

Zásady pro zajištění kontrolních prací technologií 3D měření na stavbách ŘSD ČR

Gestor:	Datum schválení:
ředitel úseku výstavby	27.10.2011

Účel vydání:

Zavedení technologie 3D měření jako standardu v procesu výstavby, modernizace a oprav silnic a dálnic. Stanovení jednotné metodiky nasazení této technologie pro určení množství provedených stavebních prací a kontroly geometrické kvality na komunikacích, mostech a v tunelech.

SCHVALUJI

s účinností od 1.11.2011

Přehled rušených nebo nahrazovaných opatření:

Rozsah znalostí:	úplná	Vedoucí jednotlivých organizačních složek, Vedoucí Technických dozorcích správ, Zaměstnanci cenového oddělení
	informativní	ostatní zaměstnanci

Zásady pro zajištění kontrolních prací technologií 3D měření na stavbách ŘSD ČR

§ 1 Účel vydání

§ 2 Definice pojmů

§ 3 Legislativní rámec

§ 4 Nasazení technologie 3D měření na stavbách ŘSD ČR

§ 5 Zajišťování podkladů pro monitoring a kontrolu provedených prací na pozemních komunikacích a mostech v průběhu realizace výstavby a po jejím dokončení

§ 6 Zajišťování podkladů pro monitoring a kontrolu provedených prací v tunelech v průběhu výstavby a po jejím dokončení

§ 7 Souřadnicové a výškové systémy

§ 8 Výstupy 3D měření

§ 9 Podmínky zadávání zakázek pro technologií 3D měření

§ 10 Přechnodné ustanovení

§ 11 Účinnost

§ 1 Účel vydání

(1) Účelem vydání této směrnice je zavedení technologie 3D měření jako povinného standardu v procesu výstavby, modernizace a oprav silnic a dálnic. Tato směrnice stanovuje jednotné metodiky nasazení této technologie pro monitoring a pro kontrolu staveních prací na komunikacích, v tunelech a na mostech.

(2) Tato směrnice stanovuje minimální technické požadavky při zadávání zakázek na pořizování dat a provádění prací technologií 3D měření.

(3) Tato směrnice je platná pro všechny stavby zahájené ode dne účinnosti této směrnice včetně staveb již realizovaných.

(4) Technologie 3D měření neslouží pro sledování pohybů a deformací mostních konstrukcí.

§ 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 prostor je definovaný hodnotami souřadnic bodů X, Y, Z vztaženému k počátku (0,0,0) v kartézské soustavě souřadnic X,Y,Z.

3D měření

Sběr dat 3D měřicím systémem pro zachycení geometrických parametrů prostoru (rozměry a vzájemné vztahy těles). Výstupem je podrobný 3D model.

Bpv

Výškový systém Balt po vyrovnání je výchozím bodem (bodem s nulovou nadmořskou výškou) vodočtu umístěného na břehu Baltského moře v Kronštadu (nedaleko Petrohradu) a dále souborem normálních výšek z mezinárodního vyrovnání nivelačních sítí.

Digitální model terénu (DMT)

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

DSP

Projektová dokumentace pro vydání stavebního povolení dle Směrnice pro dokumentaci staveb Pozemních komunikací schválenou MD-OI,č.j. 101/07-910-IPK/1 ze dne 29.1.2007 (Dále jen Směrnice MD pro dokumentaci).

DSPS

Dokumentace skutečného provedení stavby

DUR

Dokumentace pro vydání územního rozhodnutí je v období přípravy stavby dokumentací k oznámení o záměru v území dle Směrnice MD pro dokumentaci.

Fázový dálkoměr

Přístroj k měření vzdáleností, který pracuje na bázi výpočtu vzdálenosti z fázového rozdílu vyslaného a přijatého signálu.

GNSS

Globální družicový polohový systém (anglicky Global Navigation Satellite System, zkratkou GNSS) je služba umožňující za pomoci družic autonomní prostorové určování polohy s celosvětovým pokrytím.

Korelace mračen bodů

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

Laserový skener s třídou laseru Class 1

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

Mračno bodů

Základní výstup z laserového skenování je mračno bodů. Z mračna bodů lze vygenerovat velmi přesný a podrobný 3D model.

Polohopis

Obrázek předmětů šetření a měření na mapě ukazující jejich polohu, rozměr a tvar bez závislosti na terénním reliéfu; je to soubor zobrazených bodů, čar a mapových značek na mapě.

Prostorová poloha laserového skeneru

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

PDPS

Projektová dokumentace pro provedení stavby

Rozdílový digitální model terénu (RDMT)

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

S-JTSK

Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální je definovaný Besselovým elipsoidem, jednotnou trigonometrickou sítí katastrální a Křovákovým zobrazením dle nařízení vlády 430/2006 Sb. o stanovení geodetických systémů a státních mapových děl.

Tachymetrické měření

Způsob, kterým 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.

TIN

TIN (anglicky „Triangular Irregular Network“) je zkratka pro nepravidelnou trojúhelníkovou síť a používá se pro popis digitálních reliéfů, povrchů nebo terénu.

Vlícovací body

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

Výškopis

Obraz terénního reliéfu na mapě; je to soubor vrstevnic, výškových bodů s jejich výškovými kótami, výškopisných značek, popř. další prostorově působící způsob znázornění reliéfu, např. digitální model terénu.

§ 3

Legislativní rámec

(1) Návaznost na směrnice, předpisy a příslušnou legislativu:

- a) Vyhlášky Ministerstva dopravy ČR (MD ČR).
- b) Technické předpisy MD ČR pro stavby pozemních komunikací (TP).
 - i) Vzorové listy
 - ii) Technické podmínky
 - iii) Technicko kvalitativní podmínky
- c) ČSN:
 - i) ČSN 73 0415 (730415) Geodetické body.
 - ii) ČSN 01 3410 (013410) Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy.
 - iii) ČSN 01 3411 (013411) Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky.
 - iv) ČSN EN 13877-2 (736150) Cementobetonové kryty:
 - (a) Tloušťka cementobetonového krytu.
 - v) ČSN 73 6123-1 (736123) Stavba vozovek - Cementobetonové kryty – Část 1: Provádění a kontrola shody:
 - (a) Podélný a příčný sklon.
 - (b) Tloušťka vrstvy.
 - (c) Dodržení výšek stanovených dokumentací.
 - vi) ČSN 73 6121 (736121) Stavba vozovek - Hutněné asfaltové vrstvy - Provádění a kontrola shody:

- (a) Podélný a příčný sklon.
- (b) Tloušťka vrstvy.
- (c) Dodržení výšek stanovených dokumentací.
- vii) ČSN 73 6122 (736122) Stavba vozovek - Vrstvy z litého asfaltu - Provádění a kontrola shody:
 - (a) Podélný a příčný sklon.
 - (b) Tloušťka vrstvy.
 - (c) Dodržení výšek stanovených dokumentací.
- viii) ČSN EN 13670 (732400) Provádění betonových konstrukcí - Část 1: Společná ustanovení.
- ix) ČSN 73 0205 (730205) Geometrická přesnost ve výstavbě. Navrhování geometrické přesnosti.
- x) ČSN 73 0212-1 (730212) Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti. Část 1: Základní ustanovení.
- xi) ČSN 73 0212-4 (730212) Geometrická přesnost ve výstavbě. Kontrola přesnosti. Část 4: Liniové stavební objekty.
- d) Obchodní podmínky staveb pozemních komunikací (OP):
 - (a) Měření a oceňování.
- e) SGŘ - Zadávání dodatečných stavebních prací podle zákona - O veřejných zakázkách, ve znění pozdějších předpisů.
- f) SGŘ - Aplikace zákona - O veřejných zakázkách.
- g) C1 - Datový předpis pro tvorbu digitálních map pro Ředitelství silnic a dálnic ČR.
- h) B2 - Datový předpis pro tvorbu Základní mapy dálnice.
- i) C2 - Předpis pro předávání digitální projektové dokumentace pro Ředitelství silnic a dálnic ČR.
- j) Směrnice pro dokumentaci staveb Pozemních komunikací schválenou MD-OI,č.j. 101/07-910-IPK/1 ze dne 29.1.2007.
- k) Metodický pokyn Ředitelství silnic a dálnic ČR, základní vytyčovací síť v ražených dálničních tunelech.

§ 4

Nasazení technologie 3D měření na stavbách ŘSD ČR

- (1) Na projektech ŘSD ČR bude využíván pro pozemní měření laserový skener:
 - a) s třídou laseru Class 1,
 - b) s možností měření minimálně na vzdálenost 100m při 10% odrazivosti povrchu,
 - c) vybavený on-line záznamem náklonů a chvění laserového skeneru.
- (2) Pro zpracování je nutné využívat software kombinující více způsobů určení polohy laserového skeneru:
 - a) přímé určení polohy skeneru pomocí metody GNSS nebo tachymetrickým měřením,
 - b) určení z měření na vlíčovací body,
 - c) určení pomocí korelace mračen.
- (3) Každá jednotlivá poloha laserového skeneru, z které probíhá měření, musí být určena minimálně dvěma nezávislými způsoby měření uvedenými v bodě 2. Tyto minimálně dvě nezávisle určené prostorové polohy laserového skeneru musí vykazovat dobrou shodu tak, aby byla zachována výsledná předepsaná přesnost měření dle zásad teorie chyb.
- (4) V některých nutných případech může být na stavbách ŘSD ČR využíván pro měření letecký laserový skener:
 - a) s kuželovitým rozmetáním laserového paprsku.

- (5) Technologie 3D měření bude využívána na stavbách ŘSD ČR v těchto oblastech:
- a) zajišťování podkladů pro monitoring a kontrolu provedených prací na pozemních komunikacích a mostech v průběhu výstavby a po jejím dokončení (DSPS, Závěrečného vyhodnocení objemu prací),
 - b) zajišťování podkladů pro monitoring a kontrolu provedených prací v tunelech v průběhu výstavby a po jejím dokončení (DSPS, Závěrečného vyhodnocení objemu prací).

§ 5

Zajišťování podkladů pro monitoring a kontrolu provedených prací na pozemních komunikacích a mostech v průběhu realizace výstavby a po jejím dokončení

(1) Pro každý projekt výstavby, modernizace, rekonstrukce a opravy dálnic, rychlostních silnic a silnic I. třídy v realizaci budou monitorovány a kontrolovány objemy a geometrická přesnost skutečně provedených prací v následujícím rozsahu:

- a) 3D měření stávajícího terénu. Ve výjimečných případech, u projektů s nepropustným vegetačním porostem bude terén doměřen pomocí tachymetrického měření, po schválení výjimky ředitele výstavby ŘSD ČR.
- b) 3D měření místa dotčeného zemními pracemi (od původního terénu až po zemní pláň) v hustotě minimálně 25 bodů / m². Body budou zaměřeny se směrodatnou výškovou odchylkou 0,02 m na nezpevněných plochách a 0,01 m na zpevněných plochách. Směrodatná polohová odchylka měřených bodů musí být do 0,02 m.
- c) 3D měření konstrukcí pozemních komunikací (od cementobetonové stabilizace až po obrusnou vrstvu) v hustotě nejméně 2000 bodů / m². Body budou zaměřeny s relativní směrodatnou výškovou odchylkou jednotlivých bodů menší než 0,005 m. Směrodatná polohová odchylka měřených bodů musí být do 0,02 m. Budou zaměřovány následující konstrukce pozemních komunikací:
 - i) 3D měření povrchu cementobetonové stabilizace.
 - ii) 3D měření podkladní asfaltové vrstvy.
 - iii) 3D měření ložných vrstev.

Vhodným režimem měření a/nebo zpracováním naměřených dat se zpřesní výstupy relativních výšek těchto bodů menší než směrodatná odchylka 0,002 m.

Takto budou zaměřovány a zpřesněny následující konstrukce pozemních komunikací a mostů:

- iv) 3D měření finálního povrchu vozovky (obrusná vrstva).
 - v) Měření mostních závěrů.
 - vi) Měření povrchů mostních konstrukcí.
- Je možné i použití skenovacích systémů používajících principu fázového dálkoměru.
- c) Měření stavebních prací jsou prováděna v denních nebo týdenních intervalech v návaznosti na postup výstavby.
 - d) 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.
 - e) Výsledkem měření je přehledný digitální model terénu, který slouží ke stanovení odchylek oproti Projektové dokumentaci pro provádění stavby (PDPS, dříve ZVS) ve formě rozdílového digitálního modelu terénu a výpočet objemů skutečně provedených prací, u objektů stavby dále podélné a příčné profily povrchu konstrukce.
 - f) Rozdílové digitální modely terénu budou obsahovat vyčíslení skutečných objemů provedených prací s rozlišením tříd těžitelnosti a druhů zabudovaného materiálu.
 - g) Objemy skutečně provedených prací budou porovnány s projektovanými hodnotami a veškeré odchylky budou řádně odůvodněny, prokazatelně zdokumentovány a konkrétně interpretovány ve formě víceprací a méněprací.
 - h) Objemy skutečně provedených prací budou porovnány a vyhodnocovány s

projektovanými daty v pravidelných intervalech.

i) Výsledky těchto porovnání jsou předávány pro kontrolu a monitoring průběhu výstavby Správci stavby a slouží jako podklad skutečných objemů provedených prací pro fakturaci a rovněž k informování o aktuálním a skutečném postupu výstavby.

j) Finálním výstupem po ukončení výstavby bude 3D porovnání skutečného stavu s projektem a dokumentace skutečných objemů provedených prací, dále porovnání a vyhodnocení polohových a výškových odchylek konstrukcí a objektů, vyhodnocení povrchových parametrů vozovek (zejména sklony a další odchylky smluvních parametrů od zadaných hodnot) a geometrických parametrů mostů.

k) Pro monitoring mostů je nezbytné ukládání dalších údajů v době měření, např. teplota nosné konstrukce (bez tohoto údaje nelze na mostech změřit např. tloušťky vrstev vozovek, posuny, průhyby atd.), ta je odlišná od teploty prostředí.

(2) Sběr dat bude pořízen technologií 3D měření, na jehož základě bude prováděno porovnání aktuálního stavu výstavby s původním plánem.

§ 6

Zajišťování podkladů pro monitoring a kontrolu provedených prací v tunelech v průběhu výstavby a po jejím dokončení

(1) Pro každý projekt podzemního díla (tunelu) souvisejícího s výstavbou nebo rekonstrukcí dálnic, rychlostních silnic a silnic I. třídy je nezbytné provádět, dokumentovat a archivovat měření provedených prací dle níže definovaného rozsahu:

a) Zaměření výrubu v hustotě minimálně 25 bodů / m² se směrodatnou odchylkou výšky jednoho bodu 0.01 m a směrodatnou odchylkou v poloze 0.01 m, pokud to technologický postup nebo bezpečnost práce v tunelu nevyklučuje.

b) Zaměření primárního ostění tunelu v hustotě minimálně 25 bodů / m² se směrodatnou odchylkou výšky jednoho bodu 0.01 m a směrodatnou odchylkou v poloze 0.01 m.

c) Zaměření sekundárního ostění tunelu v hustotě minimálně 25 bodů / m² se směrodatnou odchylkou výšky jednoho bodu 0.01 m a směrodatnou odchylkou v poloze 0.01 m.

d) Při 3D měření je nezbytné vycházet přímo z geodetické sítě bodů tunelu proměřené přesnými totálními stanicemi. Tyto body jsou použity jako tzv. vřícovací body (jsou identické), které přímo slouží k určení polohy 3D měřicího přístroje.

e) V časových intervalech odpovídajících postupu výstavby, avšak nejméně každých čtrnáct dní, je nezbytné dodávat výpočty objemu provedených zemních prací (nadvýrubu, podvýrubu a celkového objemu ražby), příčné řezy tunelem v minimálně 20 m intervalu se srovnáním skutečného stavu s platnou projektovou dokumentací a horizontální řez v místě maximálního průměru.

f) Rozdílový model v podobě rozbalené plochy tunelu srovnávajícího skutečný stav vůči platné projektové dokumentaci.

g) Digitální model stávajícího stavu tunelu ve formátu TIN.

h) Digitální model stávajícího stavu bude importován do dohodnutého softwaru pro 3D porovnání projektu se skutečným stávajícím stavem.

(2) Sběr dat bude pořízen technologií 3D měření. Kontrola správnosti a monitoring provedených prací bude prováděn v dohodnutém softwaru pro 3D porovnání platné projektové dokumentace se skutečným stávajícím stavem.

§ 7

Souřadnicové a výškové systémy

(1) Všechna měření a předávaná data musí být v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv.

(2) Ve výjimečných případech, u projektů menšího rozsahu nebo tam, kde je vyžadovaná

vysoká přesnost měření, mohou být po schválení výjimky ŘSD ČR data předána v lokálním souřadnicovém a výškovém systému.

§ 8 Výstupy 3D měření

(1) 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.

(2) Výstupy budou po zpracování poskytovány zadavateli (ŘSD ČR) ve dvou úrovních (provedení):

a) Výstupy pro dokumentaci skutečného provedení stavby – budou předávány v tištěné formě a řádně potvrzeny. Všechny měřené úseky budou zaměřeny po jednotlivých konstrukčních částech stavebních objektů ve formě půdorys, řezy, 3D model. Tyto budou podkladem pro doložení geometrické přesnosti (kázně), dokladem o dodržení kvality a jakosti provedených prací na jednotlivých konstrukčních částech stavebních objektů celé stavby a zároveň budou postupně součástí dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS). Na konci každého kalendářního měsíce budou odevzdávány potvrzené výčty objemů všech provedených prací, které budou podkladem pro měsíční fakturaci. Po dokončení stavby bude zpracováno Závěrečné vyhodnocení objemu prací.

b) Výstupy informativní – jsou podkladem pro činnost vedení stavby, pro pracovníky zadavatele:

- Pro dozor stavby a Správce stavby.
- Pro řídicí pracovníky správy/ závodu ŘSD.
- Pro úsek výstavby GŘ ŘSD (vč. odboru OŘJ).
- Pro GŘ ŘSD ČR.

Výstupy budou distribuovány pomocí mapového serveru k jednotlivým výše uvedeným adresátům. Adresát bude mít možnost nahlížet do vizualizace jednotlivých úseků a konstrukčních částí realizovaného stavebního díla po objektech stavby po jednotlivých vrstvách naměřených dat.

Zaslané výstupy budou mít tuto vypovídací hodnotu:

Porovnání původního plánu PDPS s naměřenou skutečností s rozlišením míst, kde projektová dokumentace byla dodržena, kde došlo k nadměrnému odlišení v záporných hodnotách tzn. (např. v zemních pracích přetěženo), kde byla naměřena podměrná odlišení v kladných hodnotách tzn. (např. v zemních pracích nedotěženo)

3D model bude řádně okótován a vybaven celkovou sumou provedených a měřených prací (m^3) vyjádřenou ve finanční hodnotě (oceněno položkami rozpočtu stavby). 3D model bude vybaven možností vizualizace řezů v libovolném místě konstrukce (komunikace, mostní konstrukce, tunelu).

(3) Součástí předávané dokumentace musí být vždy technická zpráva prokazující dodržení kvality předávaných měření, a to buď ověřovacím měřením vyšší přesnosti na minimálně 5% výběru zájmového území rovnoměrně rozloženého (srovnávat se budou takto vzniklé digitální modely) nebo výpočtem charakteristik přesnosti překryvných území jednotlivých pozicí 3D měření nebo vícenásobně měřeného území a minimálně čtyřmi body měřenými vyšší přesností.

(4) 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).

§ 9

Podmínky zadávání zakázek pro technologii 3D měření

(1) Veškeré zakázky na monitoring technologií 3D měření budou zadávány v souladu se zákonem č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách, v platném znění a prováděcí Směrnicí GŘ číslo 5/2011 Aplikace zákona č. 137/2006 Sb., o veřejných zakázkách. Technické parametry pro vymezení postupů měření, zpracování a výstupů 3D měření musí být v souladu s touto směrnicí.

V zadávací dokumentaci musí být vždy jasně stanoven rozsah prací, volba požadované

§ 10

Přechodné ustanovení

U vybraných konstrukcí zejména mostů a jim podobných, vozovek a dalších konstrukcí dle přílohy budou souběžně i nadále prováděna měření parametrů podle obecných i speciálních zkušebních a měřicích normovaných postupů, uvedených v PDPS, a to jako měření kontrolní, přejímací, provozní atd.

§ 11

Účinnost

Tato směrnice nabývá účinnosti dne 1.11.2011; bude aplikována na stavbách zahajovaných po tomto datu a to včetně staveb k datu účinnosti této směrnice již realizovaných. V případě, že ke dni účinnosti této směrnice nebude možná její aplikace na stavbách z důvodů nutnosti dodržení podmínek a lhůt vyplývajících z ustanovení §9 odst. (1) této směrnice, bude její aplikace zahájena ve lhůtě co možná nejkratší po splnění těchto podmínek a uplynutí příslušných lhůt. Správce stavby může v opodstatněných případech, po předchozím udělení výjimky z této směrnice ředitelem úseku výstavby, rozhodnout o nepoužití 3D měření na stavbě.

V Praze dne

Ing. René Poruba

pověřen řízením