

Příloha F (normativní)

TERESTRICKÉ MĚŘENÍ BODŮ ŽBP

ZÁZNAM O ZMĚNÁCH

Číslo	Účinnost od	Obsah	Datum	Opravit
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

F.1 SPECIFIKACE

Stanovuje požadavky, postupy a metody měření a způsob vyhodnocení pro zaměřování ŽBP terestrickými metodami, kterými se určují polohové souřadnice bodů ŽBP v S-JTSK, vyjma bodů určených technologií GNSS, na které je terestrické měření navázáno.

Terestrické měření slouží pro určení polohových souřadnic bodů při tvorbě, údržbě i obnově ŽBP a pro kontrolu polohové i výškové složky ŽBP. Proces údržby, obnovy a kontroly ŽBP upřesňuje příloha H.

F.2 PODKLADY

Výchozím podkladem pro terestrická měření jsou souřadnice a výšky bodů ŽBP na které se měření navazuje. Podklady mohou být dále upřesněny v projektu ŽBP nebo SŽBP.

F.2.1 Výchozí geodetické základy

Výchozí body geodetického základu se volí podle stavu ŽBP, rozsahu geodetického měření a v závislosti na požadavcích ze strany SŽBP. Přesnější specifikace mohou být uvedeny v projektu ŽBP.

Výchozí body použité pro následný výpočet musí svou přesností vyhovovat požadavkům uvedených v čl. 6.2.2 základního předpisu při posuzování relativní (vnitřní) přesnosti, především u dvojic výchozích sousedních bodů ŽBP (i ZZ).

F.2.1.1 Výchozí geodetické základy při práci na PS-ŽBP a SS-ŽBP

Jako výchozí mohou být použity:

- body určené technologií GNSS (viz příloha E),
- platné body PS-ŽBP a SS-ŽBP – obvykle při údržbě a obnově ŽBP (viz příloha H),
- body ŽBP v navazujících úsecích – pro napojení a zajištění homogenity systému ŽBP,
- další body – např. body VS, případně zajišťovací značky.

F.2.1.2 Geodetické základy pro změření zajišťovacích značek

- platné body PS-ŽBP, SS-ŽBP a ZZ,
- platné body PS-ŽBP, SS-ŽBP a ZZ v navazujících úsecích – pro napojení a zajištění homogenity systému ŽBP,
- další body – např. body VS.

F.3 TECHNICKÉ POŽADAVKY

F.3.1 Metody měření

Metody měření pro účel tvorby nového ŽBP a pro potřeby údržby a obnovy ŽBP, které se provádějí podle požadavků na přesnost (čl. F.3.2) odpovídajícím přístrojovým vybavením (čl. F.3.3).

F.3.1.1 Polygonometrie

Terestrická metoda, která slouží k zaměření a určení ZGB a GB. Výchozí body pro měření se volí dle čl. F.2.1.1.

V rámci polygonového pořadu se zaměřují ZGB a GB jako vrcholové body pořadu. Výjimku mají pouze body, na kterých je postavení stativu neproveditelné (mostní objekty, skály, atd.). Tyto body se měří mimo hlavní pořad bočně (kontrolovaný rajón) v osnově měření polygonového pořadu alespoň ze dvou nejbližších stanovisek.

Na obou koncích musí být vždy polygonový pořad připojen dvojicí výchozích pevných bodů – stanovisko a orientace, obvykle ZGB nebo GB v odpovídající relativní přesnosti a vzájemné vzdálenosti (min. 150 m). Průběžně je pořad připojován na další výchozí body nebo dvojice bodů, obvykle body určené technologií GNSS, kdy délka mezilehlého úseku pořadu mezi 2 výchozími body nesmí překročit 1,3 km.

Polygonometrie se zaměřuje podle obecných zásad a principu pomocí trojpodstavcové soupravy. Další požadavky a zásady jsou předepsány s ohledem na požadavky na přesnost při zřizování ŽBP:

- délka strany pořadu 100 - 300 m dle rozmístění ZGB a GB (pod 100 m výjimečně v případě špatné viditelnosti vzhledem k terénním podmínkám);
- poměr sousedních stran polygonu nesmí být větší než 2:1;
- registrace vodorovných úhlů, zenitových úhlů, šikmých délek a výšek stroje na stanovisku;
- měření na stanoviscích ve skupinách - v obou polohách, v uceleném cyklu měření - podle použitého přístroje (viz čl. F.3.3.1).

F.3.1.2 Postupné protínání (metoda přechodných stanovisek)

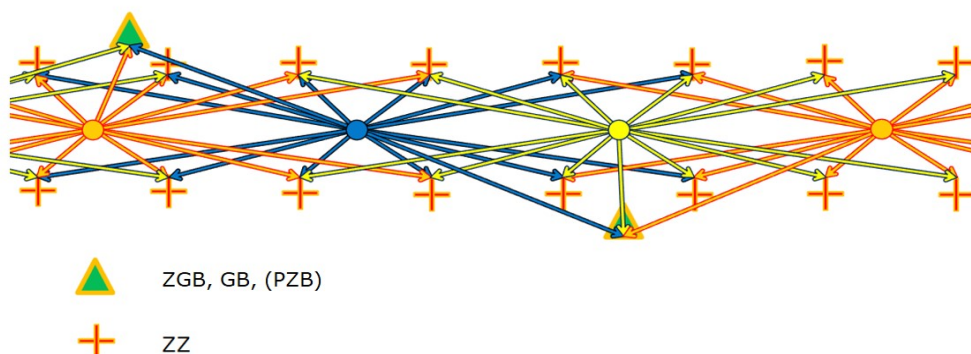
Slouží k zaměření zajišťovacích značek (ZZ). Výchozími body jsou body PS-ŽBP. Měření je realizováno z pravidelně rozmístěných volných stanovisek zaměřením všech viditelných zajišťovacích značek a bodů PS-ŽBP a SS-ŽBP do vzdálenosti **160 m**. Zároveň délka orientací na oba nejvzdálenější páry ZZ, případně nejvzdálenější jednotlivé ZZ, musí být větší než **75 m**, mimo krajních stanovisek.

Stanoviska se volí tak, aby každá určovaná ZZ byla zaměřena minimálně **3x** (ze tří stanovisek), kdy vždy minimálně jedno stanovisko musí být umístěno před i za určovanou značkou (dle staničení). Měření se provádí pouze v první poloze dalekohledu.

Navázání se na sousední platné ZZ se provádí alespoň tak, že poslední stanovisko je realizováno mezi poslední určovanou a první výchozí ZZ, minimálně však zaměřením alespoň 2 párů ZZ nebo 3 ZZ jednostranného zajištění.

Výchozí body pro určení polohy a výšky ZZ musí být vyhovující z hlediska požadavků na přesnost (viz čl. 6.2 základního předpisu).

Obr. F.1 - Metoda postupného protínání

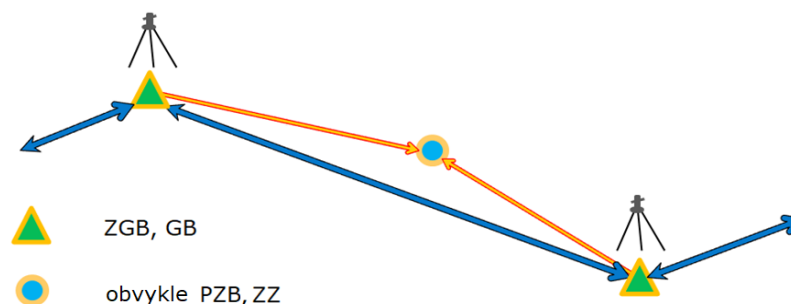


F.3.1.3 Kontrolovaný rajón

Kontrolovaný rajón je terestrická metoda určení polohy bodu pomocí dvou a více rajónů, vždy realizovaných z jiného výchozího pevného bodů (ŽBP), kdy jednotlivá stanoviska na pevných bodech jsou vzájemně měřicky provázána.

Používá se obvykle při kombinované metodě pro měření ZZ a PZB nebo při polygonometrii pro měření PZB. Dále se používá samostatně v případě doplnění jednotlivých ZZ, PZB nebo pomocných bodů (v případě doplnění jednotlivých GB nebo ZGB je nutné použít vždy polygonometrii).

Obr. F.2 - Kontrolovaný rajón



Postup při měření:

PZB, případně ZZ se zaměřuje ze sousedních stanovišek centrovanými nad ZGB nebo GB nebo výjimečně ze sousedních přechodných stanovišek (viz čl. F.3.1.4), ze kterých se kromě určeného bodu zaměří vzájemná orientace a orientace na okolní ZGB nebo GB.

Při měření kontrolovaného rajónu platí povinnost zaměřování ve skupinách podle použité přístrojové techniky (viz čl. F.3.3.1). V případě použití při kombinované metodě se požadavek na měření směrů řídí pravidly této metody.

F.3.1.4 Kombinovaná metoda

Metoda měření, kterou se současně zaměřují a následně určují souřadnice PS-ŽBP, SS-ŽBP i ZZ. Kombinovaná metoda je základní metodou pro kontrolu ŽBP před měřením PPK, ale slouží i pro měření přeložek bodových polí. **Metodu není možné používat na elektrizovaných tratích s párovým zajištěním** (neplatí pro kontrolu ŽBP, viz příloha H).

Měření je realizováno kombinací polygonometrie, kdy stanoviška jsou umísťována na ZGB a GB, a bočními záměrami (kontrolované rajóny), kterými jsou určovány ZZ a PZB, kdy každý takový bod musí být určena min. ze 2x dvou sousedních pevných stanovišek na bodech PS-ŽBP a SS-ŽBP. Pro kombinovanou metodu platí pravidla pro polygonometrii a kontrolovaný rajón (vyjma upřesnění měření ve skupinách v tomto článku).

U kombinované metody **je vyžadováno velmi přesné měření výškové složky** pro použití k výškovému kontrolnímu výpočtu ZZ a kontrole ŽBP (dle přílohy H), kdy přesnost vypočteného převýšení mezi sousedními body ŽBP by v návaznosti na přesnost měření výškových úhlů a přesnost určení výšky stanoviška a cíle neměla přesáhnout **3 mm**.

V případě, kdy nelze s ohledem na viditelnost zaměřit každou ZZ 2x ze stanovišek umístěných nad bodem ŽBP, lze mezi body ŽBP zřídit ojediněle mezilehlé přechodné stanoviško ve vzdálenosti minimálně **80 m** od nejbližšího ZGB nebo GB, které bude určeno v rámci polygonometrie.

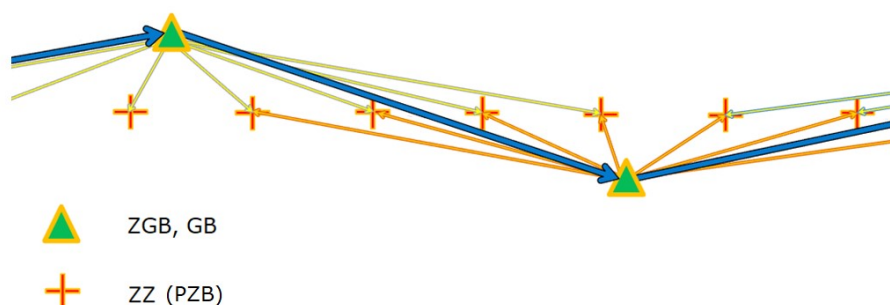
Měření polygonometrie na stanovišku se realizuje pomocí trojpodstavcové soupravy ve skupinách měřených v uceleném cyklu.

Měření bočními záměrami (kontrolovaným rajónem) se provádí:

- současně s polygonometrií ve skupinách, pokud se zaměřují pouze PZB (případně GB s obtížnými podmínkami pro centraci),
- po doměření polygonometrie pouze v jedné poloze, pokud se zaměřuje souvislé zajištění PPK realizováno ZZ.

Další specifikace a použití kombinované metody upravuje pro potřeby kontroly ŽBP příloha H.

Obr. F.3 - Kombinovaná metoda



F.3.2 Kritéria přesnosti

Podrobná kritéria přesnosti pro jednotlivé terestrické metody, které vycházejí a zároveň dále doplňují základní charakteristiky přesnosti uvedené v základním předpise.

Splnění těchto kritérií přesnosti musí být protokolárně doloženo v rámci dokumentace ŽBP.

F.3.2.1 Kritéria přesnosti při měření

Při terestrickém měření je potřeba provádět:

- **kontrolu nulového směru** – u metody postupného protínání a kombinované metody při měření osnova směru v rámci měření ZZ nebo PZB, kdy se nastavuje zvolený směr na jasně identifikovatelný cíl, platí:
 - při překročení nad 20^{cc} – přenastavení nulového směru,
 - při překročení o více než 40^{cc} – opakování měření na stanovisku.
- **kontrolu měření ve skupinách** – platí pro terestrické měření prováděné ve skupinách, kdy odchylka měřeného směru od průměrné (vyrovnané) hodnoty směru nesmí překročit hodnotu **15^{cc}**. Při překročení této hodnoty je potřeba měření doplnit tak, aby požadovaný počet skupin vyhovoval stanovené odchylce.

F.3.2.2 Kritéria přesnosti po měření

Přesnost terestrických metod měření vychází z požadavků uvedených v čl. 6.2 základního předpisu a je vyjádřena pro jednotlivé metody měření příslušnými kritérii dle obr. F.4.

Obr. F.4 - Kritéria přesnosti terestrických metod

Polygonometrie					
při měření	odchylka měřeného směru od průměrné hodnoty směru v rámci skupin		≤ 15 ^{cc}		
po měření	síťově MNC	max. délková oprava		7 mm	
		délková oprava v 95% měření		≤ 5 mm	
		max. směrová oprava		7 mm	
		směrová oprava v 95% měření		≤ 5 mm	
	pol. pořadem	max. polohový uzávěr (U _p)		0.002 x √(s)	
		max. úhlový uzávěr (U _u)		25 x √(n)	
Metoda postupného protínání					
při měření	nastavení a kontrola nulového směru		nad 20 ^{cc} korekce nulového směru nad 40 ^{cc} přeměření stanoviska		
po měření	výpočet definitivních souřadnic	síťově MNC	max. délková oprava		8 mm
			délková oprava v 95% měření		≤ 5 mm
			max. směrová oprava		8 mm
			délková oprava v 95% měření		≤ 5 mm
Kontrolovaný rajón					
při měření	nastavení a kontrola nulového směru		nad 20 ^{cc} korekce nulového směru nad 40 ^{cc} přeměření stanoviska		
po měření	rozdíl v poloze dvojice měření			≤10 mm	
	odchylka od průměru 3 a více měření			≤ 7 mm	
Kombinovaná metoda					
Platí kritéria měření polygonometrie a kontrolovaného rajónu					

1) Polygonometrie

Vypočet se provádí pomocí síťového vyrovnání MNČ, případně pomocí oboustranně orientovaného pořadu, pokud to konfigurace a rozmístění výchozích bodů umožňuje.

a) Oboustranně připojený a oboustranně orientovaný polygonový pořad

Kontrola polohového (U_p) a úhlového (U_u) uzávěru, kdy musí být splněny kritéria:

$U_p < 0,002 \times \sqrt{s}$ [m], kde s je délka pořadu v metrech,

$U_u < 25 \times \sqrt{n}$ [cc], kde n je počet bodů v polygonovém pořadu, včetně připojovacích.

b) Výpočet síťovým vyrovnáním MNC

Kontrola délkových a úhlových oprav (přepočtených z měřených délek na délkové hodnoty) měřených veličin z protokolu výpočtu síťového řešení, kdy 95% délkových a 95% úhlových oprav nesmí překročit **5 mm** a maximální oprava (směrová nebo délková) nesmí být větší než **7 mm**.

2) Postupné protínání

Kontrola na základě výpočtu definitivních souřadnic při síťovém řešení z výpočetního protokolu, kdy 95% délkových a 95% úhlových (přepočtených z měřených délek na délkové hodnoty) oprav měřených veličin nesmí překročit 5 mm a maximální oprava (směrová nebo délková) nesmí být větší než 8 mm.

3) Kontrolovaný rajón

Posuzuje se rozdíl v poloze vícenásobného určení bodu kontrolovaným rajónem z výchozích daných bodů, kdy rozdíl v poloze dvojího určení nesmí překročit **10 mm** nebo u 3 a více určení nesmí polohová odchylka od průměru překročit hodnotu **7 mm**.

4) Kombinovaná metoda

Platí kritéria stanovená na měření polygonometrie a kontrolovaného rajónu.

F.3.3 Přístrojové vybavení

Totální stanice, tropodstavcová souprava (stativy, optické centrovače, sada odrazných hranolu), minihranoly

F.3.3.1 Totální stanice

Pro měření polygonového pořadu je vyžadována přesná totální stanice, doporučeno je použít totální stanici s automatickým cílením.

Doporučená a minimální přesnost měřených veličin totálních stanic je stanovena podle požadavků na přesnost u jednotlivých metod měření, a to následovně:

Obr. F.5 - Požadavky na totální stanice

Metoda	Polygonový pořad (kontrolovaný rajón)		Postupné protínání	
	doporučená	minimální	doporučená	minimální
úhlová	1"	2"	-	3"
délková	2 + 2 ppm	2 + 2 ppm	-	3 + 3 ppm
Měření v e skupinách	Minimum - 3x (TS 1"), 4x (TS 2")		-	V první poloze

Přístroj musí mít platný kalibrační protokol (ne starší více než 3 roky, dle přílohy D tohoto předpisu).

F.3.3.2 Optické centrovače

Optické centrovače používané pro potřeby centrace nad body ŽBP musí umožňovat centraci s přesností do 1 mm. Je proto vyžadováno pravidelné ověřování centrovačů dle ČSN ISO 17123-7.

F.3.3.3 Sada odrazných hranolů, minihranoly

Používají se jen souosé (nikoli předsazených) hranoly s přesností cílení, centrace a udávané konstanty hranolu do 1 mm.

Použité minihranoly musí svou přesností (mechanickým provedením, svislostí a udané konstantě hranolu) vyhovovat požadavku na přesnost centrace do 2mm.

F.4 ZPRACOVÁNÍ

Výpočetní práce se provádějí v programech určených pro výpočet polygonových pořadů nebo výpočet geodetických sítí pomocí MNČ.

Výpočetní postupy musí být v souladu s tímto předpisem a příslušnými přílohami. Výpočetní protokoly musí deklarovat splnění stanovených kritérií přesnosti dle čl. F.3.2, kterými je zajištěn soulad s požadavky na přesnost dle čl. 6.2 základního předpisu.

Při zpracování se jako výchozí body pro výpočet volí podle čl. F.2.1.1 a F.2.1.2 v závislosti na stavu ŽBP a rozsahu měření. Pro údržbu a obnovu ŽBP je výběr výchozích bodů na základě posouzení stávajícího ŽBP řešen podle přílohy H.

F.4.1 Zpracování polygonometrie

Výpočet měření polygonového pořadu se provádí podle rozsahu měřeného ŽBP.

V případě výpočtu krátkých polygonových pořadů (cca 1 km, obvykle do vzdálenosti sousedních ZGB), kdy se jedná o oboustranně připojený, oboustranně orientovaný polygonový pořad, bez mezilehlých výchozích pevných bodů, je vhodné výpočet provádět polygonovým pořadem. V ostatních případech, především u dlouhých polygonových pořadů, se výpočet provádí pomocí síťového řešení MNČ.

F.4.1.1 Polygonový pořad – oboustranně orientovaný

Výpočet musí splňovat požadavky na přesnost dle čl. F.3.2.2, kdy se hodnotí mezní úhlové a polohové uzávěry pořadu.

Do výpočtu vstupují jako pevné vždy počáteční a koncový připojovací bod a dvojice orientačních bodů. Ostatní body jsou určované.

F.4.1.2 Síťové vyrovnaní metodou nejmenších čtverců

Výpočet musí splňovat požadavky na přesnost dle čl. F.3.2.2, kdy se hodnotí povolené opravy měřených veličin (vod. úhlů a délek).

F.4.2 Zpracování metody postupného protínání

Výpočet se provádí síťovým vyrovnaním MNČ měření, kdy jako pevné body jsou použity všechny vyhovující nově zaměřené případně zkontrolované body PS-ŽBP a SS-ŽBP.

Výpočet musí splňovat požadavky na přesnost dle čl. F.3.2.2, kdy se hodnotí povolené opravy měřených veličin (vod. úhlů a délek).

F.4.3 Zpracování kontrolovaného rajónu

Body zaměřené pomocí kontrolovaného rajónu se polohově případně výškově určují z již vypočtené základní sítě ŽBP (z polygonometrie). Výsledné souřadnice se získají na základě aritmetického průměru souřadnic určených jednotlivými rajóny, kdy musí platit kritéria dle čl. 3.2.2.

F.4.4 Zpracování kombinované metody

Nejprve se provádí výpočet polygonometrie dle čl. F.4.1, následně se provede výpočet bodů měřených bočně (kontrolovanými rajóny), kdy platí čl. F.4.3.

V případě, že jsou do výpočtu jako výchozí použity i body měřené bočně (PZB, ZZ nebo jiné výchozí body, např. body VS), je potřeba je do výpočtu polygonometrie zahrnout. V tom případě se vždy provádí síťový výpočet MNČ (čl. F.4.1.2).

F.4.5 Kontrola výšek zajišťovacích značek

Slouží k nezávislé kontrole nivelovaných výšek ZZ a výšek určených z výsledků síťového vyrovnaní MNČ metody postupného protínání nebo kombinované metody za předpokladu, že výchozí body pro nivelaci a terestrické měření jsou totožné body PS-ŽBP a SS-ŽBP. Rozdíl mezi nivelovanou a terestricky určenou výškou ZZ nesmí být větší než **5 mm**, viz příloha G.

F.5 FORMA PŘEDÁNÍ

Elaborát terestrického měření a zpracování, který je předáván příslušnému SŽBP, je součástí dokumentace ŽBP podle přílohy I (Dokumentace ŽBP).

Výsledný elaborátu terestrického měření strukturovaný dle přílohy I musí obsahovat:

- a) Popis a průběh terestrického měření (v technické zprávě)
 - informace o použité přístrojové technice,
 - časové údaje měření a informace o průběhu samotného měření,
 - Informace o použitých výpočetních programech a jejich nastavení, způsobu provedení výpočtu,
 - jména osob podílejících se na terestrickém měření a výpočtu.
- b) Podklady
 - seznam výchozích bodů s platnými souřadnicemi
- c) Měřená data
 - originální měřické zápisníky (textový formát, např. MAPA2 nebo jiný)
 - editované měřické zápisníky (textový formát, např. MAPA2 nebo jiný)
- d) Výpočetní protokoly
 - protokol síťového výpočtu MNČ (polygonového měření, metody postupného protínání)
 - protokol výpočtu polygonového pořadu (polygonové měření)
 - protokol výškového výpočtu ZZ
 - protokol (dokument) splnění kritérií přesností
 - seznam polohových souřadnic v S-JTSK určených bodů ŽBP

Ověřovací doložka konverze dokumentu

Ověřuji pod pořadovým číslem **2816053**, že tento dokument, který vznikl převedením vstupu v listinné podobě do podoby elektronické, skládající se z **8** listů, se doslovně shoduje s obsahem vstupu.

Ověřující osoba: **Jiří RÖSCHL**

Vystavil: **Správa železnic, státní organizace**

Datum: **01.07.2022 08:15:02**



651ce99b-bcf1-4931-a78c-9e7d2b0e6b1c