavby). Přesné 3D měření je využitelné například pro měření mostních závěrů. Výšková směrodatná odchylka je základní parametr pro výběr druhu 3D měření pro zaměření konstrukční vrstvy vozovky.

Směrodatná polohová odchylka $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$ vzhledem k bodovému poli stavby u přesného, technického, dokumentačního a mapovacího 3D měření.

Specifikace jednotlivých prací je uvedena v kap. 8. Příklady zadávací dokumentace služby 3D měření jsou uvedeny v příloze 1 a v příloze 2.

2.1 3D měření ve fázi PŘÍPRAVY STAVBY

Využitím technologií 3D měření ve fázi přípravy stavby se zabývají jiné dokumenty ŘSD, důvodem pro její začlenění do této Metodiky je zajištění návaznosti celého procesu výstavby a kontroly. Níže popsané využití technologií má pouze doporučující charakter.

Pro aplikaci „mapové podklady pro projekt“ (varianta A nebo B) (dále jen „mapový podklad“) může být provedeno zaměření MAPOVACÍM 3D měřením nebo bude provedeno TACHYMETRICKÝM případně GNSS měřením jako podklad pro zpracování projektové dokumentace stavby.

Varianta A/ Mapové podklady pro projekt-ZL (zelená louka)

Primární zaměření pro mapový podklad 3D měřením v kombinaci s klasickými metodami geodézie nebo tachymetricky případně GNSS pro mapování příjezdových cest a oblast budoucí komunikace.

Výsledkem 3D zaměření budou data jako podklad pro projektové činnosti. Viz příloha 5. „Výstupy 3D měření v kombinaci s georadarem“, výstupy [9.], [10.], [11.]. Poptávka služby bude zajištěna projektantem stavby. Podrobnější tato Metodika aplikaci neřeší.

Varianta B/ Mapové podklady pro projekt-MR (modernizace, rekonstrukce)

Primární zaměření pro mapový podklad 3D měřením v kombinaci s klasickými metodami geodézie a georadarovým zaměřením nebo tachymetricky případně GNSS pro mapování situace před započatím stavebních prací rekonstrukce, modernizace.

Kombinací 3D měření a georadarového zaměření vznikne kompletní podklad pro projektové činnosti rekonstrukce, modernizace a pro diagnostiku stávající komunikace. Viz příloha 5 „Výstupy 3D měření v kombinaci s georadarem“, výstupy [9.], [10.], [11.], [14.] – [19.]. Poptávka služby bude zajištěna projektantem stavby. Podrobnější tato Metodika aplikaci neřeší.

2.2 3D měření ve fázi PŘED ZAHÁJENÍM REALIZACE STAVBY

Pro aplikaci „startovací měření před realizací“ (varianta A nebo B) (dále jen „startovací měření“) bude provedeno zaměření zájmové lokality TECHNICKÝM 3D měřením nebo TACHYMETRICKÝM případně GNSS měřením (podle zvolené aplikace a druhu 3D měření) jako podklad pro budoucí nezávislou kontrolu průběhu procesu rekonstrukce, modernizace nebo výstavby a případně v kombinaci s georadarovým zaměřením (podle dané aplikace) pro vytipování problematických míst.

Varianta A/ Startovací měření před realizací-ZL (zelená louka)

Zaměření technologií 3D měření a klasických metod geodézie jako podklad pro budoucí kontrolu v průběhu realizace stavby.

V případě tachymetrického případně GNSS měření je doporučeno použít výtyčku s plochou patou (minimální průměr 5cm).

V případě využití technického druhu 3D měření bude zpracováno 3D mračno bodů zájmové lokality. Bude zaznamenán aktuální stav ke dni zaměření – základní 3D účelová mapa povrchové situace (povinné spojnice krajů komunikace v charakteristických lomových bodech) ve výstupním formátu *.dgn nebo *.dxf. Dále bude zpracován podrobný 3D digitální model terénu ve formátu

TIN. Výstupy viz příloha 4. „Výstupy 3D měření“, výstupy [1.], [2.], [8.]. Přesnost dat, bude charakterizována směrodatnou odchylkou $\sigma_Z = \max 20 \text{ mm}$, $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$. Poptávka služby bude zajištěna zadavatelem ŘSD ČR.

Varianta B/ Startovací měření před realizací-MR (modernizace, rekonstrukce)

Zaměření technologií 3D měření může být dle potřeby využito v kombinaci s georadarovým zaměřením jako podklad pro budoucí kontrolu průběhu procesu rekonstrukce, modernizace.

Výstupy 3D zaměření odpovídají výstupům uvedeným ve variantě A. Přesnost dat, bude charakterizována směrodatnou odchylkou $\sigma_Z = \max 5 \text{ mm}$, $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$ pro povrch vozovky, $\sigma_Z = \max 2,5 \text{ mm}$, $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$ pro mosty.

Zařazením technologie georadarového měření mohou být navíc vytipována problematická místa v zájmové lokalitě. Poptávka služby bude zajištěna zadavatelem ŘSD ČR.

2.3 3D měření ve fázi V PRŮBĚHU REALIZACE STAVBY

Pro aplikace „Monitoring kubatur“ a „Kontrola kvality“ (část A plus B) bude provedeno zaměření zájmové lokality TECHNICKÝM případně PŘESNÝM 3D měřením na pozemních komunikacích a v tunelech. Na mostech může být použito TECHNICKÉ, PŘESNÉ 3D měření a TACHYMETRICKÉ měření.

Zaměření bude sloužit jako podklad pro fakturaci stavebních prací a pro kontrolu geometrické kvality jednotlivých vrstev komunikace (porovnáním skutečnosti ve formě podrobného digitálního modelu terénu s 3D digitálním modelem projektu pro kontrolu průběhu procesu rekonstrukce, modernizace nebo výstavby).

Výběr stavebních objektů pro aplikaci 3D měření určuje platná PDPS. U některých stavebních objektů nemusí být přistoupeno k 3D měření z hlediska nízké využitelnosti získaných informací do budoucna a rovněž z důvodu finanční náročnosti měření v porovnání s možným efektem.

Požadavek

Dle SGR 8/2011 a této Metodiky bude probíhat měření (monitoring a kontrola geometrických parametrů) na těchto stavebních objektech, které jsou vždy součástí dokumentace 3D měření (tzv. požadované měření):

- Číselná řada SO 100 – skupina objektů pozemní komunikace
- Číselná řada SO 200 – skupina objektů mostních objektů a zdí
- Číselná řada SO 600 – skupina objektů podzemních staveb
- Číselná řada SO 800 – skupina objektů úpravy území

Zmíněná měření na ostatních stavebních objektech mohou být využívána dle uvážení Správce stavby.

Měření dalších stavebních objektů je volitelné vzhledem k potřebám zadavatele a určí ho Správce stavby.

Výsledkem 3D měření budou podklady pro oceňování stavebních prací a následnou fakturaci vybraných stavebních objektů, dále informace o geometrických parametrech jednotlivých stavebních objektů. Výstupy budou postupně součástí G-DSPS. Viz příloha 4. „Výstupy 3D měření“, výstupy [1.] – [8.]. Poptávka služby bude zajištěna zadavatelem ŘSD ČR.

2.4 3D měření ve fázi PŘI DOKONČENÍ REALIZACE STAVBY

Pro aplikace „Závěrečné měření pro tvorbu G-DSPS“ a „Kontrolní měření kvality před uvedením do provozu“ (část A plus B), (dále jen „závěrečné měření“) může být provedeno zaměření zájmové lokality TECHNICKÝM, DOKUMENTAČNÍM 3D měřením nebo TACHYMETRICKÝM případně GNSS měřením.

Závěrečné zaměření při dokončení realizace stavby bude sloužit jako jeden z podkladů pro vyhotovení DSPS a současně může sloužit jako podklad pro sledování objektů při předčasném užívání (zkušebním provozu) a pro sledování převzatých a zkolaudovaných stavebních objektů během záruční doby a pro posouzení stavu na konci záruční doby.

V okamžiku, kdy je stavba plně dokončena a připravena k uvedení do provozu, může být provedeno finální 3D zaměření zájmové lokality vč. všech objektů, dopravního značení, atd. Povinnost zpracování DSPS zůstává v odpovědnosti zhotovitele stavby. Níže popsané možnosti využití technologií mají pouze doporučující charakter.

Část A/ Závěrečné měření pro tvorbu G-DSPS

Závěrečné 3D zaměření v kombinaci s metodami klasické geodézie jako podklad pro informaci o skutečném provedení stavby a tvorbu dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS).

V případě využití technického nebo dokumentačního druhu 3D měření bude zpracováno 3D mračno bodů zájmové lokality vč. všech měřených objektů, podrobně zaznamenán aktuální stav (ke dni zaměření) – podrobná 3D účelová mapa povrchové situace (těleso i osa komunikace, hrany, paty, zpevněné i nezpevněné cesty, objekty, povrchové znaky atd.) ve formátu *.dgn nebo *.dxf. Na rovných úsecích budou vyhotoveny lomové body jednotlivých linií ve vzdálenosti max. 20 metrů, v ostatních případech tak, aby linie vystihovala danou situaci. Viz příloha 5. „Výstupy 3D měření v kombinaci s georadarem“, výstupy [9.], [11.].

Poptávka služby bude zajištěna zhotovitelem stavby. Podrobnější tato Metodika aplikaci neřeší.

Část B/ Kontrolní GPR měření kvality před uvedením do provozu

Závěrečné 3D zaměření (viz část A./ Podklad pro tvorbu DSPS) může být kombinováno pomocí georadarového měření (část B/ Kontrolní GPR měření kvality před uvedením do provozu) pro vytipování problematických míst v zájmové lokalitě. Možné výstupy viz příloha 5. „Výstupy 3D měření v kombinaci s georadarem“, výstupy [14.] – [19.].

Podrobnější tato Metodika aplikací neřeší.

2.5 3D měření ve fázi PROVOZU A ÚDRŽBY

Využitím technologií ve fázi provozu a údržby se zabývají jiné dokumenty ŘSD (resp. použitím v kontextu systému hospodaření s vozovkou apod.). Důvodem pro její začlenění do této Metodiky je zajištění návaznosti celého procesu výstavby a kontroly. Podrobnější tato Metodika fázi provozu a údržby neřeší.

3. Převod projektové dokumentace pro provedení stavby (PDPS) vytvořené ve 2D do 3D digitálního modelu projektu (DMP)

Pro zajištění kontroly geometrické kvality, je nezbytné vytvořit digitální model projektu (DMP) (teoretický model), který se porovnává s digitálním modelem terénu (DMT) (reálný model). DMT se vytvoří jako TIN (nepravidelná trojúhelníková síť – Triangular Irregular Network) z 3D měření. DMP se vytvoří jako TIN z projektové dokumentace pro provedení stavby PDPS. Vytvoření DMP závisí na formátu a vlastnostech dodané PDPS. Další informace jsou uvedeny v příloze č. 3: „Schéma převodu PDPS ve 2D do 3D DMP“.

4. Vymezení etap výstavby, uplatnění měření a navazujících činností

I. etapa

Převod projektové dokumentace vytvořené ve 2D do 3D digitálního modelu projektu (DMP), pokud není PD zpracovaná již ve 3D.

II. etapa

Budování bodového pole stavby.

III. etapa

Přenesení digitálních dat projektové dokumentace ve formě 3D DMP do základního softwaru a tím stanovení srovnávací roviny 0.

IV. etapa

Provedení prvního startovního měření ihned před zahájením prací po předání staveniště.

V. etapa

Měření v průběhu realizace stavby metodami 3D měření, které zajišťují odpovídající přesnost a rychlost měření včetně vyhodnocení a předávání dílčích výsledků (vizualizace, listinná a protokolární podoba) jednotlivých úseků a stavebních objektů.

4.1 Příklady využití 3D měření

Požadavek

Pro zajištění podmínek využití 3D měření, je nutné jako výchozí základ vybudovat bodové pole stavby pro celý úsek stavby. Vzdálenost bodů bude volena s ohledem na následné využití pro geodetické práce a 3D nivelačního systému stavebních strojů při výstavbě cca 100 - 500 m. V případě měření stávajícího terénu, kdy není účelné budovat bodového pole stavby, tak bude měření navázáno na státní trigonometrickou a nivelační síť.

Příklady používání 3D kontrolního systému pro dokladování plnění smluvních podmínek zhotovitele vůči investorovi ve věcech geometrické kvality a množství provedených prací vybraných položek stavby (objekty stavby) v porovnání se skutečně provedenými pracemi:

4.1.1. 3D měření průběhu rekonstrukce komunikace

Bude provedeno zaměření a vyhodnocení před provedením frézování stávající komunikace, po vyfrézování, po položení ložné vrstvy, po položení obrusné vrstvy.

V případě výměny podkladních vrstev a podloží komunikace budou zaměřeny i tyto vrstvy po odstranění stávajících a po pokládce nových.

Příklad

1. Vybudování bodového pole stavby
2. Měření – povrch stávající komunikace před frézováním
3. Měření – po odfrézování
4. Měření – po položení ložné vrstvy
5. Měření – po položení obrusné vrstvy

4.1.2. 3D měření průběhu zemních prací

Bude provedeno zaměření a vyhodnocení míst dotčených zemními pracemi (od původního terénu až po zemní pláš).

Příklad

1. Vybudování bodového pole stavby
2. Měření – povrch stávajícího terénu
3. Měření – po skřívce ornice
4. Měření – plán
5. Měření – zemní plán

Rozlišení tříd těžitelnosti

Při odtěžování výkopku zejména v zářezu se objevují odchylky mezi položkovým zatříděním prací a skutečností. Při zaměření výkopu, kde je více tříd těžitelnosti (např. u výkopů při zakládání mostů, při sanacích podloží) Správce stavby rozhodne, zda je z hlediska ekonomického výhodné zaměřovat hranici mezi třídami těžitelnosti. V případě měření je nutná spolupráce geodetů s geologem. Hranice mezi jednotlivými třídami zeminy poté musí být určena a zaměřena. K požadavku na přetřídění těžitelnosti hornin dochází většinou ze strany zhotovitele již méně zadavatele. I tento stav by se měl dle výše uvedeného změnit a ŘSD ČR by mělo přistupovat v tomto ohledu i za podpory 3D měření důrazněji jako řádný hospodář a správce.

4.1.3. 3D měření průběhu prací na konstrukcích pozemních komunikací

Bude provedeno zaměření a vyhodnocení jednotlivých konstrukcí (od cementobetonové stabilizace až po obrušnou vrstvu).

Příklad

1. Měření – cementobetonová stabilizace
2. Měření – po položení podkladní vrstvy
3. Měření – po položení ložné vrstvy
4. Měření – po položení obrušné vrstvy

4.1.4. 3D měření průběhu prací v tunelu

Bude provedeno zaměření a vyhodnocení jednotlivých konstrukcí.

Příklad

1. Měření – výrub
2. Měření – primární ostění
3. Měření – sekundární ostění

4.2 Příklady využití georadaru

Bude provedeno georadarové zaměření podpovrchových vrstev komunikace a mostů pro vytipování problematických míst, zvodnatělá místa, kaverny, určení celkového souvrství, apod.

Příklad

Startovací zaměření zájmové lokality před započítím stavby (modernizace, rekonstrukce).

4.3 Dělení činností 3D měření

Pokud některé z dílčích činností dodavatele 3D měření (např. měření metodami klasické geodézie – zejména tzv. vlícování) je dodána zadavatelem nebo jiným dodavatelem jako podklad pro měření hlavního dodavatele 3D měření je nutné tuto dílčí činnost a spolupráci specifikovat ve smlouvě na 3D měření.

Příklad

Zaměření identických a kontrolních bodů je provedeno zadavatelem (nebo jiným dodavatelem)

což ovlivňuje časové plnění dodavatele 3D měření a může způsobit nejistotu s ohledem na zodpovědnost za celkovou kvalitu výsledného produktu.

5. Postupy a metody 3D měření PŘED ZAHÁJENÍM a V PRŮBĚHU REALIZACE STAVBY

V další části metodiky jsou uvedeny postupy a metody 3D měření a popis práce při realizaci měření, práce s předanými výstupy (vizualizacemi a protokoly) a archivací, které jsou popsány příkladně pro 3D laserové skenování což je metoda, která společně s tachymetrickým měřením nejvíce splňují parametry přesností pro využití kontroly a monitoringu ve fázi realizace staveb. Nicméně uvedené postupy lze aplikovat stejným nebo podobným způsobem pro ostatní ve směrnici nebo Metodice uvedené metody 3D měření.

Pro běžné geodetické technologie využívané na stavbách existují zavedená pravidla, předpisy a tato Metodika je podrobně nerozvádí. Technologie laserového skenování je nová technologie, a aby bylo možné ji účelně a správně vyvíjet na stavbách ŘSD ČR, musí být vysvětlena, popsána a nastavena tak, aby splňovala základní požadavky zadavatele ŘSD ČR uvedené v kap. 1.1. Následující kapitoly jsou z toho důvodu věnovány z velké části popisu 3D měření technologií laserového skenování, vyhodnocení dat, kontrole a distribuci výsledků.

5.1 Metody měření

Pro měření před zahájením a v průběhu realizace staveb lze využívat metody statického laserového skenování, stop&go laserového skenování, mobilního laserového skenování, leteckého laserového skenování, letecké fotogrammetrie, GNSS měření a tachymetrické měření za předpokladu splnění norem, TP, TKP a základních požadavků zadavatele ŘSD ČR uvedené v kap. 1.1.

Podle dosahované přesnosti měření, hustoty podrobných bodů a garance přesnosti DMT (hustotě a přesnosti výškových bodů) určujeme různé metody 3D měření, které můžeme třídit do jednotlivých druhů 3D měření (vzhledem k poměru cena / přesnost a její garance):

Orientační tabulka	
Třídění metod 3D měření do jednotlivých druhů 3D měření	
PŘESNÉ 3D měření	$\sigma_Z = \max 1 \text{ mm}$, $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$
Statické laserové skenování	
Stop&go laserové skenování	
Tachymetrické měření (podmíněno dodržením požadované hustoty bodů)	
TECHNICKÉ 3D měření	$\sigma_Z = \max 2,5 \text{ mm} / \max 5 \text{ mm} / \max 10 \text{ mm} / \max 15 \text{ mm} / \max 20 \text{ mm}$, $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm} / \max 10 \text{ mm}$
Statické laserové skenování	
Stop&go laserové skenování	
Tachymetrické a GNSS měření (podmíněno dodržením požadované hustoty bodů)	
DOKUMENTAČNÍ 3D měření	$\sigma_Z = \text{od } 20 \text{ mm (do } 50 \text{ mm)}$, $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$
Mobilní laserové skenování	
Tachymetrické a GNSS měření (podmíněno dodržením požadované hustoty bodů)	
MAPOVACÍ 3D měření	$\sigma_Z = \text{od } 20 \text{ mm (do } 120 \text{ mm)}$, $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$
Mobilní laserové skenování	
Letecké laserové skenování	
Letecká fotogrammetrie	
Tachymetrické a GNSS měření (podmíněno dodržením požadované hustoty bodů)	

Tab. 4. Orientační tabulka výběru metod 3D měření

5.1.1. Sběr dat metodou statického laserového skenování

Metoda laserového skenování, kdy při měření je skener na jednom místě. Při změně pozice se systém demontuje a na novém místě znovu stabilizuje. Jednotlivá místa, ze kterých se provádí 3D měření se nazývají skenpozice. Každá skenpozice má přesně určenou polohu, orientaci a náklony, tyto parametry jsou určeny z kombinace nejméně dvou nebo tří stanovených způsobů v SGR 8/2011, § 4/(4). Přesnost měření a garance přesnosti DMT je σ_Z = od 1 mm, resp. σ_Z = od 2,5 mm do 20 mm.

5.1.2. Sběr dat metodou stop&go laserového skenování

Metoda laserového skenování, kdy při měření je skener na jednom místě umístěný např. na pozemním dopravním prostředku a tvoří celek. Při změně pozice se systém přemístí jako celek. Jednotlivá místa, ze kterých se provádí 3D měření se nazývají skenpozice. Každá skenpozice má přesně určenou polohu, orientaci a náklony, tyto parametry jsou určeny z kombinace dvou nebo tří stanovených způsobů v SGR 8/2011, § 4/(4). Přesnost měření a garance přesnosti DMT je σ_Z = od 2,5 mm do 20 mm.

Doporučení

Sběr dat technologií laserového skenování je doporučeno dělit na samostatné pracovní jednotky tzv. skenpozice, provedené z měřicího pozemního dopravního prostředku. Skenpozice by měli být pravidelně rozmístěny po cca 20m – 50m měřeného úseku. Průměrná hustota měřených bodů na m² je volena podle aplikace technologie 3D měření.

5.1.3. Sběr dat metodou mobilního laserového skenování

Metoda laserového skenování, kdy při měření je skener v pohybu – umístěný na pozemním dopravním prostředku. 3D měření se provádí průběžně z pohybujícího se pozemního dopravního prostředku, měřená data jsou vztažena k poloze trajektorie měření a k náklonům systému. Poloha trajektorie měření je určena z GNSS a zpřesněna inerciální jednotkou IMU. Inerciální jednotka s odometrem také zaznamenává náklon a stočení systému. Přesnost měření a garance přesnosti DMT je σ_Z = od 20 mm do 120 mm.

5.1.4. Sběr dat metodou leteckého laserového skenování

Metoda laserového skenování, kdy při měření je skener v pohybu – umístěný na vzdušném dopravním prostředku (např. helikoptéra, letadlo, UAV). 3D měření se provádí průběžně z pohybujícího se prostředku, měřená data jsou vztažena k poloze trajektorie měření a k náklonům systému. Poloha trajektorie měření je určena z GNSS a zpřesněna inerciální jednotkou IMU. Inerciální jednotka také zaznamenává náklon a stočení systému. Přesnost měření a garance přesnosti DMT je σ_Z = od 20 mm do 120 mm.

5.1.5. Sběr dat metodou letecké fotogrammetrie

Metoda letecké fotogrammetrie, kdy při měření je fotogrammetrický přístroj v pohybu – umístěná na vzdušném dopravním prostředku (např. helikoptéra, letadlo, UAV). Sběr měřických snímků a obrazových záznamů se provádí průběžně z pohybujícího se prostředku, měřená data jsou k pozici a orientaci fotogrammetrického zařízení. Poloha je určena z GNSS a zpřesněna inerciální jednotkou IMU. Inerciální jednotka také zaznamenává náklon a stočení systému. Přesnost měření a garance přesnosti DMT je σ_Z = od 20 mm do 120 mm.

5.1.6. Sběr dat tachymetrickým měřením

Metoda tachymetrického měření, kdy se získávají jedním zaměřením z tachymetrického stanoviska prvky pro určení pravoúhlých prostorových souřadnic podrobného bodu, a to délka, vodorovný směr a výškový úhel; podle použitého přístroje a způsobu měření se rozlišují různé druhy tachymetrie. Sběr dat se nejčastěji provádí pomocí totální stanice a odrazného hranolu umístěného na výtyčce, která se při měření urovnává do vertikální polohy. Měřené body jsou vybírány geodetem. Vzdálenost je měřena laserovým dálkoměrem. Přesnost měření je σ_Z = od 1mm do 10 mm. Garance přesnosti DMT závisí na geodetovi a jeho určení měřeného bodu a hustotě měřených bodů.

5.1.7. Sběr dat metodou GNSS

Metoda měření založená na určování bodu za pomoci družicových systémů. Měřené body jsou vybírány geodetem, za pomoci antény umístěné na výtyčce. Přesnost měření při použití geodetických systémů GNSS je σ_Z = od 20mm do 120 mm. Garance přesnosti DMT závisí na geodetovi a jeho určení měřeného bodu a hustotě měřených bodů.

5.2 Termín měření

Požadavky na termín měření specifikuje zadavatel. Jedná se o termín v průběhu roku vzhledem k ročnímu období nebo termín v průběhu dne.

Požadavek

3D měření musí být prováděno ve vhodném okamžiku výstavby bez narušení harmonogramu prací jak základního tak změněného – upraveného.

Doporučení

Kvalita digitálního modelu je lepší pokud 3D měření probíhá v co nejkratším časovém úseku, aby soubor dat byl měřen za stejných podmínek a byl co nejvíce homogenní. Toto je obzvláště důležité u mostů.

Protože je laserový skener aktivní senzor, který vysílá laserové paprsky, tak je možné provádět měření v noci.

5.3 Podmínky měření

3D měření se nesmí provádět v podmínkách, které ovlivňují kvalitu výsledného produktu. Jedná se především o přítomnost sněhu, ledu, vody, mlhy, vrstev nepatřičného materiálu na povrchu konstrukčních vrstev a vzniku zastínění objektů měření tzv. rušivými objekty (stavební stroje, účastníci výstavby, dopravní prostředky, vegetace, nadzemní silové vedení apod.). Plánování 3D měření provádíme s minimalizací těchto negativních vlivů.

V případě, že okolnosti výstavby nedovolují dodržet výše uvedené podmínky, tak pohlížíme na požadavky jako na doporučení. V tomto případě musí být odchylky od doporučení specifikovány, zdokumentovány a vysvětleny v technické zprávě. Měření bude provedeno tachymetricky v kombinaci s 3D měřením.

Doporučení

V některých případech může být výhodou provádět měření v noci, kdy je na stavbě přítomno méně rušivých objektů, které nejsou předmětem měření (stavební stroje, účastníci výstavby, dopravní prostředky, apod.). Ve fázi realizace stavby se doporučuje provádět měření z výšky 3m nad terénem z důvodu minimalizace zastínění objektů.

5.4 Postup měření v případě zastíněného terénu

Zaměření terénu metodou 3D měření je ideální provádět na nezastíněný, čistý, suchý povrch konkrétní stavební vrstvy. Postupy pro případy, kdy povrch není ideální:

- a. **Vegetace propustná** – porost je řídký, je „vidět“ terén (např. mezerovitý travnatý porost bez drnů), který je předmětem měření. Hustota bodů 3D měření se zvýší na potřebnou hodnotu, tak aby bylo zaměřeno dostatek bodů na terénu, a zvýší se počet skenpozic. Při 3D měření povrchu s propustnou vegetací je nezbytné zaměřit kontrolní body tachymetricky (doporučené je použít výtyčku s plochou patou minimální průměr 5cm) a provést kontrolní srovnání. Při filtrování dat zaměřených na terénu s propustnou vegetací musí být použity body s nejmenší výškou při zachované požadované hustotě 1 bod na 1 m².
- b. **Vegetace nepropustná** – porost je hustý, není „vidět“ terén (např. křoviny), který je předmětem měření. Na nepropustném terénu je nezbytné zaměřit body pomocí tachymetrického měření (doporučené je použít výtyčku s plochou patou minimální průměr 5cm) s minimální hustotou měřených bodů 1 bod/25m² a vystižení reliéfu terénu (zaměření terénních hran, pat svahů a významných bodů terénu).
- c. **Stavební stroje, uskladněný materiál a podobně** – pokud terén je zastíněn umělými objekty, při měření je nezbytné minimalizovat počet těchto objektů vhodným postupem a organizací práce. Při čištění dat musí být odstraněny body, které nejsou předmětem měření.
- d. **Sníh, led na povrchu** – pokud je terén zastíněn souvislou vrstvou ledu nebo sněhu ovlivňující vystižení reliéfu objektu měření, 3D měření se neprovádí a stanoví se nejbližší vhodný termín nebo na základě rozhodnutí Správce stavby bude měření provedeno tachymetricky v kombinaci s 3D měřením.
- e. **Voda na povrchu** – pokud je terén pokrytý vodou, tak se 3D měření provádí v případě, že je možné dodržet požadovanou hustotu měření (nezpevněný povrch minimálně 25 bodů na 1 m², zpevněný povrch minimálně 2000 bodů na 1 m²).

5.5 Identické a kontrolní body

Měření identických bodů, kontrolních bodů a vlastní 3D měření by mělo probíhat vždy v co nejkratším časovém úseku, aby byl soubor dat co nejvíce homogenní (sběr za stejných podmínek).

5.6 Kontrola kvality měření

Kontrola kvality dat začíná už v průběhu měření. Veškeré vlivy, které mohou ovlivnit kvalitu dat, se musí dokumentovat (chvění přístroje vlivem stavebních strojů, aj). Musí být později kdykoliv umožněno identifikovat případné vlivy, které kvalitu měření ovlivňují.

Příklad

V případě vlivu atmosférických podmínek, vlivu počasí nebo vlivu stavební činnosti je třeba dokumentovat teplotu, sníh, vodu na povrchu měřeného objektu, mlhu, chvění, apod.

V případě řídké vegetace udělat kontrolní měření tachymetricky (doporučené je použít výtyčku s plochou patou minimální průměr 5cm).

5.7 Ověřitelnost výstupních informací po zakrytí konstrukcí

Povinnou součástí je zaměření okolí stavby s objekty, které stavbou nejsou dotčeny kvůli ověřitelnosti výstupních informací získaných z 3D měření i po zakrytí jednotlivých konstrukcí (SGŘ 8/2011, § 5/(3)). Ty však již není nezbytné klasifikovat do jednotlivých tříd, slouží pouze pro zpětnou kontrolu a případné řešení některých sporů. Následující tabulka udává vhodné objekty pro ověření měření i po zakrytí konstrukčních vrstev:

Doporučení

Vhodné objekty pro ověření jsou ty, které jsou trvanlivého charakteru v blízkosti stavby. Ty by měly být zaměřeny a popsány v technické zprávě. Vhodné objekty pro ověření měření jsou:

- Zpevněné plochy okolní stávající komunikace
- Pilíře a piloty mostů
- Betonové paty elektrického vedení a sloupů
- Budovy a jiné pevné objekty jako např. zděné ploty
- Výrazné terénní zlomy bez vegetace (např. skály)
- Apod.

Vzor protokolu s dokumentací „ověřitelnosti měření“ viz příloha 4 „Výstupy 3D měření“.

5.8 Možné zdroje chyb a hodnocení metod měření

5.8.1. Laserové skenování

V případě použití laserového skenování je správná pozice (X, Y, Z) měřeného bodu v mračnu bodů je ovlivněna několika vlivy. Největší zdroj chyb měření je v určení pozice, horizontace a orientace laserového skeneru. Z toho důvodu je kriticky důležité určení pozice laserového skeneru minimálně 2 až 3 způsoby pospané v SGR 8/2011, § 4/(4).

Požadavek

U aplikace „Kontrola kvality“ (milimetrové měření - $\sigma Z = \max 2,5 \text{ mm} / \max 5 \text{ mm}$) je potřeba použít kombinaci 3 způsobů určení pozice laserového skeneru.

5.8.2. Letecká fotogrammetrie

Největší zdroj chyb měření je v určení pozice prvků vnější orientace (definují polohu projekčního centra a směr os záběru tedy pozice a orientace fotogrammetrického zařízení) a neznáme přesně prostorovou polohu snímku v okamžiku expozice, z čehož plyne složitější zpracování. Přesnost jednotlivých metod pro fotogrammetrii v řádu (cm-dm).

5.8.3. Tachymetrické a GNSS měření

Pro podrobné zaměření členitého terénu a dosažení požadované hustoty měřených bodů je metoda u lokalit středního a velkého rozsahu pomalá. Přesnost měření na nepevném terénu může ovlivnit zabodávání hrotu výtyčky do terénu. Výsledky měření nelze vzhledem selektivnímu určování měřených bodů ověřit po zakrytí konstrukční vrstvy. Při nedostatečné hustotě měřených bodů a výběrovému způsobu zaměřování nelze garantovat stejnou přesnost DMT v každém místě měřeného stavebního objektu, ale pouze na měřených bodech.

5.8.4. Mobilní skenování a letecké laserové skenování

Největší zdroj chyb měření je v určení polohy a centra promítání laserového skeneru jedná se o tři souřadnice centra a tři nezávislé rotace (pozice a orientace). Přesnost jednotlivých metod mobilního skenování je v řádu (cm-dm).

6. Popis zahájení měření, vyhodnocení výsledků, distribuce a zálohování dat

6.1 Zahájení projektu

Zadavatel vytvoří a předá potřebné podklady, které bude případně průběžně aktualizovat. Na základě stavebního plánu se stanoví časový harmonogram 3D měření.

Před zahájením projektu zadavatel předá:

- Název a rozsah stavby
- Popis a souřadnice vytyčovací sítě stavby, pokud je vybudována (formát YXZ, přehledka)
- Projektová dokumentace PDPS, bilance kubatur a případné revize výkresů
- Položkový rozpočet stavby s výkazem výměr
- Hrubý časový harmonogram 3D měření (počet etap měření)

Počet etap měření vychází z počtu měřených stavebních objektů, konstrukčních vrstev a možností jejich kombinování pro měření v souladu se smlouvou na provedení zakázky výkonu 3D měření.

6.2 Zahájení měření

Před zahájením měření jedné etapy se definuje:

- Časový plán měření a zpracování
- Definice objektu měření
 - Číslo a název měřených objektů
 - Číslo a název konstrukční vrstvy
 - Staničení a rozsah měřeného úseku
 - Číslo položky z rozpočtu stavby

Měření:

- Měření probíhá ve stanoveném termínu, pokud klimatické nebo jiné důvody nebrání měření a podle pokynů Správce stavby.
- Zadavatel je povinen umožnit přístup na stavbu, pohyb po stavbě a zajistit co nejideálnější terén pro měření.
- Měření, vyhodnocování a předání výstupů vč. protokolů se provádí bez zbytečných prodlev a v součinnosti s probíhající stavbou.
- Zadavatel (Správce stavby) zajistí součinnost s geologem při 3D měření pro potřebu rozlišitelnosti tříd těžitelnosti (měření bude uplatňováno podle zvážení a rozhodnutí Správce stavby).

6.3 Vyhodnocení výsledků

Data se vyhodnocují podle použité technologie měření a stanovené přesnosti tak aby byly vytvořeny požadované výstupy 3D měření. Při zpracování se určí charakteristiky přesnosti:

- Relativní přesnost zastupuje vnitřní přesnost 3D měření objektů vůči sobě
- Absolutní přesnost zastupuje přesnost 3D vůči bodovému poli, předchozí etapě a PDPS

Uvedení přesností v technické zprávě je součástí základní kontroly kvality na straně dodavatele 3D měření. Výstupy se odevzdávají v tištěné, elektronické a on-line verzi v časovém termínu stanoveném před zahájením měření dané etapy v časovém plánu.

6.4 Kontrola kvality výsledků

Kontroly kvality musí být dokumentována v technické zprávě. Kontrolní postupy zahrnují následující minimum:

Kontrola kvality výsledků	
Oblast kontroly	Provedení
Relativní přesnost	Statistická kontrola odchylek na překrývajících se plochách jednotlivých mračen bodů, nebo kontrola směrodatné odchylky na vnitřních připojovacích bodech.
Absolutní přesnost	Stanovení směrodatné odchylky na kontrolních bodech zaměřených na povrchu vyšší přesností z bodového pole stavby.
Ověřitelnost měření	Zaměření okolí stavby s objekty, které stavbou nejsou dotčeny. Dokumentace vyznačením kontrolního bodu na fotografii a zápisem

	souřadnic.
--	------------

Tab. 5. Kontrola kvality výsledků – oblast a provedení kontroly

Dodavatel 3D měření je plně zodpovědný za garanci kvality své činnosti a výsledného produktu.

6.5 Distribuce dat

Pro předávání výsledného produktu by měl zadavatel specifikovat:

- Formát a názvosloví souborů
- Obsah předávacích protokolů
- Obsah a formát digitálních dat

V přílohách 4 a 5 jsou uvedeny doporučené specifikace výstupů, které pracovníci ŘSD ČR obdrží v tištěné, elektronické a on-line verzi. Distribuce dat a informací je on-line webovou aplikací zadavatele.

6.6 Zálohování dat

Záloha je proces, při kterém jsou důležitá data zkopírovaná na jiné místo, aby byla v případě potřeby rychle a snadno obnovitelná.

- Zálohy musí být prováděny tak, aby se předešlo ztrátě nebo poškození dat.
- Místa, kam se data zálohují, musí být geograficky oddělené.
- Přenos zálohovaných dat musí být zabezpečený.
- Zálohy musí být soudržné, neporušené a snadno obnovitelné.
- Přístup k zálohám mají pouze pověřené osoby.

Data k zálohování jsou majetkem zadavatele. Zhotovitel nemůže data předat třetí osobě a použít za účelem obchodního užití bez jeho písemného svolení.

7. Výsledky, jejich archivace, závaznost a ověření

7.1 Výsledky

Požadavky na dodání dat – standardizovaný rozsah výstupů je uveden v přílohách 4. a 5. „Výstupy 3D měření“ a „Výstupy 3D měření v kombinaci s georadarem“. Zde je uvedeno jejich pojmenování a přiřazeno číselné označení v hranaté závorce pro jednodušší identifikaci.

Výstupy 3D měření – dokumentace

Vybrané stavební objekty byly zaměřeny po jednotlivých konstrukčních vrstvách a ke každé je vytvořen výstup obsahující:

- [1.] Mračna bodů – 3D měření
- [2.] Digitální model terénu (DMT) – 3D data
- [3.] Digitální model projektu (DMP) – 3D data
- [4.] Rozdílové digitální modely terénu (RDMT) – 3D informace
- [5.] Profily a přehledka profilů – 3D informace
- [6.] Výpočty ploch a objemů – 3D informace
- [7.] Technická zpráva – 3D informace

Vlastnosti výstupů jsou popsány v příloze 4. „Výstupy 3D měření“. Výstupy [1.] – [7.] budou předány v tištěné formě a digitální formě na CD, DVD nebo diskových mediích na základě předávacího protokolu.

Výstupy 3D měření – informativní

3D data a 3D informace (výstupy [2.] – [7.]) budou ukládány do webového datového úložiště a doplněny o výstup mapového serveru pro vizualizaci digitálních modelů terénu a projektu s funkcemi porovnání etap měření (případně DMP) a výpočetními funkcemi:

[8.] Mapový server – 3D informace

Minimální požadavky na vlastnosti výstupu [8.] jsou možnosti vizualizací digitálních modelů terénu, porovnání s projektem ve formě DMP a s předchozí etapou měření, výpočty objemů a ploch, řezy v libovolném místě, vkládání kót a poznámek.

Výstupy 3D měření v kombinaci s georadarem – dokumentace

Vybrané stavební objekty a lokality byly zaměřeny a ke každé je vytvořen výstup obsahující:

- [9.] Mračno bodů – 3D měření
- [10.] Digitální model terénu (DMT) – 3D data
- [11.] 3D účelová mapa povrchové situace – 3D data
- [12.] Porovnání s projektovou dokumentací (porovnání profilů) – 3D informace
- [13.] Analýza a porovnání dat mračna bodů s katastrální mapou – 3D informace
- [14.] Tabulka s určením tloušťky vrstev vozovky (EXCEL) – 3D informace
- [15.] Analýza a hodnocení provedeného měření – 3D informace
- [16.] Vyhodnocení GPR údajů v podélném profilu
- [17.] Vyhodnocení dielektrické hodnoty materiálu vozovky
- [18.] Videozáznam měřeného úseku s určením polohy ve vysokém rozlišení (s GPS polohou na mapě)
- [19.] Hodnotící zpráva výsledků měření GPR

Vlastnosti výstupů jsou popsány v příloze 5. „Výstupy 3D měření v kombinaci s georadarem“. Výstupy [9.] – [19.] budou předány v tištěné formě a digitální formě na CD, DVD nebo diskových médiích.

Výstupy 3D měření v kombinaci s georadarem – informativní

Na server do webového datového úložiště budou ukládány 3D data a 3D informace – výstupy [10.] – [13.].

7.2 Archivace dat

Jedná se o krátkodobé a dlouhodobé ukládání dat na straně dodavatele 3D měření a natrvalo u zadavatele.

Krátkodobé ukládání dat:

Data naměřená na stavebních objektech potažmo stavbě v průběhu realizace stavby / realizace 3D měření zakázky budou archivovány na serverech dodavatele 3D měření. Po tuto dobu nesmí být zveřejňována a používána nebo jinak bez souhlasu zadavatele a musí být vždy přístupna uvedeným pracovníkům v příloze smlouvy k výkonu 3D měření.

Dlouhodobé ukládání dat:

Součástí každé zakázky na 3D měření nebo georadar je převod všech dat na servery ŘSD ČR databanka Ostrava.

Vlastníkem všech dat, vizualizací, protokolů je pouze ŘSD ČR a nesmí být jakkoliv jinak použita.

7.3 Dokumentace kontroly přístrojů

Přístroje používané pro 3D měření musí být kalibrovány Akreditovanou kalibrační laboratoří. Pokud přístroj Akreditovaná kalibrační laboratoř nekalibruje, doloží se testovací protokol od výrobce přístroje nebo se provede testování přístrojem vyšší přesnosti kalibrovaným Akreditovanou kalibrační laboratoří v návaznosti na prohlášení o shodě podle požadavků na systém řízení kvality. Přístroje musí být kalibrovány nejméně každé 2 roky, pokud zadavatel 3D měření nestanoví jinak. Kalibrace se řídí podle SGŘ 6/2010 Metrologický řád ŘSD ČR.

7.4 Ověření výsledků

Technické zprávy musí být ověřeny úředně oprávněným zeměměřickým inženýrem (ÚOZI).

III. OBCHODNÍ ČÁST

8. Specifikace činností pro vytvoření položkového rozpočtu a zadávací dokumentace pro výkon 3D měření

V následující tabulce 6 je uvedena specifikace jednotlivých prací 3D měření, prací s georadarem před a v průběhu realizace stavby. Tato specifikace je podkladem pro vytvoření položkového rozpočtu pro výběrové řízení (tendrovou dokumentaci) 3D měření.

Specifikace jednotlivých prací	
Zkratka činnosti	Popis činnosti
A	Založení zakázky, vytvoření plánu měření
A	Sběr a organizace geodetické a projektové dokumentace – převzetí podkladů od zhotovitele a objednatele
Z	Převod projektové dokumentace ve 2D do 3D digitálního modelu projektu
M	Budování bodového pole
M	Zaměření polohového bodového pole
M	Zaměření výškové bodového pole
Z	Zpracování, vyrovnání a dokumentace bodového pole
Z	Převod 3D DMP do základního softwaru a tím stanovení srovnávací roviny 0
M	Provedení prvního startovního 3D měření před zahájením realizace stavby s požadovanou hustotou
M	Zaměření připojovacího měření pro 3D měření s požadovanou přesností (zaměření identických bodů)
Z	Zpřesnění pořízeného mračka laserových bodů
Z	Čištění mračen bodů o objekty, které nejsou předmětem měření
Z	Filtrování dat na požadovanou hustotu
Z	Vytvoření digitálního modelu terénu s povinnými spojnici
M	Startovací zaměření objektu měření metodou GPR
Z	Zpracování dat z GPR
Z	Analýza rovinatosti
Z	Kombinace dat z 3D měření a GPR
Z	Porovnání zjištěných dat z projektovou dokumentací
Z	Vytvoření technické zprávy – "Startovací měření před realizací"
A	Vytvoření plánu měření pro počet stavebních objektů a konstrukčních vrstev
M1 - Mx	Zaměření připojovacího měření pro 3D měření s požadovanou přesností (zaměření identických bodů)
Z1 - Zx	Zpracování a vyrovnání připojovacího měření
M1 - Mx	Zaměření objektu měření metodou 3D měření s požadovanou hustotou
Z1 - Zx	Georeferencování (polohové a výškové) pořízeného mračka laserových bodů
Z1 - Zx	Výškové vyrovnání s požadovanou výškovou směrodatnou odchylkou (zpevněné plochy)
Z1 - Zx	Čištění mračen bodů o objekty, které nejsou předmětem měření
Z1 - Zx	Filtrování dat na požadovanou hustotu
Z1 - Zx	Vytvoření digitálního modelu terénu s povinnými spojnici
Z1 - Zx	Porovnání digitálního modelu terénu zaměření s modelem projektu – tvorba rozdílového digitálního modelu
Z1 - Zx	Porovnání digitálního modelu terénu zaměření s předchozí etapou – tvorba rozdílového digitálního modelu
Z1 - Zx	Zpracování rozdílových modelů
Z1 - Zx	Vytvoření profilů a přehledky profilů
Z1 - Zx	Výpočet objemů a ploch k projektu a předchozí etapě měření
Z1 - Zx	Vytvoření protokolů etapy měření
Z1 - Zx	Převod digitálních modelů terénu do portálu s webovým rozhraním
Z1 - Zx	Uložení výstupních dat do aplikace datového úložiště a jeho provoz
A	Správa a údržba webového rozhraní a datového úložiště – IT technologie
A	Průběžné konzultace se zpracovateli projektové dokumentace stavby a s experty zadavatele (ŘSD) aktuálně dle potřeby vývoje zpracovávání zakázky
A, M1 - Mx	Přepravní náklady

Vysvětlivky:
 x počet etap
 A Administrativa
 M ... Měření v terénu
 Z ... Zpracování dat

Tab. 6. Specifikace jednotlivých prací 3D měření a prací s georadarem před a v průběhu realizace stavby

8.1 Zadávací dokumentace stavby pro výkon 3D měření

Zadávací dokumentace stavby bude obsahovat seznam požadovaných měření jednotlivých stavebních objektů a termín zajištění služeb.

Specifické části dodávky budou popsány v zadávací dokumentaci stavby pro daný 3D projekt měření mezi zadavatelem a dodavatelem 3D měření. Může se jednat například o dodávku školení pracovníků v oblasti práce s vizualizačními výstupy 3D, průběžná konzultační činnost, apod.

Doporučení

Pro rychlou integraci 3D kontrolního systému do procesu výstavby, vytvoření stejných podmínek pro všechny stavby a požadavku na minimální nároky pro pracovníky ŘSD ČR jsou v příloze 1 uvedeny příklady zadávací dokumentace stavby pro zadání služby 3D měření a v příloze 2 příklady zadávací dokumentace stavby pro zadání služby zaměření georadarem.

Zadávací dokumentace stavby zadání 3D měření jsou děleny podle fáze životního cyklu staveb a podle financování:

- 3D měření ve fázi PŘED ZAHÁJENÍM REALIZACE STAVBY
- 3D měření ve fázi V PRŮBĚHU REALIZACE STAVBY pro zajištění podkladů pro kontrolní práce

8.2 3D měření ve fázi PŘED ZAHÁJENÍM REALIZACE STAVBY

Předmětem zakázky je startovací zaměření povrchové situace pláně/komunikace před započítáním stavebních prací technologií 3D měření za účelem dokumentace stavu pláně/komunikace před započítáním stavebních prací jako nástroje kontroly. Příklady zadávací dokumentace stavby pro nákup služby jsou uvedeny v přílohách:

- Příloha 1.1 (technické 3D měření - aplikace „Startovací měření před realizací–MR“)
- Příloha 2.1 (georadarové měření, - aplikace „Startovací měření před realizací–MR“)

8.3 3D měření ve fázi V PRŮBĚHU REALIZACE STAVBY

Předmětem zakázky je zajištění podkladů pro kontrolní práce geometrických parametrů technologií 3D měření. Na základě zkušeností z již realizovaných projektů na stavbách ŘSD ČR se jeví jako účelné mít možnost zadávat 3D měření v průběhu realizace stavby pro zajištění podkladů pro kontrolní práce různými způsoby. Příklad zadávací dokumentace stavby pro nákup služby je uveden v příloze:

- Příloha 1.1 (technické 3D měření - aplikace „Monitoring kubatur“ a „Kontrola kvality“ pro rekonstrukci silnice)

9. Financování a určení investorské ceny

Práce na 3D měření se budou financovat přímo ze jmenovité akce v rozpočtu z částí určené na přípravu akce (stejný režim jako má financování nákladů na TDI, BOZP apod.). Tzn., že fakturace těchto prací bude probíhat v režii zadavatele nikoliv zhotovitele, jak to většinou probíhalo dopsud.

Stanovení Investorské ceny prací pro doplnění zadávací dokumentace pro 3D měření i pro georadar je v tomto případě složité a vyžaduje nestandardní postup. Je třeba vyhledat ceníky možných firem, které tyto práce provádějí a formou agregace položek provést výpočet ceny. Nebo se nabízí možnost před výběrovým řízením poptat všechny dostupné firmy. Může hrozit, že nesprávným určením výše ceny může dojít k jejímu překročení účastníky soutěže, což zadává příčinu na zrušení výběrového řízení.

10. Hodnocení nabídek

Při hodnocení nabídek ve výběrovém řízení bude určující celková cena, při porovnání ocenění všech položek prací, které jsou pro 3D měření na konkrétní stavbu uvedeny v zadávací dokumentaci. Pro zadávací dokumentaci je třeba použít škály položek z tab. 6 „Specifikace jednotlivých prací“ uvedené v kap. 8 této Metodiky.

Lze užít i metodu používanou v zahraničí a to je zpracování soutěžního příkladu. Tzn. součástí soutěže bude zaměření předem vytypovaného a zaměřeného úseku, který zpracují uchazeči v té podobě vypracování jednotlivých kroků, vizualizačních schémat a listových příloh jak je uvedeno v přílohách této Metodiky.

Hodnotícím kritériem bude dodržení požadované výškové přesnosti všech výstupů 3D měření, doložení technologických postupů měření a zpracování dat v technické zprávě a vizualizace výstupů.

Pro přesné a technické 3D měření je pro hodnocení nabídek nezbytné doplnit technickou zprávu o postup a parametry, které byly použity pro výpočty od naměřených dat po výsledná výstupní data. Tzn. matematicky doložitelná výpočetní cesta (transformační matice, posuny, rotace, atd).

11. Udělování výjimek

Výjimky z provádění 3D měření dle této Metodiky na stavbách podléhajících SGR 8/2011, §1, odst. (7) a dopisu ŘÚV Interní sdělení č.: 5286/11 210/2012/Zou uděluje pouze GR a ŘÚV ŘSD ČR.

IV. PŘÍLOHY

Příloha 1. Příklady zadávací dokumentace stavby pro zadání služby 3D měření

Příloha 1.1 Příklad pro zadání služby TECHNICKÉHO 3D měření

Aplikace „Monitoring kubatur“ a „Kontrola kvality“ pro rekonstrukci silnice

Aplikace „Startovací měření před realizací-MR“

Popis služby

Předmětem služby je zajištění kontrolních prací technickým 3D měřením na úseku [bude doplněno] stavby [bude doplněno], která je realizována dle souhrnu smluvních dohod mezi objednatelem a zhotovitelem stavby. Objednatelem stavby je ŘSD ČR.

Na úseku [bude doplněno] se jedná o zaměření a vyhodnocení provedených prací zhotovitelem stavby před provedením frézování stávající sil. [bude doplněno], zaměření a vyhodnocení po vyfrézování do hl. [bude doplněno] mm, zaměření a vyhodnocení po položení ložné vrstvy v tl. [bude doplněno] mm a zaměření a vyhodnocení po položení obrusné vrstvy v tl. [bude doplněno] mm.

Technické požadavky na službu

Měření

Jedná se o monitorování a kontrolování objemů a geometrické přesnosti skutečně provedených prací na úseku [bude doplněno] stavby [bude doplněno].

Bude vybudováno bodové pole stavby.

Pro 3D měření bude použit měřicí přístroj s bezpečností laseru třídy 1.

3D měření bude v hustotě nejméně 2000 bodů/m². Body budou zaměřeny se směrodatnou výškovou odchylkou určení výšky $\sigma_Z = \max 5 \text{ mm}$ vzhledem k vybudovanému bodovému poli stavby. Směrodatná polohová odchylka měřených bodů musí být $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$ vzhledem k vybudovanému bodovému poli stavby. 3D měření je požadováno v předemných úsecích a celé šířce sil. [bude doplněno].

Měření jednotlivých stavebních prací (konstrukcí) bude realizováno na výzvu objednatele po obdržení výzvy, která může být dána písemně poštou, elektronickou poštou, zprávou SMS atd.

Povinnou součástí podkladů pro monitoring a kontrolu provedených prací je zaměření okolí stavby s objekty, které stavbou nejsou dotčeny, a to z důvodu ověřitelnosti měření i po zakrytí jednotlivých konstrukcí.

Na úseku č. [bude doplněno] (km [bude doplněno] staničení dle PD pro realizaci stavby) budou zaměřovány následující konstrukce a budováno bodové pole stavby:

1. Vybudování bodového pole stavby
2. Měření – povrch stávající komunikace před frézováním
3. Měření – po odfrézování
4. Měření – po položení ložné vrstvy
5. Měření – po položení obrusné vrstvy

Výše uvedené kroky, body předmětu zakázky je třeba rozepsat dle konkrétní stavby a skladby vrstev stavebních prací.

Zpracování

Každá jednotlivá pozice přístroje technologií 3D měření musí být určena třemi nezávislými způsoby:

- a) přímé určení polohy skeneru pomocí metody GNSS nebo tachymetrickým měřením,
- b) určení z měření na identické body,
- c) určení pomocí korelace mračen.

Tyto tři nezávisle určené prostorové polohy laserového skeneru musí vykazovat dobrou shodu, aby kombinací těchto způsobů byla zachována výsledná předepsaná přesnost měření dle zásad teorie chyb. Všechna měření a předávaná data musí být v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

Výstupy

Digitální modely terénu budou předávány podle B2 – Datový předpis pro tvorbu Základní mapy dálnice a podle C1 – Datový předpis pro tvorbu digitálních map pro Ředitelství silnic a dálnic ČR.

Dodavatel zajistí prostřednictvím vlastní on-line webové aplikace přístup do datového skladu dodavatele pro poskytování informací a služeb (výstupy) podle Metodiky k SGŘ 8/2011 „Zásady pro zajištění kontroly geometrických parametrů s využitím technologií 3D měření při realizaci staveb ŘSD ČR“:

Výstupy 3D měření v tištěné formě musí být úředně ověřeny osobou s kvalifikací ÚOZI podle zákona č.200/1994 Sb. § 13, odst.(1), písm. c).

Výstupy musí být poskytnuty objednateli operativně v takových termínech, aby mohlo být objednatelům stavby rozhodnuto o povolení případného dalšího postupu prací ze strany zhotovitele.

Kontrola kvality

Pro každou zakázku musí být stanoven alespoň základní plán kontroly kvality na straně dodavatele. Jeho splnění musí být dokumentováno v technické zprávě. Kontrolní postupy musí zahrnovat alespoň následující:

Oblast kontroly provedení:

- Georeference dat – doložit jednu kontrolu kvality:
- Ověřovací měření – kontrolní body vyšší přesnosti v zájmové oblasti.
- Charakteristika přesnosti překryvných území jednotlivých skenovacích pozic.
- Charakteristika přesnosti vícenásobného měření.

Ověřování dat:

Kontrola na objektech v okolí stavby. Místopis a grafická znázornění místa ověření.

Reference

Uchazeč má mít zkušenosti s prováděním veškerých činností spojených s touto danou službou 3D měření, která je obsahem předmětu veřejné zakázky.

Uchazeč předloží reference z nejméně [bude doplněno] akcí, na kterých touto metodou prováděl měření ve výše uvedených přesnostech při kontrolách zemních prací a pokládek asfaltových krytů vozovek. Musí vlastnit program pro zpracování dat, jejich vyhodnocování, distribuci a vizualizaci ve 3D.

Příloha 2. Příklady zadávací dokumentace stavby pro zadání služby zaměření georadarem

Příloha 2.1 Příklad pro zadání služby GEORADAROVÉHO měření

Aplikace „Startovací měření před realizací-MR“

Popis služby

Předmětem služby je startovací zaměření georadarem na úseku [bude doplněno] stavby [bude doplněno], která je realizována dle souhrnu smluvních dohod mezi objednatelem a zhotovitelem. Objednatelem služby je ŘSD ČR.

Na úseku [bude doplněno] se jedná o startovací zaměření pro vytipování problematických místa v zájmové lokalitě.

Technické požadavky na službu

Měření

Jedná se o zaměření stavby [bude doplněno] georadarovým měřením pro vytipování problematických místa v zájmové lokalitě před započítím stavby (modernizace, rekonstrukce - MR). Georadarové měření stavby [bude doplněno] bude provedeno minimálně v jedné přímce v každém směru ve středu, případně na pravé straně jízdního pruhu.

Georadarové měření bude provedeno za použití minimálně 2 typů antén s rozličnou frekvencí, propojených s centrální jednotkou. Měření georadarem bude provedeno nedestruktivní metodou, měření musí být kontinuální s hustotou měření minimálně 10 scan/m s nepřesností určení hloubky maximálně 10 %.

Měření stavby [bude doplněno] georadarem je požadováno provést v každém směru minimálně v jedné linii ve středu či na pravé straně jízdního pruhu.

Měření bude realizováno na výzvu objednatele, která může být dána písemně poštou, elektronickou poštou, zprávou SMS atd.

Zpracování

Georadarové měření musí být zpracováno pomocí speciálního softwaru, který umožní interpretovat data v požadovaných výstupech (viz výstupy níže)

Výstupy

Hodnotící zpráva georadarového měření s analýzou výsledků bude zpracována ve formátu pdf, případně analýza výsledků ve formátu videozáznamu.

Podélný řez georadarových dat zobrazený v radargramu (výstupy ze zařízení georadaru) bude součástí příloh hodnotící zprávy georadarového měření.

Kontinuální průběh vrstev vozovky zobrazený v podélném profilu bude porovnán s navrhovanými tloušťkami stanovenými dodanou projektovou dokumentací a bude součástí příloh hodnotící zprávy georadarového měření.

Vyhodnocení dielektrické hodnoty materiálů ve formě kontinuální křivky v radargramu bude součástí příloh hodnotící zprávy georadarového měření.

Určení tloušťky zjištěných vrstev vozovky bude zpracováno ve formátu xls. tabulky s krokem hodnocení každých 5 m a bude předáno v digitální podobě.

Kontrola kvality

Pro každou zakázku musí být stanoven alespoň základní plán kontroly kvality na straně dodavatele. Jeho splnění musí být dokumentováno v technické zprávě. Kontrolní postupy musí zahrnovat alespoň následující:

Kontrola kvality dodaných dat georadaru může být provedena pomocí destruktivní metody jádrových vrtů v konstrukci vozovky.

Reference

Uchazeč má mít zkušenosti s prováděním veškerých činností spojených s touto danou službou měření georadarem, která je obsahem předmětu veřejné zakázky.

Uchazeč předloží reference z nejméně [bude doplněno] akcí, na kterých touto metodou prováděl měření obdobného charakteru. Musí vlastnit program pro zpracování dat, jejich vyhodnocování, distribuci a vizualizaci.

Příloha 3. Schéma převodu PDPS ve 2D do 3D DMP

Tato příloha doplňuje kap. 3 „Převod projektové dokumentace pro provedení stavby (PDPS) vytvořené ve 2D do 3D digitálního modelu projektu (DMP)“.

PDPS je vytvořena ve 3D:

PDPS je vytvořena ve 3D pokud jsou všechny konstrukční prvky dané vrstvy komunikace polohově i výškově zpracovány ve výkresu CAD formátu (dxf, dwg, dgn,...) v jednu homogenním celku. Podklady PDPS vyhotovené ve 3D se rozdělují do dvou kategorií podle technologie vytvoření dokumentace a každá z kategorií vyžaduje editorské úpravy.

Kategorie 1	
Název	PDPS (3D) – TIN
Formát	Grafický – CAD formát
Popis PDPS	- zasítovaný 3D model – pravidelná trojúhelníková síť - vytvořené plochy přesně odpovídají dané konstrukční vrstvě
Editace PDPS	editace ploch – kontrola duplicity ploch
Převod do 3D DMP	- pokud je projekt v místním (lokálním) systému provede se transformace do S-JTSK/Bpv pomocí identických bodů nebo transformačního klíče - import do softwaru pro generalizaci DMT, výpočty objemů a grafického zobrazení DMT, RDMT a profilů

Kategorie 2	
Název	PDPS (3D)
Formát	Grafický – CAD formát
Popis PDPS	- nezasítovaný 3D model – vektorová kresba povinných spojnic, hran, profilů - vytvořené plochy přesně odpovídají dané konstrukční vrstvě
Editace PDPS	- editace hran – použít pouze spojnice dané konstrukční vrstvy - editace spojnic – spojnice se nesmí křížit jinde než ve společných bodech - editace spojnic – spojnice jedné stěny rovnoběžné nad sebou je nezbytné posunout o malou hodnotu (1mm), pro korektní tvorbu TIN
Převod do 3D DMP	- pokud je projekt v místním (lokálním) systému provede se transformace do S-JTSK/Bpv pomocí identických bodů nebo transformačního klíče - import do softwaru pro generalizaci DMT, výpočty objemů a grafického zobrazení DMT, RDMT a profilů

PDPS je vytvořena ve 2D:

PDPS je vytvořena ve 2D pokud jsou všechny konstrukční prvky dané vrstvy komunikace popsány, okótovány a vykresleny ve výkresech. Podklady PDPS vyhotovené ve 2D se rozdělují do dvou kategorií podle použité technologie vytvoření dokumentace a výstupních formátů a každá z kategorií vyžaduje editorské úpravy.

Kategorie 3	
Název	PDPS (2D) – elektronický výkres
Formát	Grafický – CAD formát
Popis PDPS	elektronický 2D výkres obsahující – výškové kóty, polohopis, okótované řezy, popis jednotlivých konstrukcí

Editace PDPS	• editace se provádí ruční, poloautomatická, automatická – z pokladů ve 2D (profily po x metrech, polohopis, kóty, doprovodné materiály, textové hodnoty se překreslují do 3D • editace osy komunikace – z výkresu se vytvoří osa komunikace • editace řezů – z výkresu se vytvoří jednotlivé řezy komunikace, které se umísťují na dané místo osy komunikace • editace spojnic – spojnice se nesmí křížit jinde než ve společných bodech • editace spojnic – spojnice jedné stěny rovnoběžné nad sebou je nezbytné posunout o malou hodnotu (1mm), pro korektní tvorbu TIN
Převod do 3D DMP	• pokud je projekt v místním (lokálním) systému provede se transformace do S-JTSK/Bpv pomocí identických bodů nebo transformačního klíče • import do softwaru pro generalizaci DMT, výpočty objemů a grafického zobrazení DMT, RDMT a profilů

Kategorie 4	
Název	PDPS (2D)
Formát	Grafický – PDF formát
Popis PDPS	• tištěný 2D výkres obsahující – výškové kóty, polohopis, řezy, popis • výkres musí být dostatečně okótován, jinak nelze vytvořit 3D model
Editace PDPS	• editace se provádí ruční – z pokladů ve 2D (profily po x metrech, polohopis, kóty, doprovodné materiály, textové hodnoty se překreslují do 3D • editace osy komunikace – z výkresu se vytvoří osa komunikace • editace řezů – z výkresu se vytvoří jednotlivé řezy komunikace, které se umísťují na dané místo osy komunikace • editace spojnic – spojnice se nesmí křížit jinde než ve společných bodech • editace spojnic – spojnice jedné stěny rovnoběžné nad sebou je nezbytné posunout o malou hodnotu (1mm), pro korektní tvorbu TIN
Převod do 3D DMP	• pokud je projekt v místním (lokálním) systému provede se transformace do S-JTSK/Bpv pomocí identických bodů nebo transformačního klíče • import do softwaru pro generalizaci DMT, výpočty objemů a grafického zobrazení DMT, RDMT a profilů

U PDPS obsahující nejasnosti, chybné výškové kóty, nekorespondenci mezi půdorysem a řezem je nutné ověřovat správný postup tvorby 3D DMP s projektantem.

Vytvořené 3D DMP, které nebyly zhotoveny projektantem, budou po vyhotovení předány projektantovi ke kontrole a ke schválení.

Pro tvorbu 3D DMP z PDPS, se používají softwary (nebo jejich kombinace), které mají následující funkce:

- Editace projektové dokumentace – editace hran, ploch, os, práce s vrstvami a objekty (AutoCAD, Microstation, RoadPAC, TopoCAD, Revit,...).
- Generace TIN (nepravidelné trojúhelníkové sítě) z upravené editované PDPS.
- Výpočet objemů mezi dvěma digitálními modely terénu (projektu) v daném obvodovém polygonu.
- Grafické možnosti, které umožňují zobrazení digitálních modelů se všemi požadovanými vlastnostmi (měřítko 1:1000 – 1:2000, označení, vrstevnice, výškové kóty, souřadnicový a výškový systém, barevná hypsometrie).

Příloha 4. Výstupy 3D měření

Tato příloha doplňuje kap. 7.17.1 „Výsledky“.

Souhrn výstupů 3D měření na pozemních komunikacích a v tunelech				
Výstup:		Tištěný výstup (papír):	Digitální výstup (CD,DVD, disk):	Informativní výstupy (on-line):
[1.]	Mračna bodů	TZ	data (LAS, ASCII) , TZ	TZ
[2.]	Digitální model terénu (DMT)	Výkres, TZ	data (dxf, dwg, dgn), výkres (pdf) TZ	data (dxf, dwg, dgn), výkres (pdf), plus mapový server, TZ
[3.]	Digitální model projektu (DMP)	Výkres, TZ	data (dxf, dwg, dgn), výkres (pdf) TZ	data (dxf, dwg, dgn), výkres (pdf), plus mapový server, TZ
[4.]	Rozdílové digitální modely terénu (RDMT)	Výkres, TZ	výkres (pdf) TZ	výkres (pdf), plus mapový server, TZ
[5.]	Profily a přehledka profilů	Výkres – profilů Výkres – přehledka TZ	Výkres – profilů (pdf, dxf, dwg, dgn) Výkres – přehledka (pdf, dxf, dwg, dgn), TZ	výkresy (pdf, dxf, dwg, dgn), plus mapový server, TZ
[6.]	Výpočty ploch a objemů	TZ	TZ	plus mapový server, TZ
[7.]	Technická zpráva	Protokol TZ výstup 1–7	Protokol TZ výstup 1–7	Protokol TZ výstup 1–7
[8.]	Mapový server		Výstupy 2–7 – datové úložiště	Výstupy 2–7

Popis, parametry, názvosloví, formáty, obsah a ukázky výstupů 3D měření monitoringu kubatur a kontroly kvality provedených prací na pozemních komunikacích v průběhu realizace výstavby

[1.]	Mračna bodů – 3D měření
A. Popis a parametry výstupů – komunikace	
Polohově a výškově vyrovnaná data z 3D měření laserovým skenerem s informacemi o určení polohy laserového skeneru a těmito vlastnostmi: použitá kombinace měření, ověřitelnost, bezpečnost, přesnost Mračna bodů v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv Přesnost výsledků získaných z mračen bodů musí vykazovat: - Polohová směrodatná odchylka musí být $\sigma_{XY} = \max 20 \text{ mm}$. - Výšková směrodatná odchylka: - Nezpevněný povrch (zemní práce) musí být $\sigma_Z = \max 20 \text{ mm}$ - Zemní pláň musí být $\sigma_Z = \max 15 \text{ mm}$ - Stmelená konstrukční vrstva zemní pláně musí být $\sigma_Z = \max 10 \text{ mm}$ - Cementobetonový kryt musí být $\sigma_Z = \max 5 \text{ mm}$ - Hutněné asfaltové vrstvy musí být $\sigma_Z = \max 5 \text{ mm}$ - Mosty (hutněné asfaltové vrstvy) musí být $\sigma_Z = \max 2,5 \text{ mm}$ Hustota mračen bodů (dle situace, podnebí a dostupnosti): - Nezpevněný povrch (zemní práce) minimálně 25 bodů na 1 m^2 - Zpevněný povrch (konstrukční vrstvy) minimálně 2000 bodů na 1 m^2 Mračna bodů jsou bez editorských úprav – např. čištění o objekty, které nejsou předmětem měření, ředění dat pro tvorbu DMT, ředění pro manipulaci v CAD systémech	
B. Popis a parametry výstupů – doplnění pro tunely	

Přesnost výsledků získaných z mračen bodů musí vykazovat:

- Polohová směrodatná odchylka musí být $\sigma_{XY} = \max 10 \text{ mm}$
- Výšková směrodatná odchylka musí být $\sigma_Z = \max 10 \text{ mm}$

Hustota mračen bodů (dle situace, vlhkosti ostění, prašnosti a dostupnosti):

- Na ostění tunelu minimálně 25 bodů na 1 m^2

C. Názvosloví, formáty, obsah

Označení výstupů:	číslo projektu, číslo 3D měření (datum měření)
Příklad označení:	1307_130205
Tištěný výstup:	Popis dat v protokolu technické zprávy (dále jen protokol TZ)
Digitální výstup:	data v jednom z formátů LAS nebo ASCII v systému S-JTSK/Bpv
Protokol TZ:	TZ_1307_130205 (kombinace měření, ověřitelnost, bezpečnost, přesnost, hustota, rozsah)

D. Vzor



Doporučení a použití

Mračna bodů jsou uložena pouze na přenositelných médiích větší kapacity. Z důvodu velkého objemu dat se otevírají pomocí softwarů, které umožňují práci s mračny bodů.

Data na CD, DVD nebo na diskových médiích založit podle čísla stavby a identifikačního čísla 3D měření. Použít v případě potřeby prokázání ověřitelnosti dat, zjištění stavu v době měření, kontroly přesnosti, vizualizace atd.

[2.] Digitální model terénu (DMT) – 3D data	
A. Popis a parametry výstupů – komunikace	
DMT může být složen z více měření DMT je vytvořen z očištěných a filtrovaných měřených bodů na povrchu DMT je filtrován na hustotu: - Nezpevněný povrch (zemní práce) minimálně 1 bod na 1 m² - Zpevněný povrch (konstrukční vrstvy) minimálně 10 bodů na 1 m² Výsledný DMT má informaci o směrodatné výškové odchylce vůči kontrolním bodům na měřeném terénu. (TZ) Povinné spojnice – jsou součástí digitálního modelu terénu, nebo samostatný výstup Vektorizované rozhraní vrstev (hranice skryvky, asfaltu, náspu, ...) Povinné spojnice jsou vztahované k jednomu DMT, polohově i výškově odpovídají příslušnému DMT stejně i hustota bodů na linii. Hustota bodů na linii: - Nezpevněný povrch (zemní práce) minimálně na 1 bod na 1 m² - Zpevněný povrch (konstrukční vrstvy) minimálně 3 body na 1 m²	
B. Popis a parametry výstupů – doplnění pro tunely	
DMT je vytvořen z očištěných a filtrovaných měřených bodů na povrchu tunelu DMT je filtrován na hustotu: - Ostění tunelu minimálně 10 bodů na 1 m² Povinné spojnice - Vektorizované rozhraní (ostré hrany tunelu, chodníky, rohy) Hustota bodů na linii: - Minimálně 3 body na 1 m	
C. Názvosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	„DMT“, číslo projektu, název povrchu, číslo posledního 3D měření „Linie“, číslo projektu, název povrchu, číslo DMT
Příklad označení:	DMT_1307_skryvka_130612 Linie_1307_skryvka_130612 DMT_1307_primární_ostění_130612
Tištěný výstup:	Výkres Komunikace – měřítko 1:1000 - 1:2000 (označení, vrstevnice, výškové kóty, souřadnicový a výškový systém, barevná hypsometrie, datum měření, zaměřil) Výkres tunely – přehledka, měřítko 1:500 - 1:1000 (označení, kontury ostění, umístění sken pozic, souřadnicový a výškový systém, datum měření, zaměřil)
Digitální výstup:	data v jednom z formátu dxf, dwg, dgn, výkres ve formátu pdf
Protokol TZ:	TZ_DMT_1307_skryvka_130612 (použité 3D měření, výšková směrodatná odchylka, hustota, Linie) TZ_DMT_1307_primární_ostění_130612 (použité 3D měření, hustota, Linie)

D. Vzor



Doporučení a použití

Digitální model terénu vystihuje polohově a výškově jednu etapu měření (terén, povrh) k datu měření. Data jsou polohově identifikovatelná pomocí podložení projektem a křížky souřadnicového systému výškově vrstevnicemi a barevnou hypsometrií.

Data lze použít k porovnání s projektem, další etapou měření nebo je předat projektantům jako aktuální stav terénu pro úpravu projektu, případně geodetům jako podklad pro další geodetické práce. DMT lze použít k určení výškové přesnosti výstupů, porovnáním s měřením provedeným metodou se stejnou nebo vyšší přesností.

[3.] Digitální model projektu (DMP) – 3D data	
A. Popis a parametry výstupů – komunikace	
DMP je vytvořen z PDPS od projektanta – viz. Příloha „	
Schéma převodu PDPS ve 2D do 3D DMP,,	
- PDPS je vytvořena ve 3D - o Kategorie 1 - o Kategorie 2 - PDPS je vytvořena ve 2D - o Kategorie 3 - o Kategorie 4	
B. Popis a parametry výstupů – doplnění pro tunely	
DMP je vytvořen z PDPS od projektanta – viz. Příloha „	
Schéma převodu PDPS ve 2D do 3D DMP,,	
C. Názvosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	„DMP“, číslo projektu, název povrchu, číslo poslední aktualizace
Příklad označení:	DMP_1307_skryvka_121112 DMP_1307_primární_ostění_121112
Tištěný výstup:	Výkres komunikace – měřítko 1:1000 - 1:2000 (označení, vrstevnice, výškové kóty, souřadnicový a výškový systém, barevná hypsometrie, vytvořil, datum) Výkres tunel – nevytváří se
Digitální výstup:	data v jednom z formátu dxf, dwg, dgn, výkres ve formátu pdf
Protokol TZ:	TZ_DMP_1307_skryvka_121112 (použité podklady, kontroloval, datum poslední aktualizace, linie) TZ_DMP_1307_primární_ostění_121112 (použité podklady, kontroloval, datum poslední aktualizace, linie)

D. Vzor



Doporučení a použití

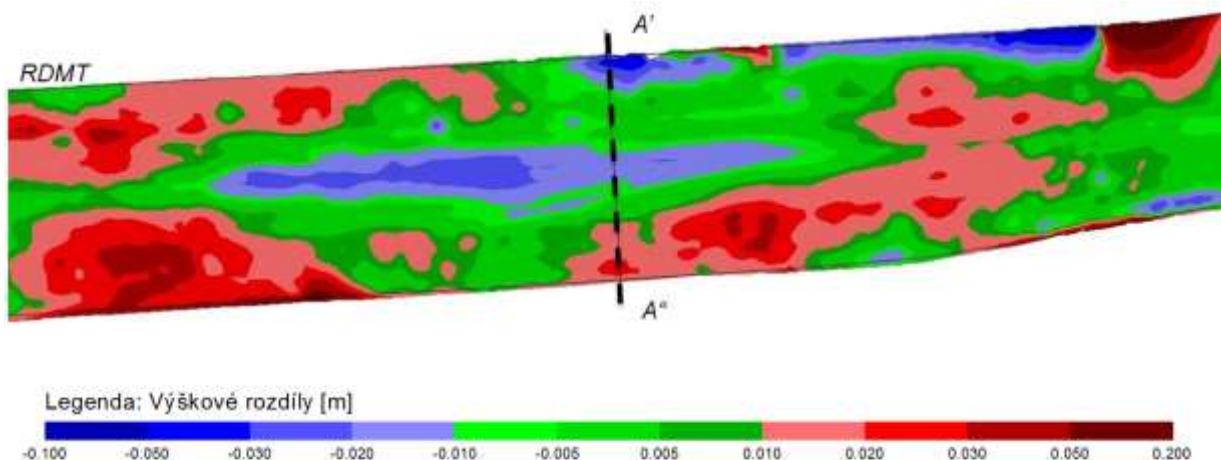
Digitální model projektu ve 3D zobrazuje polohově a výškově jednu konstrukční vrstvu stavebního objektu (stavebních objektů).

Data lze použít k porovnání s 3D měřeními a výpočtu kubatur, zároveň je lze použít pro veškeré projektové práce ve 3D, jako podklad pro automatické řízení strojů zhotovitelem stavebních prací (3D nivelace – digitální modely projektu se nahrají do řídicí jednotky stavebního stroje a jsou použity jako referenční model pro navádění stavebního stroje), podklad pro automatické 3D vytyčování a vizualizace.

[4.]	Rozdílové digitální modely terénu (RDMT) – 3D informace
A. Popis a parametry výstupů – komunikace	
RDMT je vytvořen mezi dvěma DMT nebo mezi DMT a DMP	
RDMT je ve výstupech zobrazován barevnou škálou modrá, zelená a červená:	
- Modrá – měření pod projektem (nedosypáno, položeno pod projekt, podfrézováno, podhrabáno) novější měření pod starším (výkop) - Zelená – DMT v mezní odchylce (pokud je mezní odchylka stanovena) - Červená - měření nad projektem (přesypáno, položeno nad projekt, nedofrézováno, nedohrabáno) novější měření nad starším (násyp, položení nové vrstvy)	
B. Popis a parametry výstupů – doplnění pro tunely	
RDMT je ve výstupech zobrazován barevnou škálou modrá, zelená a červená:	
- Modrá – měření pod projektem (nadvýrub, větší profil než projekt) novější měření pod starším (dodatečný výrub) - Zelená – DMT v mezní odchylce (pokud je mezní odchylka stanovena) - Červená – měření nad projektem (podvýrub, menší profil než projekt) novější měření pod starším (tloužka ostění – betonu)	
C. Návosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	„RDMT“, číslo projektu, název DMT1, číslo DMT1, X, název DMT2, číslo DMT2 (projektu)
Příklad označení:	RDMT_1205_skryvka_130612_X_puvodni_121015 RDMT_1205_sukundární_ostění_130612_X_primární_ostění_121015
Tištěný výstup:	Výkres komunikace – měřítko 1:1000 - 1:2000 (označení, rozdílové výškové kóty, souřadnicový a výškový systém, barevná hypsometrie (červená, modrá, zelená), datum, vytvořil) Výkres tunel – rozbalená tunelová plocha, měřítko 1:1000 - 1:2000 (označení, rozdílové výškové kóty, souřadnicový a výškový systém, barevná hypsometrie (červená, modrá,

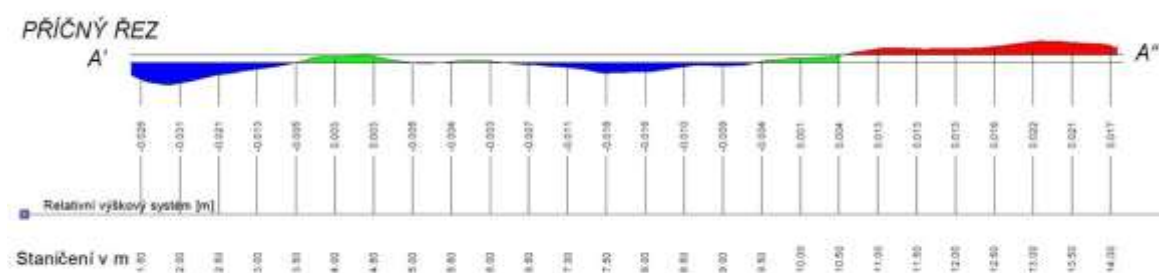
	zelená), datum, vytvořil)
Digitální výstup:	výkres ve formátu pdf
Protokol TZ:	TZ_RDMT_1205_skryvka_130612_X_puvodni_121015 (použité DMT) TZ_RDMT_1205_sukundární_ostění_130612_X_primární_ostění_121015

D. Vzor



Doporučení a použití

Rozdílový digitální model terénu ve 3D zobrazuje polohově a výškově jednu etapu (terén, povrh). Rozdílový digitální model zobrazuje v barevné škále (červená, modrá, zelená) rozdíl měření od projektu nebo od předchozí etapy měření. Pokud je stanovena mezní odchylka, výsledky které splňují dané kritérium, jsou zobrazeny zelenou barvou. Není-li splněna mezní odchylka jsou modely zobrazeny odstíny modré a červené barvy. Rozdílový model slouží jako podklad pro kontrolu a schválení dodržení geometrie stavby, vytyčovací výkres pro opravné práce, reklamační podklad atd.



Ukázkový příčný řez A'-A'' vedený RDMT je porovnání 3D DMP a DMT skutečnosti před rekonstrukcí. Červená barva = skutečnost nad DMP, modrá barva = vyznačuje místa pod DMP, zelená barva = je v stanovené mezní odchylce.

[5.] Profily a přehledka profilů – 3D informace

A. Popis a parametry výstupů – komunikace

Profily se vytváří z dat DMT a DMP příčné profily kolmo na osu jeden podélný v ose

- PRPROF ... příčný profil,
- PPROF ... podélný profil

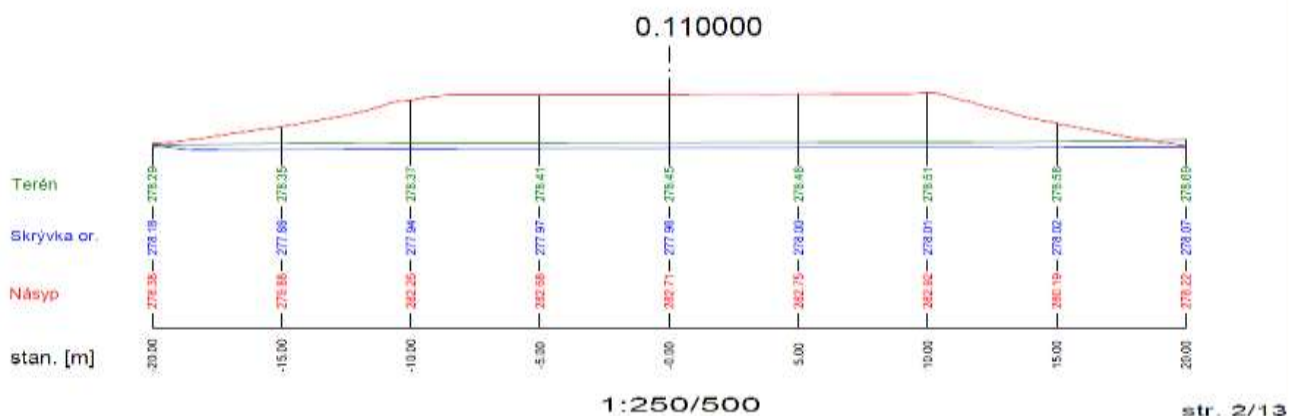
Profily obsahují přehledku profilů – s označení osy a staničení

Výstupy profily lze nahradit nástrojem ve webové aplikaci – Mapový server

B. Popis a parametry výstupů – doplnění pro tunely

Profily obsahují přehledku profilů – s označení osy a staničení (přehledku lze nahradit rozbalenou tunelovou plochou)	
C. Názvosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	„PRPROF“ („PPROFILE“), číslo projektu, název posledního DMT, označení osy
Příklad označení:	PRPROF_1205_130612_IP120, PPROFILE_1205_130612_IP120 PRPROF_1205_sekundární_ostění_130612
Tištěný výstup:	Výkres profilů komunikace – množství profilů, kóty, popis řezů (použitých DMT, DMP), měřítko: - Podélné profily: měřítko od 1:100 – 1:500 - Příčné profily: měřítko od 1:100 – 1:5000 Výkres přehledka komunikace – měřítko 1:1000 - 1:5000 (označení, staničení, souřadnicový a výškový systém, vrstevnice nebo barevná hypsometrie, datum, vytvořil) Výkres profilů tunel – množství profilů, kóty, popis řezů (použitých DMT, DMP), měřítko: - Příčné profily: měřítko od 1:50 – 1:100 Výkres přehledka tunel – měřítko 1:1000 - 1:2000 (označení, rozdílové výškové kóty, souřadnicový a výškový systém, barevná hypsometrie (červená, modrá, zelená), datum, vytvořil) – přehledku lze nahradit rozbalenou tunelovou plochou
Digitální výstup:	výkres v jednom z formátu dxf, dwg, dgn a v formátu pdf
Protokol TZ:	TZ_PROFIL_1205_130612 TZ_PRPROF_1205_sekundární_ostění_130612

D. Vzor



Doporučení a použití

Profily na komunikaci se vykreslují tak, aby byl zobrazen vztah mezi jednotlivými etapami měření a mezi měřením a DMP. Z řezu mezi etapami měření lze vyčíst množství materiálů, hloubky výkopů mezi jednotlivými vrstvami komunikace. Z řezu mezi DMP a měřením lze vyčíst odchylky od DMP a barevnou informaci o překročení mezní odchylky pokud je stanovena (odpovídá barevně RDMT). Profily lze chápat jako pohledové vykreslení DMT a RDMT a doplňují tyto výstupy v jejich použití.

[6.]	Výpočty objemů a ploch – 3D informace
A. Popis a parametry výstupů – komunikace	
Pro každý výpočet plochy a objemu musí být definován obvodový polygon Objemy se počítají vždy mezi dvěma DMT nebo DMT a DMP v daném obvodu Obvodový polygon je linie ve 2D Grafické vyznačení obvodového polygonu je vyznačeno v RDMT příslušných modelů	

B. Popis a parametry výstupů – doplnění pro tunely

Objemy se počítají vždy mezi dvěma DMT nebo DMT a DMP v daném obvodu

C. Názvosloví, formáty, obsah

Označení výstupů:	„Objemy“, číslo projektu, název DMT1, číslo DMT1, X, název DMT2, číslo DMT2, název obvodového polygonu
Příklad označení:	Objemy _1205_skryvka_130612_X_puvodni_121015_obvod1 Objemy _1205__sekundární_ostění_130612_X_DMP
Tištěný výstup:	Objemy v protokolu TZ (obvodový polygon součást RDMT)
Digitální výstup:	Objemy v protokolu TZ ve formátu pdf
Protokol TZ:	TZ_Objemy_1205_skryvka_130612_X_puvodni_121015 (plochy, objemy, obvodový polygon)

D. Vzor

SO 101.1	Projekt			Skutečné provedení			Skutečné provedení - Projekt		
Celkové objemy	23 812	12 241	6 158	23 603	14 488	5 956	-209	2 248	-202
Staničení	Výkop třída 2	Výkop třída 5	Skryvka ornice	Výkop třída 2	Výkop třída 5	Skryvka ornice	Výkop 2 ΔV Rozdíl	Výkop 5 ΔV Rozdíl	Ornice ΔO Rozdíl
m	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3	m3
2700,00	337,0	173,2	225,6	45,9	341,0	316,0	-291	168	90
2720,00	453,7	233,3	258,9	73,4	377,4	441,3	-380	144	182
2740,00	588,6	302,5	283,1	324,4	382,7	386,8	-264	80	104
2780,00	745,8	383,4	301,4	522,2	445,3	389,8	-214	62	88
2780,00	907,8	466,7	318,9	772,3	535,1	459,3	-136	68	140
2800,00	1025,9	527,4	326,0	754,4	663,5	381,1	-272	136	55
2820,00	1215,7	625,0	342,0	776,7	1150,9	329,0	-439	526	-13
2840,00	1359,1	696,6	278,4	769,5	1352,5	204,2	-590	854	-74
2860,00	1432,6	736,5	284,4	1335,1	897,7	310,0	-98	161	26
2880,00	1518,5	780,6	295,7	1588,9	799,6	300,0	70	19	4
2900,00	1544,0	793,7	298,4	1873,9	752,5	278,5	330	-41	-20
2920,00	1573,2	808,7	300,4	1801,7	747,2	466,7	229	-61	168
2940,00	1592,3	818,5	301,5	1591,9	998,9	259,2	0	140	-42
2960,00	1547,8	795,7	299,4	1314,8	1004,4	155,5	-33	209	-144
2980,00	1464,2	752,7	294,3	1497,0	872,1	135,1	33	119	-159

Doporučení a použití

Objemy lze spočítat vždy mezi dvěma DMT případně mezi DMT a DMP. Výsledný objem je vždy ohraničen počátečním a koncovým staničením a také obvodovým polygonem (u tunelů pouze staničení). Výsledné objemy použije Správce stavby pro porovnávání s projektovanou bilancí kubatur a jako podklad k fakturaci, apod.

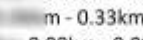
Data lze také použít k materiálovému hospodářství zhotovitelem stavebních prací.

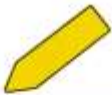
[7.]		Technická zpráva – 3D informace	
A. Popis a parametry výstupů – komunikace			
Sběr dat – 3D měření Číslo 3D měření, zadavatel, projekt, číslo projektu Název stavby, termín výstavby, druh stavby, zhotovitel, investor Datum, staničení, počasí, zaměřil, zapsal, ověřil, číslo ověření Použitý skener, použité bodové pole, kombinace měření, oblast měření, vegetační porost, hustota měření, Směrodatná výšková a polohová odchylka, popis Ověřitelnost měření (nezaměnitelnost), dodržení kvality měření (přesnost), použitá kombinace měření (kontrola), bezpečnost měření (zdraví) Data se budou předávat ve dvou vyhotoveních tištěná forma a elektronická forma Zhotovitel je povinen archivovat data nejméně pět let, avšak nejméně po celou záruční dobu + prodloužení záruční doby			
B. Popis a parametry výstupů – doplnění pro tunely			
prašnost, zapsal			
C. Názvosloví, formáty, obsah			
Označení výstupů:	TZ, označení výstupu: - 3D měření – (kombinace měření, ověřitelnost, bezpečnost, přesnost, hustota, rozsah) - Digitální model terénu – 3D data – (použité 3D měření, výšková směrodatná odchylka, hustota, linie) - Digitální model projektu – 3D data – (použité podklady, kontroloval, datum poslední aktualizace, linie) - Rozdílový digitální model terénu – 3D informace – (použité DMT) - Kontrola geometrické kvality – Profily – 3D informace - Výpočet objemů zemních prací – 3D informace – (plochy, objemy, obvodový polygon)		
Příklad označení:	TZ_DMT_1307_skryvka_130612 DMT_1307_primární_ostění_130612		
Tištěný výstup:	protokoly TZ		
Digitální výstup:	protokoly TZ ve formátu pdf		
Protokol TZ:			

D. Vzor

Sběr dat - 3D měření		120329	1.A
Projekt:	Stavba VVN, Vlnatá křižovatka - Lánov, 2. etapa		č. projektu 1205
Objednatel:	BpV		č.měření 015
Datum:	29.3.2010	Počasí:	zataženo, slabý vítr, +8 °C
Staničení od:	0,7 km	Staničení do:	2,4 km
Použitý skener:	VZ400	☒ Skener dle směrnice GR č.8/2011, §4, oddst. (1)	
Počet sken pozic:	61	Popis:	skener na autě
Bodové pole:	vytycovací_sit_aktualizace_brezen_2012.txt; Polohové a výškové připojení do systému S-JTSK a Bpv bylo provedeno připojením na bodové pole stavby.		
Kombinace měření:	☒ GNSS, tachymetrie ☐ vřicovací body ☒ korelace mračen		
Oblast 3D měření:	pozemní komunikace a mosty		
Vegetační porost:	☐	doměření tachymetricky schváleno:	☐
Hustota měření min:	25 bodů/m2		(kdo schválil)
Směrodatná výšková odchylka:	0,02 m		
Směrodatná polohová odchylka:	0,02 m		
Popis:	Zaměření stavu terénu před provedením skrývky ornice v oblasti záboru hlavní trasy - stan. 0,70km - 2,40km, zaměření násypů v oblasti kruhové křižovatky s přeložkou v stan. 0.06km - 0.33km. Koryta potoku s vegetačním porostem. Transformace jednotlivých mračen bodů do souřadnicového systému S-JTSK a Bpv a následné vyrovnání mračen bodů pomocí ICP modulu Multi Station Adjustment programu RiSCAN Pro. Pro určení polohy skeneru v souřadnicovém systému S-JTSK a Bpv byla použita GNSS metoda RTK se základnou na bodě 6021. Přístroje Trimble 4700/5800.		
Ověřitelnost měření:	☒ Zaměření okolí stavby ☐ charakteristika přesnosti k předchozímu měření		
objekt pilíře vedení VVN	laserové skenování totální stanice (bod. pole stavby) odchylka:		
X:	120329.000 120329.000 120329.000		
Y:	120329.000 120329.000 120329.000		
Z:	120329.000 120329.000 120329.000		
Dodržení kvality měření:	☐ Ověřovací měření vyšší přesnosti Směrodatná výšková odchylka:		
	☒ charakteristika přesnosti překryvných území 3D poz Směrodatná výšková odchylka: 0,017 m		
	☐ vícenásobné měření Směrodatná výšková odchylka:		
Monitoring mostu	☐		
Poznámky			
Výsledné měření:	DMT_1205_puvodni-teren-120329 DMT_1205_skrývka_120329 DMT_205_nasyp-vykop_120329		

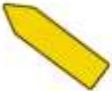


Tvorba digitálního modelu terénu - 3D data		120329	2.B
Projekt:	Silnice 170, křižovatka Mlýnský náhon, 2. etapa		č. projektu 1205
Objednatel:	Stav. 08		č.měření 01S
Povrch DMT:	Po skřívce ornice 		
Název DMT:	DMT_1205_skryvka_120329 DMT_1205_skryvka_120329.pdf,dwg 		
Staničení:	od: 0,06km	do: 0,33km	
Vytvořil:	Přesnost DMT: $\sigma_0=0,017m$ $\sigma_1=0,017m$		
Očištěné objekty:	vegetace		
Popis	3D data po skřívce ornice z 120329 - simulovaný stav pod násypy přeložky silnice  doplněný o data skřívky ornice od  101.1 - hlavní trasa silnice : 0.70km - 2.40km - nerealizované - 120329 101.1 - obslužná koma  2.05km - 3.60km - nerealizované- 120329 102.1 - přeložka silnice  0.00m - 0.33km - data převzaty od  102.1 - MÚK  0.00km - 0.08km - nerealizované - 120329 102.1 - MÚK  0.00km - 0.20km - nerealizované- 120329 102.1 - MÚK  0.00km - 0.1km - nerealizované - 120329		
Obvod:	PLG_1205_120329_nasyp-A, B; skryta-ornice-A, B		



Digitální model projektu (DMP)		120329
Projekt:	Stavba v/řk, realizace Městské ulice, 3. etapa	
Objednatel:	Město ČR	
	č. projektu	1205
	č.	
Povrch DMP:	Po skřívce ornice	
Název DMP:	DMP_1205_skryvka_120329	
Staničení:	od:	0,06km do: 0,33km
Vytvořil:	Ing. Petr Novák	
Popis	Úseček DMP s v/řk, realizace Městské ulice, 3. etapa. Úseček DMP s v/řk, realizace Městské ulice, 3. etapa. Úseček DMP s v/řk, realizace Městské ulice, 3. etapa. Úseček DMP s v/řk, realizace Městské ulice, 3. etapa.	
Obvod:		

Rozdílový digitální model terénu - 3D informace:		120529	3.A
kubatury			
Projekt:	Stavba I/35, Veleňská ulice - Lešná, 2. etapa		č. projektu 1205
Objednatel:	Stav. Co		č.měření 025
Název RDMT	rdmt_1205_skryvka120529-120329 rdmt_1205_skryvka120529-120329.pdf		
Rozdíl DMT:	Po skryvce ornice 120329 x Původní terén 120529		
Staničení:	I/35	od: 0,70km	do: 2,40km
Vytvořil:	Ing. Filip Roud		
Hlavní model:			
Název DMT 1:	DMT_1205_skryvka_120529		
(projekt, etapa)	Přesnost DMT: $\sigma_{\text{m}}=0,010\text{m}$ $\sigma_{\text{r}}=0,012\text{m}$		
Popis	DMT_1205_skryvka_120529.pdf,dwg		
Srovnávací model:			
Název DMT 2:	DMT_1205_puvodni-teren_120329		
(etapa)	Přesnost DMT: $\sigma_{\text{m}}=0,017\text{m}$ $\sigma_{\text{r}}=0,017\text{m}$		
Popis	DMT_1205_puvodni-teren_120329.pdf, dwg		
Obvod:	oblast1-5		
Popis:	Rozdílový model je zobrazen ve smyslu: {skryvka} - (původní terén) Barevná hypsometrie zobrazuje rozdíl výšek oproti srovnávacímu modelu (červená = provedená skryvka ornice, modrá = provedené deponování ornice)		

Kontrola geometrické kvality - 3D informace: řezy			120329	4
Projekt:	Stavba I/18, křižovatka MUK-III - Lada, 3. etapa		č. projektu	1205
Objednatel:	Stav. 18		č.měření	015
Profily				
Příčné profily:	prprof_120329_10_MUK-III-0487			
	pprof_120329_10_MUK-III-0487.pdf			
Podélné profily:				
Osa profilů:	osa_III_0487_0055-0430			
Staničení od:	0.055km	Staničení do:	0.430km	Vytvořil:
Digitální modely pro řezy				
Název DMT 1:	DMT_1205_puvodni-teren-120329			
(projekt, etapa)	Přesnost DMT: $\sigma_v=0,017m$ $\sigma_h=0,017m$			
Popis	DMT_1205_puvodni-teren_120329.pdf,dwg			
Název DMT 2:	DMT_1205_skryvka_120329			
(etapa)	Přesnost DMT: $\sigma_v=0,010m$ $\sigma_h=0,012m$			
Popis	DMT_1205_skryvka_120329.pdf,dwg			
Název DMT 3:	DMT_1205_nasyp-vykop_120329			
(etapa)	Přesnost DMT: $\sigma_v=0,010m$ $\sigma_h=0,012m$			
Popis	DMT_1205_nasyp-vykop_120329.pdf,dwg			
				
Popis:	(příloha 4.A – Příčné řezy - MÚK III/0487) (příloha 4.B – Přehled řezů - MÚK III/0487)			

Vzor technické zprávy k výstupu [6.] Výpočty ploch a objemů – 3D informace

Výpočet objemů zemních prací - 3D informace:				120329	3.A	
Projekt:	Výstavba 1. etapy, Vozovka (kategorie III) - úsek, 2. etapa			č. projektu	1205	
Objednatel:	Stav. Úst. Brno					
Rozdíl DMT:	Po skryvce ornice X Původní terén					
Staničení:		od:	0,055km	do:	0,43km	
Vytvořil:	Ing. Petr Hrad					
Hlavní model:						
Název DMT 1:	DMT_1205_skryvka_120329					
(projekt, etapa)	Přesnost DMT: $\sigma_v=0,010m$ $\sigma_n=0,012m$					
Popis	DMT_1205_skryvka_120329.pdf,dwg					
Srovnávací model:						
Název DMT 2:	DMT_1205_puvodni-teren_120329					
(etapa)	Přesnost DMT: $\sigma_v=0,017m$ $\sigma_n=0,017m$					
Popis	DMT_1205_puvodni-teren_120329.pdf,dwg					
Obvod:	PLG_1205_120329_nasyp-A, B; skryta-ornice-A, B					
Popis:	Výpočet je proveden nad oblastí označenou modrou čarou. (příloha 2.B - Po skryvce ornice)					
Výpočet objemu						
	konstr.	oblast	skryvka ornice		uložená ornice	
objekt	vrstva		V[-] [m3]	A [m2]	V[+] [m3]	A [m2]
		oblast A	1 270	3 353	1 069	833
		oblast B	1 500	4 435	1 556	1 228
		Σ	2 770	7 788	2 625	2 061
Popis	DMT_1205_skryvka_120329.pdf					
Objem protokol:	objem_1205_oblast-A,B_poSkryvce-puvodni objem_1205_ornice-A,B_zamereni-puvodni					

A. Popis a parametry výstupů**Výstupy 3D měření - informativní**

- Mapový server obsahuje digitální modely terénu a projektu s funkcemi porovnání etap měření a výpočetními funkcemi.

Mapový server obsahuje dva základní nástroje:

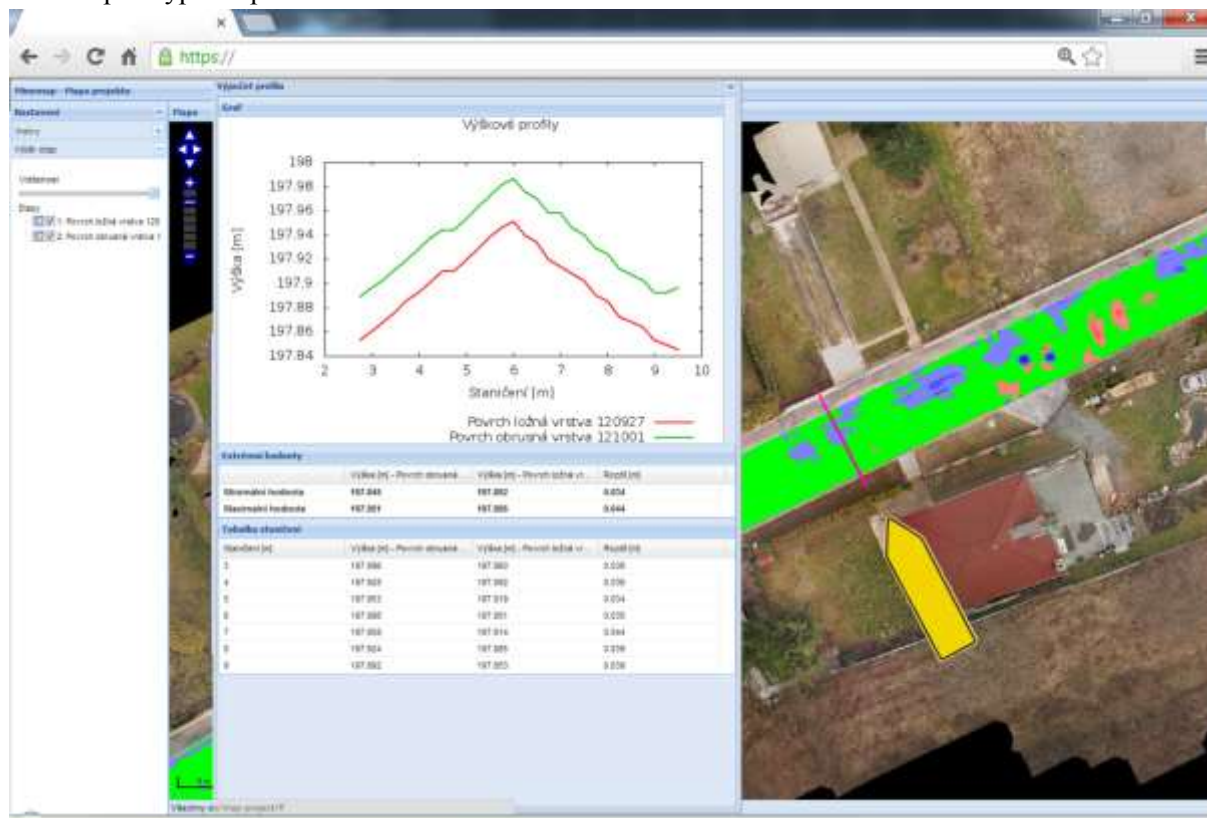
- Funkce pro výpočet ploch a kubatur v oblasti definované polygonem.
- Funkce pro výpočet profilu v místě definované linie.

B. Názvosloví, formáty, obsah

Označení výstupů:	název DMT, číslo posledního 3D měření
Příklad označení:	skryvka_130612
Tištěný výstup:	–
Digitální výstup:	informativní
Protokol TZ:	–

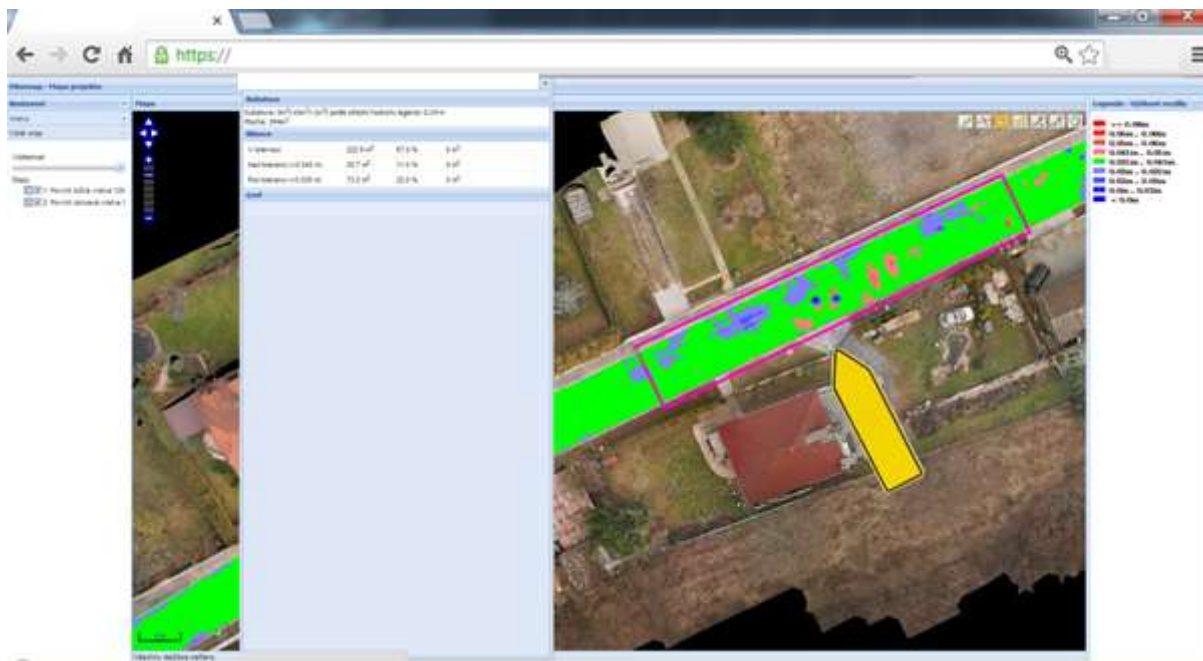
C. Vzory

Funkce pro výpočet profilu v místě definované linie:

**Doporučení a použití**

Funkcí lze v libovolném místě vytvořit řez nad dvěma DMT nebo DMP a z tabulky a grafického řezu lze vyčíst informace o mocnosti vrstvy a dodržení mezní odchylky k projektu v daném místě. Výstup je vhodný pro okamžitou kontrolu kvality provedených prací. Vzor vizualizace obrusné a ložné vrstvy komunikace s rozlišením míst, kde projektová dokumentace byla dodržena (zelená barva), kde došlo k nadměrnému odlišení v záporných hodnotách (červená barva) a v kladných hodnotách (modrá barva).

Funkce pro výpočet ploch a kubatur v oblasti definované polygonem.



Doporučení a použití

Funkcí lze v libovolném místě vytvořit oblast výpočtu objemu mezi dvěma DMT nebo DMP a z tabulky a grafu lze vyčíst informace o objemu a dodržení kvality v dané oblasti (tzv geometrická statistika úseku). Výstup je vhodný pro okamžitou kontrolu množství provedených prací. Vzor vizualizace obrusné a ložné vrstvy komunikace s rozlišením míst, kde projektová dokumentace byla dodržena (zelená barva), kde došlo k nadměrnému odlišení v záporných hodnotách (červená barva) a v kladných hodnotách (modrá barva).

Příloha 5. Výstupy 3D měření v kombinaci s georadarem

Tato příloha doplňuje kap. 7.1 „Výsledky“.

Popis, parametry, názvosloví, formáty, obsah a ukázky výstupů 3D měření startovacího a závěrečného měření pro tvorbu G-DSPS georadarem

Souhrn výstupů 3D měření v kombinaci s georadarem na pozemních komunikacích				
	Výstup:	Tištěný výstup (papír):	Digitální výstup (CD, DVD, disk):	Informativní výstupy (on-line):
[9.]	Mračna bodů	TZ	data (LAS, ASCII), TZ	TZ
[10.]	Digitální model terénu (DMT)	Výkres, TZ	data (dxf, dwg, dgn), výkres (pdf) TZ	data (dxf, dwg, dgn), výkres (pdf), plus mapový server, TZ
[11.]	3D účelová mapa povrchové situace	Výkres, TZ	data (dxf, dwg, dgn), výkres (pdf) TZ	data (dxf, dwg, dgn), výkres (pdf), plus mapový server, TZ
[12.]	Porovnání s projektovou dokumentací (porovnání profilů)	Výkres – profilů Výkres – přehledka TZ	Výkres – profilů (pdf, dxf, dwg, dgn) Výkres – přehledka (pdf, dxf, dwg, dgn), TZ	výkresy (pdf, dxf, dwg, dgn), plus mapový server, TZ
[13.]	Analýza a porovnání dat mračna bodů s katastrální mapou	Výkres, TZ	data (dxf, dwg, dgn), výkres (pdf) TZ	data (dxf, dwg, dgn), výkres (pdf), plus mapový server, TZ
[14.]	Tabulka s určením tloušťky vrstev vozovky		.XLS	
[15.]	Analýza a hodnocení provedeného měření		Hodnotící zpráva.PDF	
[16.]	Vyhodnocení GPR údajů v podélném profilu	Radargram	.JPG	
[17.]	Vyhodnocení dielektrické hodnoty materiálu vozovky	Radargram	.JPG	
[18.]	Videozáznam měřeného úseku s určením polohy		.AVI	
[19.]	Hodnotící zpráva výsledků měření GPR	Hodnotící zpráva	Hodnotící zpráva.PDF	

[9.]	Mračna bodů – 3D měření
A. Popis a parametry výstupů	
Polohově a výškově zpřesněné mračno bodů v souřadném systému S-JTSK a výškovém systému Bpv Přesnost výsledků získaných z mračen bodů musí vykazovat: • Přesnost dat, $\sigma_{XY} \leq \pm 0,140$ m a $\sigma_Z \leq \pm 0,120$ m (ve fázi přípravy stavby) • Přesnost dat, $\sigma_{XY} \leq \pm 0,020$ m a $\sigma_Z \leq \pm 0,050$ m (před zahájením realizace stavby) • Přesnost dat $\sigma_{XY} \leq \pm 0,140$ m a $\sigma_Z \leq \pm 0,120$ m (při dokončení realizace stavby) • Hustota mračen bodů: ▪ Nezpevněný povrch minimálně 25 bodů na 1 m² ▪ Zpevněný povrch minimálně 100 bodů na 1 m² Mračna bodů jsou bez editorských úprav – např. čištění o objekty, které nejsou předmětem měření, ředění dat pro tvorbu DMT, ředění pro manipulaci v CAD systémech	
B. Návosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	číslo projektu, číslo 3D měření (datum měření)
Příklad označení:	1307_130205
Tištěný výstup:	Popis dat v protokolu TZ
Digitální výstup:	data v jednom z formátu LAS nebo ASCII v systému S-JTSK/Bpv
Protokol TZ:	TZ_1307_130205 (kombinace měření, ověřitelnost, bezpečnost, přesnost, hustota, rozsah)

C. Vzor



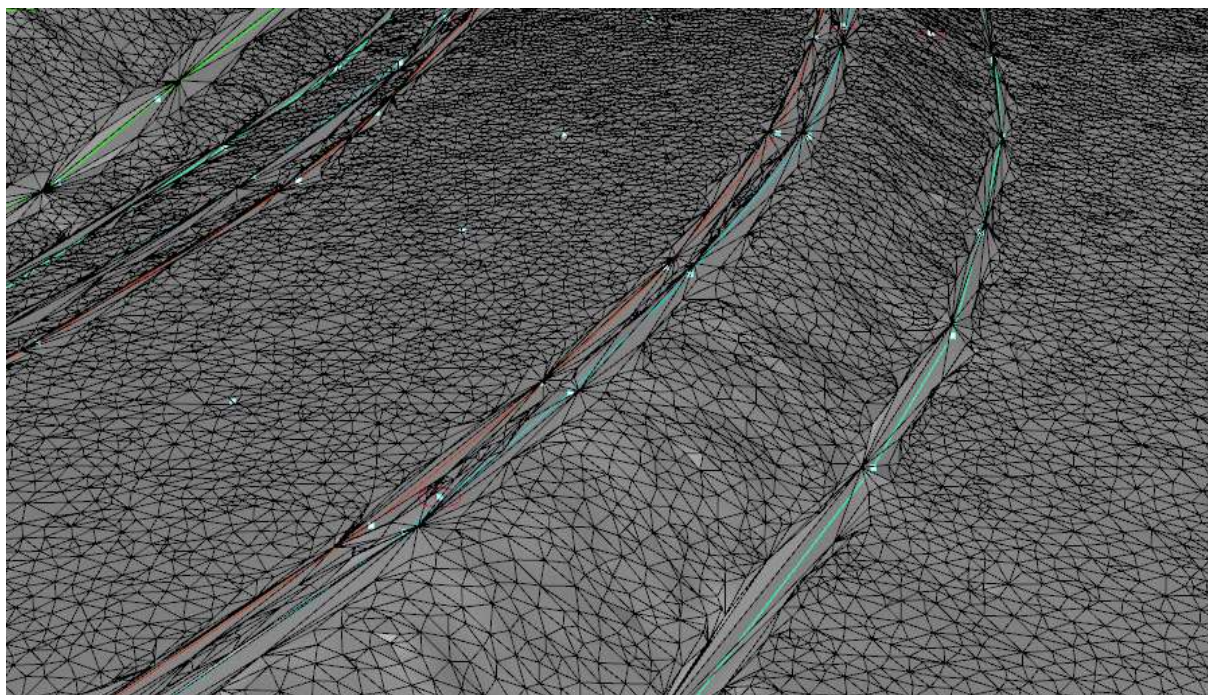
Doporučení a použití

Mračna bodů jsou uložena pouze na přenositelných médiích větší kapacity (z důvodu velkého objemu dat) se otevírají pomocí softwarů, které umožňují práci s mračny bodů.

Data na CD, DVD nebo na diskových médiích založit podle čísla stavby a identifikačního čísla 3D měření. Použít v případě potřeby prokázání ověřitelnosti dat, zjištění stavu v době měření, kontrola přesnosti, vizualizace atd.

[10.] Digitální model terénu (DMT) – 3D data	
A. Popis a parametry výstupů	
DMT může být složen z více měření DMT je vytvořen z očištěných a filtrovaných měřených bodů na povrchu DMT je filtrován na hustotu: • Nezpevněný povrch minimálně 1 bod na 1 m² • Zpevněný povrch minimálně 10 bodů na 1 m² Povinné spojnice – je součástí digitálního modelu terénu, nebo samostatný výstup Povinné spojnice jsou vztahované k jednomu DMT, polohově i výškově odpovídají příslušnému DMT stejně i hustota bodů na linii. Hustota bodů na linii odpovídá charakteristikám terénu.	
B. Návosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	„DMT“, číslo projektu „Linie“, číslo projektu
Příklad označení:	DMT_1307 Linie_1307
Tištěný výstup:	Výkres – měřítko 1:1000 - 1:2000 (označení, vrstevnice, výškové kóty, souřadnicový a výškový systém, datum měření, zaměřil)
Digitální výstup:	data v jednom z formátů dxf, dwg, dgn, výkres ve formátu pdf
Protokol TZ:	TZ_DMT_1307 (použité 3D měření, hustota, Linie)

C. Vzor

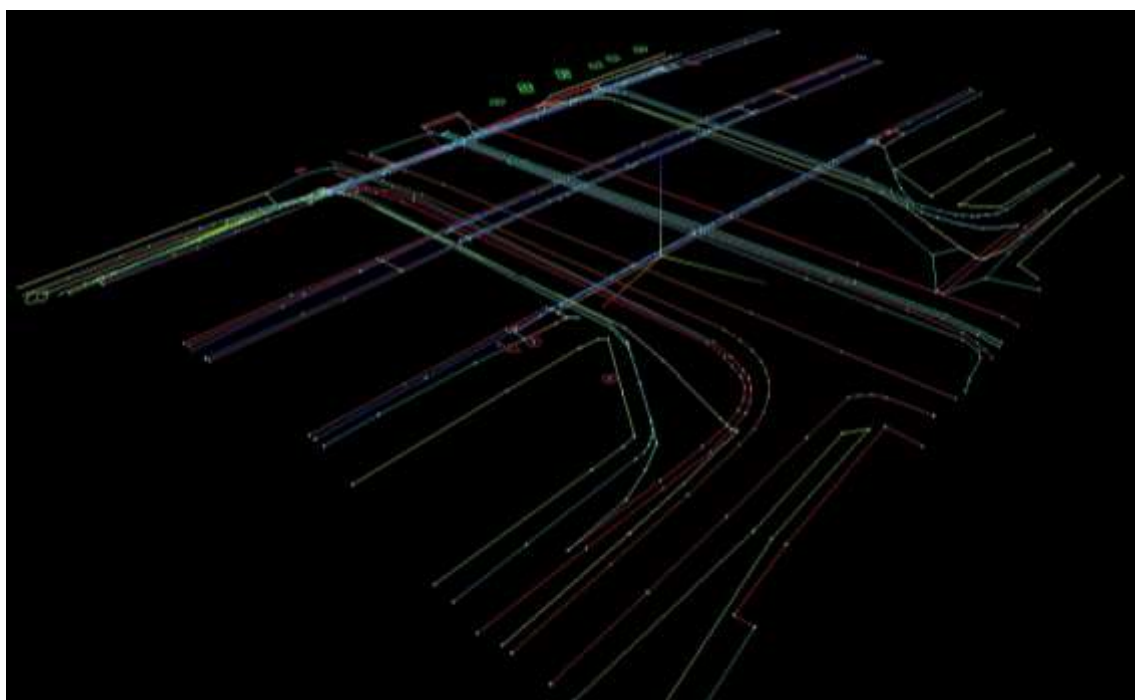


Doporučení a použití

Digitální model terénu vystihuje polohově a výškově měření (terén, povrch) k určitému datu. Data lze použít k porovnání s projektem, další etapou měření nebo je předat projektantům jako aktuální stav terénu pro úpravu projektu, případně geodetům jako podklad pro další geodetické práce. DMT lze použít k určení výškové přesnosti výstupů, porovnáním s měřením provedeným metodou se stejnou nebo vyšší přesností.

[11.] 3D účelová mapa povrchové situace – 3D data	
A. Popis a parametry výstupů	
3D vektorová kresba musí splňovat min. přesnost $m_{xy} = 0,14$ m $m_H = 0,12$ m a odpovídat datovému předpisu pro tvorbu Základní mapy dálnice B2 a datovému předpisu pro tvorbu digitálních map C1.	
Na rovných úsecích budou vyhotoveny lomové body jednotlivých linií ve vzdálenosti max. 20 metrů, v ostatních případech tak, aby linie vystihovala danou situaci. 3D vektorová kresba bude v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv	
B. Návosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	„ÚMPS“, číslo projektu, číslo 3D vyhodnocení (datum vyhodnocení)
Příklad označení:	1307_25
Tištěný výstup:	Popis dat v protokolu TZ
Digitální výstup:	3D DGN, 3D DXF
Protokol TZ:	3D vyhodnocení – TZ_1307_25 (přesnost, rozsah)

C. Vzor



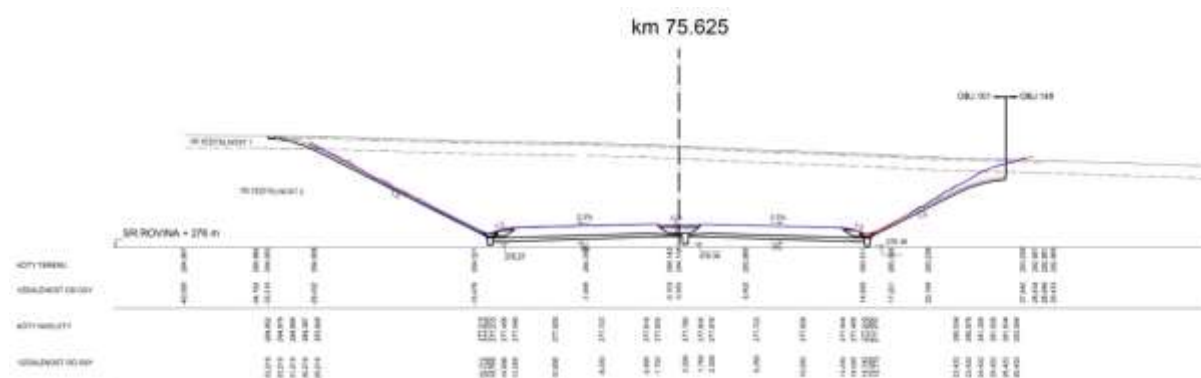
Doporučení a použití

Tematická mapa obsahuje kromě prvků základní mapy další předměty šetření a měření stanovené pro daný účel.

Data lze použít k porovnání s projektem, další etapou měření nebo je předat projektantům jako aktuální stav terénu pro úpravu projektu, případně geodetům jako podklad pro další geodetické práce.

[12.] Porovnání s projektovou dokumentací (porovnání profilů) – 3D informace	
A. Popis a parametry výstupů	
Profil se vytváří z dat DMT a DMP příčné profily kolmo na osu jeden podélný v ose - PRPROF ... příčný profil, - PPROF ... podélný profil Profil obsahuje přehledku profilů – s označením osy a staničení Výstupy profily lze nahradit nástrojem ve webové aplikaci – Mapový server	
B. Názvosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	„PRPROF“ („PPROF“), číslo projektu, název DMT
Příklad označení:	PRPROF_1205_130612, PPROF_1205_130612
Tištěný výstup:	Výkres profilů – množství profilů, popis řezů (použitých DMT, DMP), měřítko: - Podélné profily: měřítko od 1:100 – 1:500 - Příčné profily: měřítko od 1:100 – 1:5000 Výkres přehledka – měřítko 1:1000 - 1:5000 (označení, staničení, souřadnicový a výškový systém, datum, vytvořil)
Digitální výstup:	výkres v jednom z formátu dxf, dwg, dgn a ve formátu pdf
Protokol TZ:	TZ_PROFIL_1205

C. Vzor



Doporučení a použití

Z řezu lze porovnat projektovaný povrch komunikace a jejího okolí s 3D zaměřením reálného stavu (barevná linie).

Lze takto kontrolovat např. dodržení sklonu svahů, hloubky odvodnění apod.

[13.] Analýza a porovnání dat mračna bodů s katastrální mapou – 3D informace	
A. Popis a parametry výstupů	
Pro každé katastrální území: - Seznam parcel - Seznam vlastníků (informativní charakter) - Legenda - Klad listů v případě více kreseb - Kresby v měřítku, které budou obsahovat vektorové vyhodnocení mračna bodů a katastrální mapu. V katastrální mapě jsou barevně odlišena parcelní čísla a zvýrazněny parcely ve vlastnictví krajů, ČR, obcí, popř. soukromých subjektů. Pro celý úsek komunikace: - Přehledka úseku s barevným rozlišením původu katastrálních map daného katastrálního území (DKM, KMD, KM-D, 1: 2880).	
B. Návosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	číslo projektu, číslo KÚ
Příklad označení:	1205_538728
Tištěný výstup:	mapy v měřítku 1:1000 a přehledka tisků, seznamy vlastníků a parcel
Digitální výstup:	výkres v jednom z formátů dxf, dwg, dgn a ve formátu pdf, seznamy dotčených vlastníků pozemků a parcel ve formátu XLS
Protokol TZ:	

C. Vzor



Doporučení a použití

Porovnání skutečného stavu s katastrální mapou. Přehledně jsou zobrazeny dotčené pozemky a barevně rozlišeny podle vlastníka.

Slouží jako podklad pro případné vypořádání vlastnických vztahů.

[14.] Tabulka s určením tloušťky vrstev vozovky	
A. Popis a parametry výstupů	
Tabulka ve formátu .XLS s vyhodnocením tloušťky naměřených konstrukčních vrstev komunikace s krokem hodnocení každých 5m.	
B. Návosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	Název měřené silnice .XLS
Příklad označení:	II_XXX.XLS
Tištěný výstup:	(pouze digitální výstup)
Digitální výstup:	.XLS
Protokol TZ:	II_XXX.XLS

C. Vzor

STANIČENÍ [m]	Tloušťka asfaltové vrstvy [m]	Tloušťka podkladové vrstvy [m]	Celková tloušťka konstrukce vozovky [m]
0	0,18	0,63	0,81
5	0,17	0,88	1,05
10	0,24	0,83	1,06
15	0,28	0,77	1,05
20	0,29	0,80	1,09
25	0,28	0,79	1,07
30	0,24	0,79	1,04
35	0,28	0,62	0,90
40	0,26	0,60	0,86
45	0,24	0,66	0,89
50	0,26	0,60	0,87
55	0,31	0,55	0,86
60	0,28	0,77	1,05
65	0,23	0,83	1,06
70	0,26	0,80	1,05

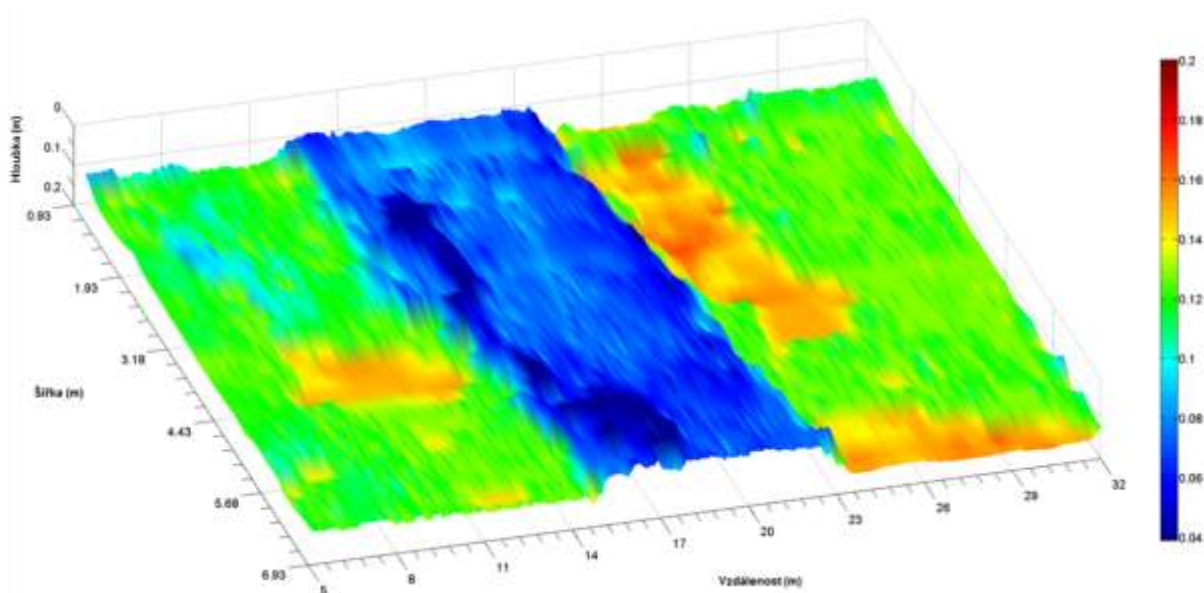
Doporučení a použití

V tabulce jsou přehledně v daném intervalu staničení popsány tloušťky identifikovaných konstrukčních vrstev vozovky.

Tento výstup pomáhá odhalit případné nedostatky v tloušťkách konstrukčních vrstev.

[15.] Analýza a hodnocení provedeného měření – 3D informace	
A. Popis a parametry výstupů	
3D profil zobrazující naměřenou tloušťku obrusné vrstvy vozovky v grafickém formátu .JPG.	
B. Návosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	Název měřeného úseku
Příklad označení:	.JPG
Tištěný výstup:	Příloha v hodnotící zprávě
Digitální výstup:	.JPG
Protokol TZ:	

C. Vzor



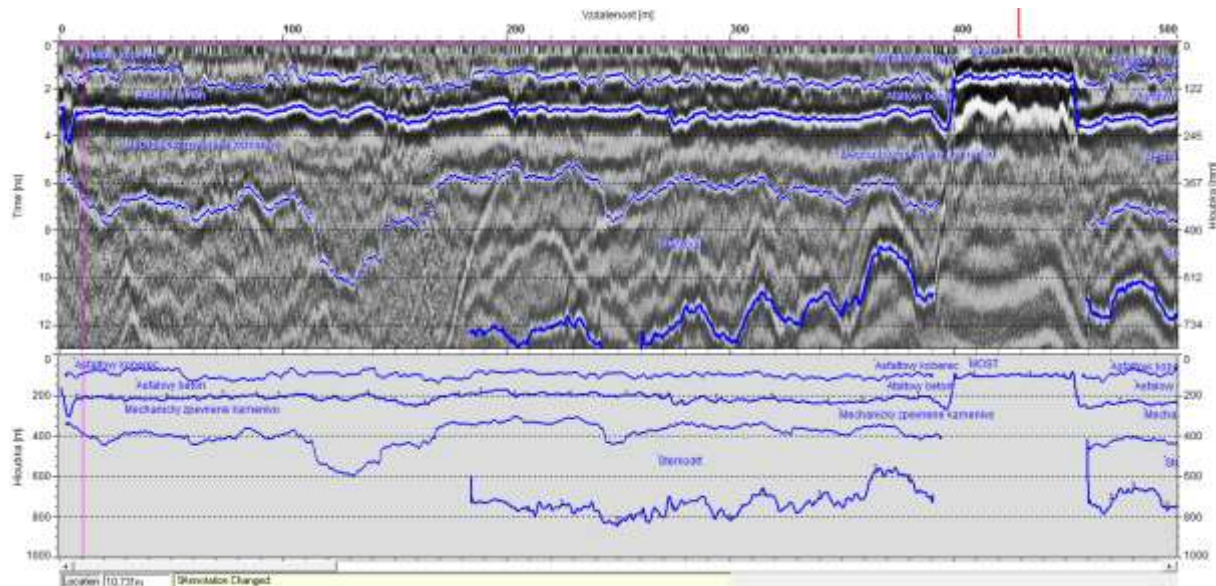
Doporučení a použití

Tloušťka ohrusné vrstvy je znázorněna barevnou škálou a vždy doplněna legendou. Teplejší barvy znamenají větší tloušťku, studené barvy znázorňují menší tloušťku.

Tento výstup pomáhá odhalit případné nedostatky v tloušťce ohrusné vrstvy.

[16.] Vyhodnocení Georadarové metody(GPR) údajů v podélném profilu	
A. Popis a parametry výstupů	
Výsledkem vyhodnocení GPR údajů je kontinuální průběh vrstev vozovky se zobrazením naměřených tloušťek jednotlivých vrstev v mm, nebo m.	
B. Návosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	Název měřeného úseku
Příklad označení:	II_XXX.PDF
Tištěný výstup:	Hodnotící zpráva s přílohou radargramů ze zařízení GPR
Digitální výstup:	• originální nefiltrovaná data ze zařízení georadaru ve formátu .DZT • radargramy .JPG • závěrečná hodnotící zpráva ve formátu .PDF
Protokol TZ:	

C. Vzor



Doporučení a použití

Horní část obrázku zobrazuje výstup georadaru s provedenou interpretací jednotlivých konstrukčních vrstev, spodní část obrázku znázorňuje průběh vrstev bez dat z GPR. Rozhraní jednotlivých konstrukčních vrstev v podélném profilu je zvýrazněné barevnou linií.

Na pravé straně je zobrazeno měřítko naměřené hloubky (tloušťky) jednotlivých vrstev vozovky v mm nebo m.

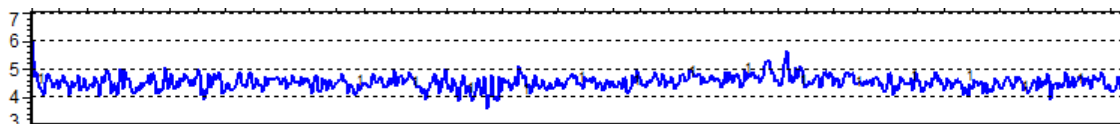
Tento výstup pomáhá odhalit případné nedostatky v tloušťce jednotlivých konstrukčních vrstev vozovky.

Vyhodnocení GPR údajů v radargramu zobrazuje kontinuální průběh konstrukce vozovky v podélném profilu. Na pravé straně je zobrazeno měřítko naměřené hloubky (tloušťky) jednotlivých vrstev vozovky v mm, nebo m.

[17.]	Vyhodnocení dielektrické hodnoty materiálu vozovky																				
A. Popis a parametry výstupů																					
Dielektrická hodnota = relativní permitivita prostředí (r.p.)																					
Bezrozměrná elektrická veličina charakterizující schopnost látky zesilovat elektrické pole, velikost permitivity prostředí má vliv na rychlost šíření a útlum elektromagnetické vlnění v daném prostředí.																					
Jako relativní permitivita (dříve dielektrická konstanta) prostředí se označuje podíl permitivity daného materiálu a permitivity vakua. Její hodnota závisí na vlastnostech daného materiálu a jde tedy o materiálovou konstantu. Relativní permitivita prostředí je bezrozměrná veličina.																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Materiál</th><th>Dielektrická hodnota (r. permitivita)</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Vzduch</td><td>1</td></tr> <tr><td>Glaciální led</td><td>3,6</td></tr> <tr><td>PVC</td><td>3</td></tr> <tr><td>Asfalt</td><td>3-5</td></tr> <tr><td>Beton</td><td>4-11</td></tr> <tr><td>Granit</td><td>4-7</td></tr> <tr><td>Pískovec</td><td>6</td></tr> <tr><td>Břidlice</td><td>5-15</td></tr> <tr><td>Vápenec</td><td>4-8</td></tr> </tbody> </table>	Materiál	Dielektrická hodnota (r. permitivita)	Vzduch	1	Glaciální led	3,6	PVC	3	Asfalt	3-5	Beton	4-11	Granit	4-7	Pískovec	6	Břidlice	5-15	Vápenec	4-8	
Materiál	Dielektrická hodnota (r. permitivita)																				
Vzduch	1																				
Glaciální led	3,6																				
PVC	3																				
Asfalt	3-5																				
Beton	4-11																				
Granit	4-7																				
Pískovec	6																				
Břidlice	5-15																				
Vápenec	4-8																				

B. Návosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	Výstup vyhodnocení je souvislou přílohou hodnotící správy v radargramech ze zařízení GPR
Příklad označení:	Er, (dielektrická hodnota, r. permitivita)
Tištěný výstup:	Kontinuální křivka v radargramech výstupu ze zařízení GPR
Digitální výstup:	.dzt, .PDF, .JPG
Protokol TZ:	

C. Vzor



Doporučení a použití

Z hodnoty kolem které linie osciluje lze určit druh použitého materiálu a jeho homogenitu. Tento výstup pomáhá odhalit případné nedostatky (nehomogenitu, horší kvalitu použitého materiálu) v provedení obrusné/podkladní vrstvy, zejména však nasycení vrstev vodou – do hl. 5m.

[18.] Videozáznam měřeného úseku s určením polohy	
A. Popis a parametry výstupů	
Video záznam průběhu měření se zobrazením polohy na mapě.	
B. Návosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	Název zkoumaného úseku
Příklad označení:	II_XXX.AVI
Tištěný výstup:	.AVI
Digitální výstup:	.AVI, .SYNC
Protokol TZ:	

C. Vzor



Doporučení a použití

Videozáznam průjezdu po komunikaci je synchronizován se zobrazením aktuální polohy kamery na

mapovém podkladu.

Videozáznam slouží k vizuální kontrole stavu komunikace v čase pořízení dat.

[19.]	Hodnoticí zpráva výsledků měření GPR
A. Popis a parametry výstupů	
Informace o datu provedeního měření, popis použité technologie, hodnocení a závěry. Přílohou hodnoticí zprávy je vyhodnocení GPR údajů v podélném profilu.	
B. Návosloví, formáty, obsah	
Označení výstupů:	Název zkoumaného úseku
Příklad označení:	II_XXX.PDF
Tištěný výstup:	Hodnoticí zpráva
Digitální výstup:	.PDF
Protokol TZ:	

1. Proč ŘSD ČR nahrazuje běžné geodetické metody technologiemi 3D měření?

Laserové skenování má především eliminovat lidské chyby, absolutně eliminovat možnost manipulací s výsledky měření, zvětšit jejich hustotu, zpřesnit informace o skutečných geometrických parametrech stavby a umožnit objektivní hodnocení kvality a množství odvedené práce.

2. Kompletní doložení provedených prací formou geodetického zaměření je povinností zhotovitele stavby a je pouze na zvážení zhotovitele stavby jakou technologii v rámci kontraktu využije.

Požadavkem ŘSD ČR je minimalizovat vliv subjektivního vlivu na výsledky kontroly. Objektivní hodnocení vyžaduje technologii, která garantuje přesnost DMT, spolehlivost výstupních dat a jejich ověřitelnost výstupních informací.

3. Proč se v SGR 8/2011 § 4 odstavec (3), bod a) vyžaduje specifickou třídu laseru?

Všechna laserová zařízení jsou rozdělena do tříd. Na stavbách ŘSD ČR je možné používat pouze měřicí přístroje s bezpečnou technologií s bezpečností laseru třídy 1 z důvodu BOZP, kdy při pohledu optickou soustavou do laseru (např. nivelačním přístrojem) nedojde k riziku poškození oka. U ostatních tříd laseru existuje riziko, že při přímém zásahu oka laserem může vést k poškození sítnice, zvláště pokud je paprsek zesílen optickým systémem (dalekohledem).

4. Proč se v SGR 8/2011 § 4 odstavec (3), bod b) vyžaduje technologie laserového skenování s možností měření minimálně na vzdálenost 100m při 10% odrazivosti povrchu?

Tato podmínka bezpečně zaručí zpětnou kontrolu měřených skutečností na základě měření na okolní budovy nebo terén (ověřitelnost metody). Ověřitelnost informací o kvalitě a množství odvedené práce je pro zadavatele kriticky důležitá i po zakrytí jednotlivých konstrukcí v průběhu stavby i po dobu záruční doby. Ověření měření může být důležité i několik let po ukončení stavby. Viz §5 odstavec (3).

5. Proč se v SGR 8/2011 § 4 odstavec (3), bod c) vyžaduje on-line záznamu náklonů a chvění laserového skeneru?

Ze záznamu náklonů a chvění laserového skeneru je možné kontrolovat geometrické parametry měření nebo udělat zpětné analýzy a detekce kritických hodnot měření. Správná a pevná poloha laserového skeneru a správná metodika měření musí být kontrolovatelná. Jde tedy o záruku přesnosti a ověřitelnosti kvality měřených souborů dat pro zadavatele.

Směrnice řeší zaměřování stavebních prací v terénu, kdy je možné chvění, otřesy způsobené při práci těžké mechanizace. Software, který on-line zaznamenává náklony a chvění laserového skeneru automaticky informuje o změnách polohy skeneru a o chvění skeneru.

6. Proč se v SGR 8/2011 § 4 odstavec (5), (6) vyžaduje určení polohy laserového skeneru třemi nebo dvěma nezávislými způsoby z § 4 odstavec (4)?

Kombinace více způsobů je standardní, aby byly odhaleny případné chyby měření. Určení polohy pouze jedním způsobem nezaručuje odhalení případných chyb.

Všemi třemi metodami lze dosáhnout požadované přesnosti v návaznosti na přesnosti bodového pole stavby. Využití nadbytečného počtu identických bodů, je vnitřní kontrola jedné metody určení polohy skeneru, nikoli nezávislá kontrola. Transformace pomocí „milionů“ bodů (korelace mračen bodů) je obecně přesnější než transformace na „jednotkách“ identických bodů. Nezávislá

(na výrobcích 3D skenerů), matematicky definovaná a obecná metoda pro určení polohy skeneru je důležitý požadavek zadavatele 3D měření.

7. Může letecké skenování dosáhnout výškové přesnosti σ_Z = od 20 mm?

Tuto přesnost letecké skenování může splnit. Viz například předpis od Trafikverket, Švédsko http://publikationswebbutik.vv.se/upload/6924/2012_058_TRVK_Mat.pdf.

8. Proč SGR 8/2011 § 6 odstavec (1), bod b) vyžaduje zaměření výrubu?

Kvůli kontrole objemu betonu je důležité skenování výrubu. Bez tohoto zaměření je jakékoliv určení skutečného objemu drahého materiálu nemožné.

9. Zavedením povinného nasazení této technologie může docházet ke zbytečnému zvýšení ceny geodetických prací.

Technologie 3D měření není nahraditelná běžnými geodetickými metodami, které obvykle pracují s měřením terénu v profilech a vybraných bodech. Zajištění měření v požadované hustotě by bylo geodetickými metodami velmi nákladné.

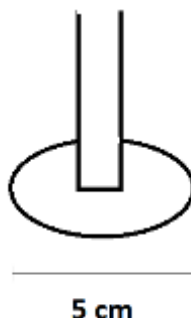
Snížením lidského faktoru na vznik chyb, absolutní eliminování možnosti manipulací s výsledky měření, zpřesnění informovanosti a dokladováním zajištění plnění smluvních podmínek vůči investorovi ve věcech geometrické kvality a množství provedených prací je očekáváno zvýšení geometrické kvality, prodloužení životnosti a snížení nákladů na výstavbu.

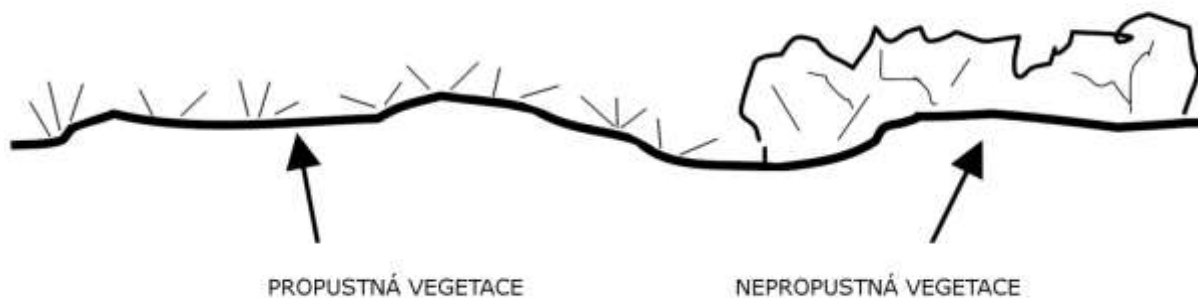
10. Jaká je vize ŘSD ČR zavedením 3D kontrolního systému do procesu výstavby a „on-line“ sledováním průběhu výstavby?

Vytvoření podmínek pro zavedení 3D výrobního procesu – 3D projektování, využití 3D dat při řízení stavebních strojů během procesu výstavby, 3D výstupní kontrolou a rychlostí přístupu k informacím účastníky výstavby.

11. Jak bude probíhat 3D měření stávajícího terénu s nepropustným vegetačním porostem (SGR 8/2011 § 5 odstavec (1), bod a)) a jaký je ideální terén pro 3D měření?

Data laserového skenování popisují trojrozměrný obraz měřených objektů. Na rozdíl od fotogrammetrie je laserový skener aktivní senzor, který vysílá laserový paprsek. Toto je dobrý předpoklad pro možnost měření s řídkou vegetací. V případě terénu s nepropustným vegetačním porostem (digitální model by se vytvářel na povrchu vegetace) je nutné použít tachymetrického měření charakteristických bodů terénu a s rastrem bodů 1 bod / 25m². Je nutné použít ploché ukončení výtyčky s průměrem minimálně 5cm.





Jako ideální terén můžeme považovat nezastíněný, čistý a suchý povrch. Tedy terén bez vegetace, stavebních strojů, uskladněného materiálu, sněhu, ledu a vody.

12. Jaká jsou omezení při určení polohy laserového skeneru metodou GNSS?

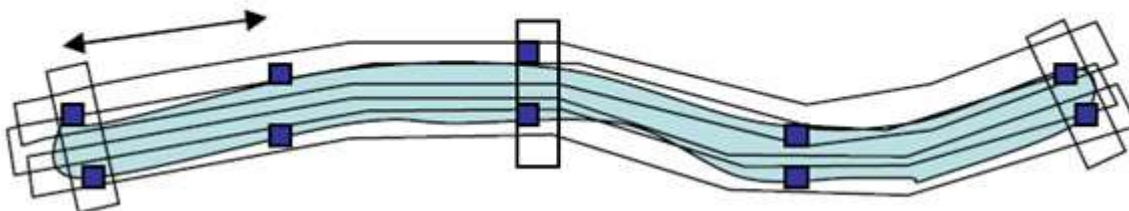
Sběr dat se provádí často v prostředí tzv. omezeného příjmu signálu (např. mezi vysokými budovami, mezi stromy, v hlubokém terénním zářezu, v blízkosti mostu, apod.). V takovém případě se nedoporučuje určení polohy laserového skeneru metodou GNSS a použít měření totální stanicí na hranol.

Dále se pro splnění požadavku na přesnost vzhledem k bodovému poli stavby se doporučuje používat vlastní referenční přijímače GNSS.

13. Jak se dosáhne tak vysoké přesnosti vzhledem k bodovému poli stavby uvedené v SGR 8/2011 § 5 odstavec (1), bod c)?

Pro dosažení přesnosti $\sigma_Z = \max 5 \text{ mm}$ vůči bodovému poli stavby je nutné použít tzv. vlícování. Doporučuje se plánovat identické body ve vzdálenosti 20-50m.

Vzdálenost identických bodů



14. Jak se zkontroluje dosažení přesnosti uvedené v SGR 8/2011 § 5 odstavec (1), bod c)?

Zaměření kontrolních bodů musí být provedeno měřením vyšší přesnosti než je vlastní 3D měření (2,5 krát vyšší přesností). Doporučuje se měřit kontrolní profily na pevných plochách.

15. Jaké jsou zkušenosti s využíváním 3D digitálních modelů projektu v praxi?

Digitální modely projektu jsou již několik let používány na silničních stavbách a jsou určeny pro automatické řízení stavebních strojů v režimu 3D (tzv. 3D nivelace). Digitální modely projektu se nahrají do řídicí jednotky stavebního stroje a jsou použity jako referenční model pro navádění stavebního stroje. Využití 3D nivelačního systému pro řízení stavebního stroje a digitálního modelu projektu následně vede k vysoké přesnosti a produktivitě provedených prací. 3D nivelační systémy pro řízení stavebních strojů, kdy jsou vytvořeny digitální modely projektu, byly úspěšně použity na několika desítkách projektů ŘSD ČR.

16. Jaký je základní rozdíl při porovnání různých metod 3D měření používaných v běžné praxi?

V běžné praxi se používají metody statického, Stop&Go, mobilního a leteckého laserového skenování. Metody statického a stop&go laserového skenování mají společnou charakteristiku měření, že poloha skeneru, je určována v klidu. Metody mobilního a leteckého laserového skenování mají mnoho společného a určují polohu skeneru v pohybu.

Základní odlišností statického a stop&go laserového skenování od mobilního a leteckého laserového skenování je, že laserového skenování statické a stop&go garantuje stejnou milimetrovou přesnost v libovolném místě měřeného objektu a zaručuje předvídatelnost a spolehlivost kvality dat a jejich zpětnou ověřitelnost (cesta výpočtu). Informace pořízené metodou statického a stop&go laserového skenování dávají jistotu stejné vysoké přesnosti (1-10 mm), resp. (2 - 20 mm). Mobilní a letecké laserového skenování používá pro určení pohybujícího se skeneru GNSS a IMU – tedy systém, který přibližuje výšku a směr ke správné trase a mohou se vyskytnout problémy s přesností určení polohy skeneru v zákrytech (s omezeným příjmem GNSS) jako je např. v zastavěných územích, pod mosty, v zářezích, v alejích, apod. U mobilního a leteckého laserového skenování existuje nejistota v garanci stejné přesnosti DMT měřeného objektu. Přesnost u mobilního a leteckého laserového skenování se pohybuje mezi 20 - 50 mm.

Přesnost měření a garance přesnosti DMT je základním předpokladem přesných výstupních informací o geometrických parametrech komunikací pro aplikace „Monitoring kubatur“ a „Kontrola kvality“ v průběhu realizace výstavby.