

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA SPECIÁLNÍ GEODÉZIE

STUDIJNÍ PROGRAM GEODÉZIE A KARTOGRAFIE



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

VYBRANÉ GEODETICKÉ PRÁCE PŘI REKONSTRUKCI TRAMVAJOVÉ
TRATĚ NA BUBENSKÉM NÁBŘEŽÍ

Vedoucí práce: Ing. Lenka Línková Ph.D.

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Sucharda	Jméno: David	Osobní číslo: 494148
Zadávající katedra: K154 - katedra speciální geodézie		
Studijní program: Geodézie a kartografie		
Studijní obor/specializace: _____		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Vybrané geodetické práce při rekonstrukci tramvajové tratě na Bubenečském nábřeží

Název bakalářské práce anglicky: Chosen geodetic works for the reconstruction of the tramway line on Bubenečské nábřeží

Pokyny pro vypracování:

V terénu se podílejte na provedení geodetických prací pro realizaci rekonstrukce tramvajové tratě na Bubenečském nábřeží. Terénní práce následně vhodnými metodami zpracujte. Pracemi se rozumí vytvoření vytyčovací sítě a vytyčení prvků tramvajové tratě.

Seznam doporučené literatury:

ČSN 73 0420-1 Přesnost vytyčování staveb – Část 1: Základní požadavky, ČNI, 2002.


ČSN 73 0420-2 Přesnost vytyčování staveb – Část 2: Vytyčovací odchylky, ČNI 2002.

Hampacher, M. - Štroner, M.: Zpracování a analýza měření v inženýrské geodézii. 2. vyd., Česká technika - nakladatelství ČVUT, Praha, 2015. ISBN 978-80-01-05843-5.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Lenka Línková, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 22. 2. 2023

Termín odevzdání BP v IS KOS: 22. 5. 2023
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

22. 02. 2023
Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Vybrané geodetické práce při rekonstrukci tramvajové trati na Bubenském nábřeží“ vypracoval samostatně pod vedením Ing. Lenky Línkové Ph.D. Při vypracování práce jsem využil uvedenou literaturu a zdroje.

V Praze dne 22.5.2023

.....

David Sucharda

Poděkování

Chtěl bych poděkovat mé vedoucí bakalářské práce Ing. Lence Línkové Ph.D. za odbornou pomoc, čas a užitečné rady k psaní a zpracování informací v mé bakalářské práci. Dále chci poděkovat firmě Hrdlička spol. s r.o. za příležitost se podílet na této práci, zvláště bych chtěl poděkovat Ing. Martinu Podlahovi za nápad na téma bakalářské práce a Ing. Lukáši Klementovi za poskytnutí dat a věnovaný čas. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat rodině a přátelům za podporu a trpělivost po celou dobu studia na Stavební fakultě ČVUT.

Abstrakt

Cílem této bakalářské práce je přiblížit postup prací geodeta při rekonstrukci tramvajové trati, počínaje budováním vytyčovací sítě, vytyčovacími pracemi a vyhotovením konečných výstupů. Práce probíhaly na Bubenském nábřeží v okolí Holešovické tržnice. V úvodu je uvedený krátký postup na počátku stavebních prací a informace o stavbě. Následující části popisují přípravné části, měření v terénu a zpracování měření. Výsledkem bylo vyhotovení vytyčovací sítě a porovnání výsledků z programů Groma a GNU Gama, vyhotovení číselné a grafické dokumentace, která obsahovala vytyčovací protokoly, seznamy souřadnic a vytyčovací náčrty.

Klíčová slova

Totalní stanice, nivelace, vytyčovací síť, GNU Gama, Groma, vytyčení polární metodou, kovarianční matice, osa koleje, tramvajová trať

Abstract

The aim of this bachelor thesis is to present the workflow of a surveyor during the reconstruction of a tramway line, starting with the construction of the alignment network, the alignment works and the preparation of the final outputs. The work was carried out on the Bubenské nábřeží in the vicinity of the Holešovice Market Hall. The introduction gives a brief description of the beginning of the works and information about the construction. The following sections describe the preparatory parts, field measurements and processing of measurements. As a result, a plotting network was drawn up and the results from Groma and GNU Gama were compared, and numerical and graphical documentation was produced, which included plotting reports, coordinate lists and plotting sketches.

Keywords

Total station, levelling, alignment network, GNU Gama, Groma, polar method alignment, covariance matrix, track axis, tramline

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Popis lokality.....	2
3 Přístrojové vybavení.....	3
3.1 Totální stanice Trimble S9 HP	3
3.2 Nivelační přístroj Trimble DiNi	4
4 Programové vybavení.....	4
4.1 Groma v.13.....	4
4.2 GNU Gama.....	5
4.3 Microstation CONNECT Edition.....	5
4.4 Microsoft Excel	5
4.5 MATLAB	5
5 Budování primární vytyčovací sítě	6
5.1 Polohová část sítě	6
5.1.1 Vyrovnání polohové geodetické sítě	6
5.1.2 Princip výpočtu polohového vyrovnání vázané sítě.....	8
5.1.3 Vyrovnání v programu Groma	10
5.1.4 Vyrovnání v programu GNU Gama	13
5.1.5 Porovnání programů a výsledků vyrovnání	15
5.2 Výšková část sítě	17
5.3 Výsledné souřadnice vytyčovací sítě	20
6 Vytyčovací práce.....	22
6.1 Profil vytyčovaného úseku	23
6.2 Přesnost vytyčení polární metodou	24
6.3 Výpočet přesnosti vytyčení polární metodou	25
7 Závěr.....	26
Seznam zdrojů	27
Seznam obrázků	28
Seznam tabulek	29
Seznam tištěných příloh	30
Seznam elektronických příloh.....	31

1 Úvod

Cílem této bakalářské práce je seznámit se s vybranými činnostmi geodeta při rekonstrukci tramvajových tratí. Toto téma jsem si vybral, jelikož mě zajímají liniové dopravní stavby a v neposlední řadě se na tento typ staveb zaměřuje firma Hrdlička spol. s r.o., kde již rok pracuji jako brigádník.

V první fázi bylo třeba zmapovat lokalitu, kde rekonstrukce probíhá, a to včetně vyhledání a zaměření inženýrských sítí. V případě této práce bylo toto zaměření převzato od externí firmy. Z takto zaměřených dat je následně vyhotoven výkres situace. Výkres byl brán jakožto podklad pro projekt. Poté následuje proces, kdy investor a projektant získávají povolení. Jakmile jsou schválena všechna povolení projektant vyhotoví projekt na základě výkresu situace. Vyhotovený projekt následně převezme geodet a vytyčí v terénu.

Hlavním účelem této stavby bylo vyrovnání směrových deformací koleje způsobené vlastním tramvajovým provozem a pojížděním tramvajového tělesa nekolejovými vozidly. Celková délka rekonstruovaného úseku byla 900 m. Mezi ulicemi Argentinská a Komunardů došlo k dílčím posunům, aby bylo možné rozšířit chodník na jižní straně nábřeží. Celková délka upravovaného úseku byla 600 m. Součástí této stavby bylo i posunutí tramvajové zastávky Pražská tržnice. V celém úseku stavby došlo k výměně sloupů trakčního vedení.

Tato práce se věnuje geodetickým pracím na úseku mezi ulicemi Argentinská a Komunardů. Mezi geodetické činnosti související s tímto úsekem patří příprava a realizace vytyčovací sítě, včetně kontroly existujících bodů, vyrovnání sítě, vytyčení projektované polohy koleje a zpracování veškeré dokumentace k vytyčení.

Výsledkem této bakalářské práce jsou tabulky z vyrovnání vytyčovací sítě a porovnání dvojího vyrovnání v programech Groma a GNU Gama, které vykazovalo minimální odchylky. Mezi další výsledky se řadí zpracování vytyčovací dokumentace.

2 Popis lokality

Rekonstrukce tramvajové trati probíhala v ulici Bubenské nábřeží. Začátek stavby se nacházel na stycích výhybek u zastávky Vltavská, konec stavby se nacházel přibližně na počátku levostranného směrového oblouku do ulice Komunardů. Od začátku úseku po ulici Argentinská došlo k vyrovnání deformací kolejí, od ulice Argentinská po ulici Komunardů došlo k dílčím posunům tratě, aby bylo možné rozšířit chodník na jižní straně nábřeží. Firma Hrdlička spol. s r.o. se podílela na II. etapě této rekonstrukce, která se věnovala převážně úseku mezi ulicemi Argentinská a Komunardů (Obr. 1).



Obr. 1 – Vymezení stavby, mezi body 1-2 [1]

3 Přístrojové vybavení

Ve firmě Hrdlička používáme přístroje od firmy Trimble. Pověštinou využíváme robotické totální stanice, které se ovládají pomocí kontroleru, který lze rovněž připojit k přijímačům GNSS od firmy Trimble. V tomto případě byla použita totální stanice Trimble S9 HP s kontrolerem TSC3, který disponuje softwarem Trimble Access [2].

3.1 Totální stanice Trimble S9 HP

K měření bodového pole a následným vytyčovací pracím byla použita totální stanice Trimble S9 HP [3]. Jedná se o robotickou totální stanici, která obsahuje dálkoměr nejvyšší přesnosti typu DR HR. Vysoká přesnost je rovněž zajištěna množstvím přídavných technologií, jako LongRange, FineLock nebo SurePoint, která zajišťuje snížení chyb v cílení v nepříznivých podmínkách. Firma tuto totální stanici využívá na přesné práce v inženýrské geodézii.



Obr. 2 - Totální stanice Trimble S9 HP [3]

Tab. 1 – Technické parametry totální stanice Trimble S9 HR [3]

Technické parametry Trimble S9 HP	
Úhlová přesnost	0.3 mgon
Typ senzoru	Absolutní snímač s diametrálním čtením
Přesnost dálkoměru na hranol v režimu Standard	1 mm + 1 ppm
Dosah dálkoměru	3000 m
Zdroj světla	Laserová dioda 660 nm
Nejkratší možná vzdálenost	1.5 m
Kompenzátor	centrovaný – dvojosý
Přesnost kompenzátoru	0.5"

3.2 Nivelační přístroj Trimble DiNi

Nivelační přístroj Trimble DiNi je přístroj určený pro přesnou nivelaci. Přístroj je vybavený optikou Carl Zeiss se 32násobným zvětšením dalekohledu. Další předností přístroje je jeho robustní konstrukce a stabilní kompenzátor. Přístroj umožňuje i měření za snížené viditelnosti nebo při umělém osvětlení. Minimální viditelný úsek na lati pro digitální odečítání činí 30 cm. Přístroj také umožňuje vyrovnání nivelačního pořadu přímo v terénu.

Standartní přesnost přístroje na 1 km činí $\pm 0,3$ mm. [4]



Obr. 3 - Digitální nivelační přístroj Trimble DiNi 0.3 [4]

4 Programové vybavení

4.1 Groma v.13

Groma je geodetický systém pracující v prostředí MS Windows. Systém je určen ke komplexnímu zpracování geodetických dat od surových údajů přenesených z totální stanice až po výsledné seznamy souřadnic, výpočetní protokoly a kontrolní kresbu. [5]

V této práci byla Groma využita pro výpočty přibližných souřadnic vytyčovací sítě polární metodou, vyrovnání vytyčovací sítě se znázorněním elips chyb pomocí funkce kontrolní kresby. Více viz. kapitola 5.1.3

4.2 GNU Gama

GNU Gama je projekt věnovaný vyrovnání geodetických volných sítí (akronym Gama je vytvořen ze slov geodézie a mapování). GNU Gama je napsána v C++ a v současnosti podporuje vyrovnání v lokální kartézské soustavě 1D/2D/3D, vyrovnání v geocentrickém souřadném systému je součástí vývojové větve. [6]

Program se spouští přes příkazovou řádku, ale k programu existuje i grafické rozhraní, to však v této práci nebylo využito. Program umožňuje vyrovnání volných/vázaných sítí, do výpočtu je možno zahrnout vodorovné i šikmé délky, vodorovné směry, převýšení. V programu lze také upravovat přesnost jednotlivých měřených veličin a tím potlačit vliv odlehlých měření.

4.3 Microstation CONNECT Edition

Microstation CONNECT Edition je CAD program vyvíjený firmou Bentley. Program podporuje práci se standardními CAD formáty, jako jsou .dxf, .dgn a .dwg. Dále je v tomto programu možno upravovat rastrová data, data z laserového skenování a ostatní 3D data. [7]

Program byl v této práci využit pro tvorbu náčrtů pro vytyčovací výkresy.

4.4 Microsoft Excel

Microsoft Excel je všestranný tabulkový program od firmy Microsoft, který je napsaný v programovacím jazyce C++. [8] V této práci byl program využit k výpočtu nivelace a formátování výstupů.

4.5 MATLAB

MATLAB je programovací jazyk s interaktivním grafickým prostředím, který pracuje na principu matic a polí. Obsahuje Live Editor pro vytváření skriptů, které kombinují kód, výstup a formátovaný text ve spustitelném sešitu. [9]

Program byl v práci využit pro výpočet přesnosti vytyčení pomocí zákona hromadění směrodatných odchylek.

5 Budování primární vytyčovací sítě

Na místě stavby již existovalo bodové pole, nicméně v I. etapě rekonstrukce došlo k odstranění některých sloupů trakčního vedení, na kterých byla značná část bodů bodového pole. Bylo tedy nutné toto bodové pole doplnit, zároveň provést kontrolní měření na stávající body a následně celou síť vyrovnat. Výsledný soubor tedy obsahoval měření mezi body stávající vytyčovací sítě a zaměřené nových bodů vytyčovací sítě. Z tohoto souboru byly vypočteny přibližné souřadnice všech nových bodů sítě, síť byla následně polohově vyrovnána v programech Groma [5] a GNU Gama [6].

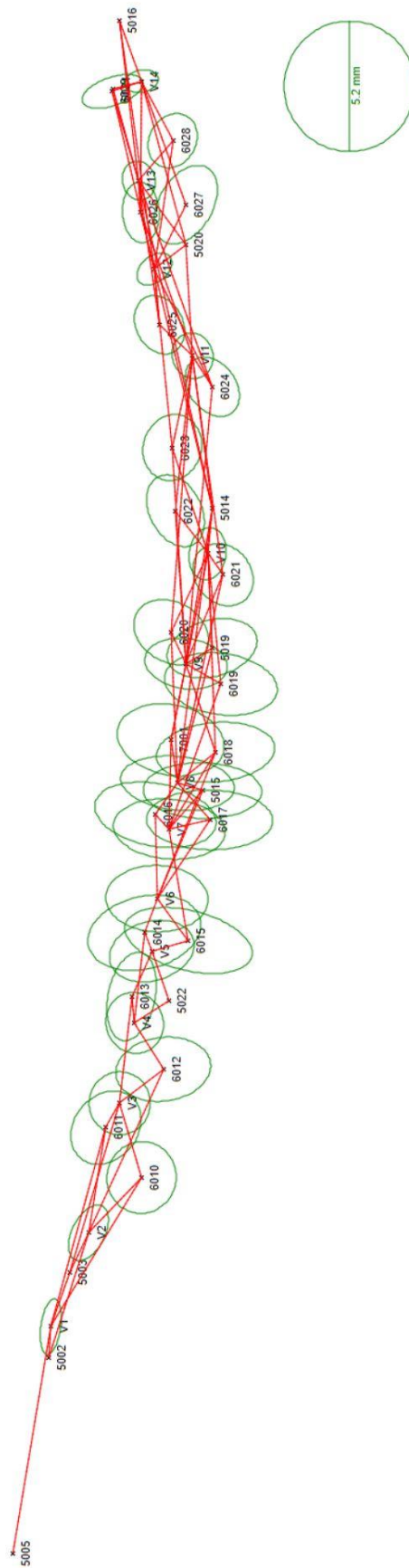
Výškově byla část sítě zaměřena pomocí technické nivelace, u zbylých bodů byla výška určena trigonometricky.

5.1 Polohová část sítě

Zaměření sítě probíhalo metodou volných stanovisek, celkem bylo měřeno ze 14 volných stanovisek. Jelikož se jednalo o síť pro liniovou stavbu, neměla zcela vhodnou konfiguraci, proto bylo třeba vysokého počtu nadbytečných měření. V takovém případě bylo třeba provést vyrovnání a získat tak přesnější a spolehlivější výsledky.

5.1.1 Vyrovnání polohové geodetické sítě

Ze zaměřených dat byly vypočteny přibližně souřadnice. Jelikož se jednalo o doplnění stávajícího bodového pole, byla síť vyrovnávána jako vázaná. Jako fixní body byly brány body původního bodového pole, konkrétně se jednalo o vybraných osm bodů 50xx. Nejprve byla síť vyrovnána se všemi měřeními. Po prvotním vyrovnání program označil měření, které překročili mezní rozdíl, tyto měření byly poté z vyrovnání vyloučeny. Hodnoty mezních rozdílů byly definovány jako 0.0500 gon pro směry a 0.200 m pro délky (Obr. 5). Došlo k opětovnému vyrovnání, již bez vyloučených hodnot. Celkem tedy síť obsahovala 45 bodů, 8 z nich bylo bráno jako fixních (původní body 50xx), 14 bodů představovala přechodná volná stanoviska, ze kterých byla síť zaměřena. a 23 určených bodů. Součástí sítě byl i bod 7001, který byl součástí nivelačního pořadu. V síti bylo celkem 99 měřených délek a 99 měřených směrů, celkem bylo v síti 110 nadbytečných měření. Vyrovnání s těmito daty bylo provedeno v programech Groma a GNU Gama. Výsledná konfigurace sítě je patrná na (Obr. 4).



Obr. 4 – Zobrazení konfigurace sítě s elipsami chyb

5.1.2 Princip výpočtu polohového vyrovnání vázané sítě

Měřenými veličinami obvykle jsou vodorovný směr φ_{ij} , jakožto součást osnova měřených směrů, vodorovná délka d_{ij} , kde i označuje stanovisko, j cíl nebo levé rameno vodorovného úhlu. Neznámými v tomto případě jsou souřadnice bodů $[X \ Y]$ a orientační posuny o_p .

Vektor neznámých potom vypadá následovně:

$$X = (X_1 \ Y_1 \ X_2 \ Y_2 \ \dots \ X_n \ Y_n \ o_1 \ \dots \ o_p)^T, \quad (5.1)$$

kde n označuje počet bodů sítě, p počet stanovisek, na kterých byla měřena osnova směrů.

Vektor m měření:

$$l = (\varphi_1 \ \varphi_2 \ \dots \ \varphi_m \ d_1 \ d_2 \ \dots \ d_m)^T. \quad (5.2)$$

Rovnice jednotlivých typů měření mají tvar:

$$\varphi_{ij} = \arctan\left(\frac{Y_j - Y_i}{X_j - X_i}\right) + o_p + o_k, \quad (5.3)$$

$$d_{ij} = \sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2}, \quad (5.4)$$

kde o_p označuje orientační posun příslušné osnova směrů, o_k opravu kvadrantu směrníku.

Matice derivací A :

$$A = \begin{pmatrix} \frac{\partial t_1}{\partial X_1} & \frac{\partial t_1}{\partial Y_1} & \frac{\partial t_1}{\partial X_2} & \frac{\partial t_1}{\partial Y_2} & \frac{\partial t_1}{\partial X_n} & \frac{\partial t_1}{\partial Y_n} & \frac{\partial t_1}{\partial o_1} & \frac{\partial t_1}{\partial o_p} \\ \frac{\partial t_2}{\partial X_1} & \frac{\partial t_2}{\partial Y_1} & \frac{\partial t_2}{\partial X_2} & \frac{\partial t_2}{\partial Y_2} & \dots & \frac{\partial t_2}{\partial X_n} & \frac{\partial t_2}{\partial Y_n} & \frac{\partial t_2}{\partial o_1} & \dots & \frac{\partial t_2}{\partial o_p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{\partial t_m}{\partial X_1} & \frac{\partial t_m}{\partial Y_1} & \frac{\partial t_m}{\partial X_2} & \frac{\partial t_m}{\partial Y_2} & \frac{\partial t_m}{\partial X_n} & \frac{\partial t_m}{\partial Y_n} & \frac{\partial t_m}{\partial o_1} & \frac{\partial t_m}{\partial o_p} \end{pmatrix}, \quad (5.5)$$

kde hodnoty t značí jednotlivá měření seřazená dle matice l .

Matice vah P je diagonální maticí s příslušnými váhami na hlavní diagonále:

$$P = \text{diag}(p_1 \ p_2 \ \dots \ p_m), \text{ kde } p_i = \frac{\sigma_0^2}{\sigma_i^2}. \quad (5.6)$$

Rovnice pro vyrovnání potom vypadají následovně:

Vektor redukovaných měření l' :

$$l' = f(X_0) - l, \quad (5.7)$$

kde $f(X_0)$ značí měření vypočtené z přibližných neznámých, l vektor měření.

Výpočet přírůstků neznámých dx – řešení normálních rovnic:

$$dx = -(A^T \cdot P \cdot A)^{-1} \cdot A^T \cdot P \cdot l', \quad (5.8)$$

Vektor oprav v :

$$v = A \cdot dx + l'. \quad (5.9)$$

Směrodatná odchylka jednotková aposteriorní:

$$s_0 = \sqrt{\frac{v^T \cdot P \cdot v}{n-k}}. \quad (5.10)$$

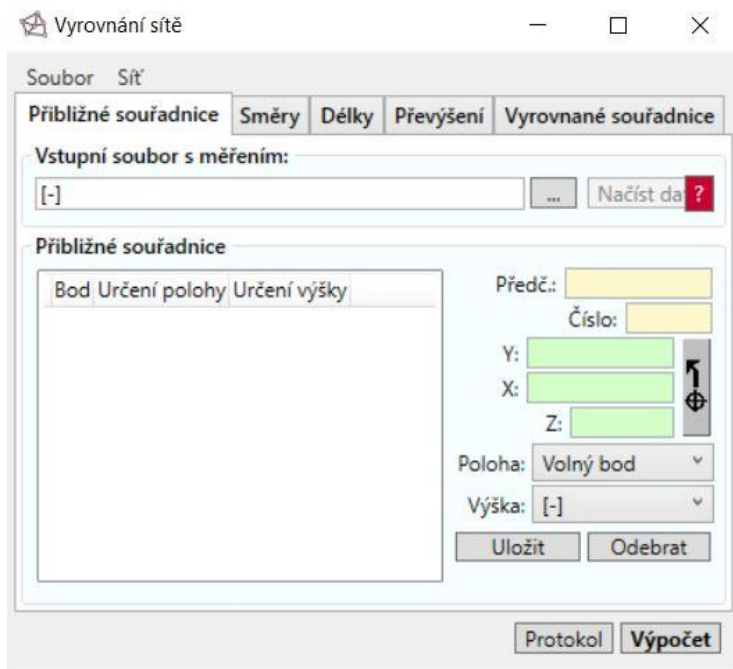
Kovarianční matice vyrovnaných neznámých:

$$M = s_0^2 \cdot (A^T \cdot P \cdot A)^{-1}. \quad (5.11)$$

Vzorce byly převzaty z [10].

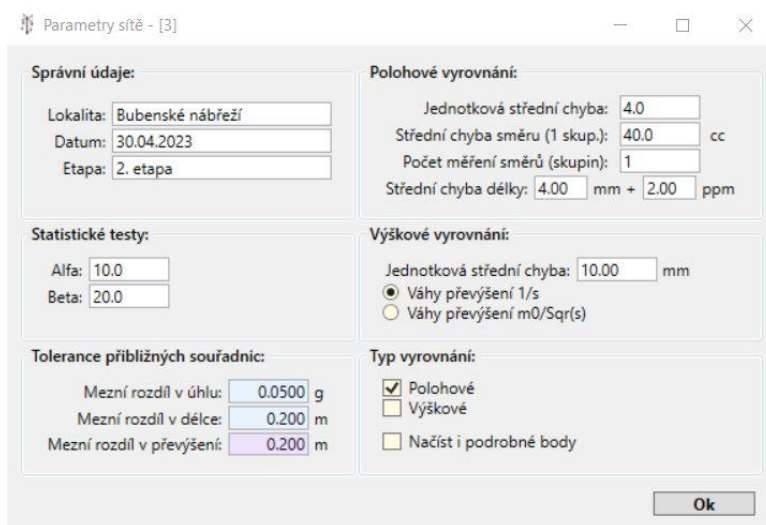
5.1.3 Vyrovnání v programu Groma

Pro vyrovnání sítě je v programu Groma [5] doplňkový modul *Vyrovnání sítě*. Po spuštění modulu došlo k načtení měření a úpravě vstupních hodnot dle předchozí kapitoly 5.1.1.



Obr. 5 – Vyrovnání sítě Groma [5]

Dalším důležitým krokem bylo nastavení parametrů sítě. Došlo k nastavení přesnosti měření, které v tomto případě neodpovídalo přesnosti přístroje. Pro délku bylo počítáno s odchylkou 4 mm + 2 ppm a pro směry s odchylkou 40^{cc}.



Obr. 6 – Okno pro zadávání parametrů sítě v programu Groma

Výsledné hodnoty z programu Groma:

Tab. 2 – Parametry sítě – Groma

Parametry sítě	
Počet bodů v síti	45
Počet pevných bodů	8
Počet určovaných bodů	37
Počet měřených délek	99
Počet měřených směrů	99
Počet všech pozorování	198
Počet nadbytečných pozorování	110
Způsob připojení sítě	Vázaná síť
Základní střední chyba m_0 apriorní	4
Základní střední chyba m_0 aposteriorní	4.46
m_0 aposteriorní / m_0 apriorní	1.12
Průměrná střední chyba vyrovnané délky	2.43 mm
Střední souřadnicová chyba m_{xy}	2.86 mm

Tab. 3 – Výsledné hodnoty vyrovnaní z programu Groma

Číslo bodu	Vyrovnané souřadnice		Směrodatné odchylky			Parametry elips		
	Y [m]	X [m]	m_y [mm]	m_x [mm]	m_{xy} [mm]	a [mm]	b [mm]	ϕ [gon]
5015	740905.8951	1042068.6887	2.24	4.74	3.71	2.24	4.74	1.48
5019	740847.2853	1042072.6682	2.38	3.60	3.05	2.26	3.68	182.91
6010	741065.2026	1042043.6490	2.88	2.77	2.83	2.76	2.89	115.34
6011	741044.6740	1042029.0233	2.94	2.81	2.88	2.53	3.18	143.48
6012	741020.6131	1042052.5608	2.58	3.80	3.25	2.55	3.82	191.51
6013	740990.6506	1042039.5488	3.54	1.98	2.87	1.88	3.59	112.88
6014	740964.3862	1042044.8137	3.03	4.53	3.85	2.91	4.60	184.82
6015	740967.5975	1042062.9114	2.65	5.10	4.07	2.40	5.23	15.53
6016	740915.8319	1042049.3447	2.63	4.86	3.91	2.51	4.92	11.82
6017	740917.9470	1042071.6307	2.39	5.05	3.95	2.39	5.05	0.88
6018	740890.0760	1042074.0995	2.41	4.73	3.76	2.39	4.75	194.37
6019	740861.9802	1042076.2547	2.51	4.52	3.65	2.45	4.55	8.71
6020	740840.6276	1042055.8265	2.61	3.00	2.81	2.40	3.17	33.09
6021	740816.9789	1042077.1666	2.49	2.41	2.45	2.21	2.66	55.95
6022	740790.6319	1042057.6201	2.88	2.31	2.61	2.07	3.06	69.64
6023	740764.6087	1042056.2876	2.65	2.36	2.51	2.33	2.68	119.06
6024	740739.5591	1042072.7271	2.37	2.17	2.27	1.88	2.61	59.14
6025	740714.0411	1042051.0444	2.35	2.01	2.19	1.87	2.46	69.12
6026	740667.7604	1042043.4062	2.42	1.47	2.01	1.47	2.43	96.27
6027	740664.6080	1042061.8101	3.16	2.54	2.86	2.15	3.43	133.62
6028	740638.2252	1042056.4530	2.18	1.97	2.07	1.86	2.27	132.85
6029	740617.9269	1042031.7222	1.35	2.43	1.97	1.13	2.54	178.81
7001	740885.0100	1042055.6285	2.90	4.28	3.66	2.82	4.34	13.08

V Tab. 4 byly porovnány přibližné a vyrovnané souřadnice, jejich rozdíl byl určen jako *přibližné – vyrovnané*.

Tab. 4 – Porovnání přibližných a vyrovnaných souřadnic z programu Groma

Číslo bodu	Přibližné souřadnice		Vyrovnané souřadnice		Rozdíl	
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	ΔY [mm]	ΔX [mm]
5015	740905.9010	1042068.6690	740905.8951	1042068.6887	5.9	-19.7
5019	740847.2870	1042072.6640	740847.2853	1042072.6682	1.7	-4.2
6010	741065.2075	1042043.6461	741065.2026	1042043.6490	4.9	-2.9
6011	741044.6772	1042029.0200	741044.6740	1042029.0233	3.2	-3.3
6012	741020.6173	1042052.5561	741020.6131	1042052.5608	4.2	-4.7
6013	740990.6625	1042039.5422	740990.6506	1042039.5488	11.9	-6.6
6014	740964.3984	1042044.8043	740964.3862	1042044.8137	12.2	-9.4
6015	740967.6079	1042062.8942	740967.5975	1042062.9114	10.4	-17.2
6016	740915.8542	1042049.3154	740915.8319	1042049.3447	22.3	-29.3
6017	740917.9586	1042071.6028	740917.9470	1042071.6307	11.6	-27.9
6018	740890.0887	1042074.0681	740890.0760	1042074.0995	12.7	-31.4
6019	740861.9883	1042076.2076	740861.9802	1042076.2547	8.1	-47.1
6020	740840.6387	1042055.7874	740840.6276	1042055.8265	11.1	-39.1
6021	740816.9861	1042077.1220	740816.9789	1042077.1666	7.2	-44.6
6022	740790.6439	1042057.5928	740790.6319	1042057.6201	12.0	-27.3
6023	740764.6156	1042056.2710	740764.6087	1042056.2876	6.9	-16.6
6024	740739.5726	1042072.7182	740739.5591	1042072.7271	13.5	-8.9
6025	740714.0464	1042051.0439	740714.0411	1042051.0444	5.3	-0.5
6026	740667.7652	1042043.4166	740667.7604	1042043.4062	4.8	10.4
6027	740664.6178	1042061.8105	740664.6080	1042061.8101	9.8	0.4
6028	740638.2349	1042056.4570	740638.2252	1042056.4530	9.7	4.0
6029	740617.9314	1042031.7299	740617.9269	1042031.7222	4.5	7.7
7001	740885.0256	1042055.5903	740885.0100	1042055.6285	15.6	-38.2

5.1.4 Vyrovnání v programu GNU Gama

Po vyrovnání v programu Groma byla veškerá měření přepsána do vstupního souboru pro program GNU Gama [6] ve formátu .txt. Program Gama pracuje se vstupními daty v programovacím jazyce XML, proto bylo nutné dbát na všechny náležitosti tohoto jazyku.

```
<parameters
  sigma-apr = "4.000"
  conf-pr = "0.950"
  tol-abs = "1000.000"
  sigma-act = "apriori"/>

<points-observations
  direction-stdev="40"
  distance-stdev="4">

<point id= "5002" x="1042005.6270" y="741139.4510" fix="XY" />
<point id= "5003" x="1042014.3540" y="741104.2640" fix="XY" />
<point id= "5005" x="1041990.7560" y="741220.2750" fix="XY" />
```

Obr. 7 – Ukázka vstupního souboru do programu GNU Gama

Dalším krokem bylo načtení vstupního souboru do programu a spuštění programu. Vše bylo provedeno skrze příkazový řádek. Po proběhnutí vyrovnání program vygeneroval tři soubory, první soubor tvořil protokol z vyrovnání ve formátu .txt, druhý soubor ve formátu .xml obsahoval poloviční kovarianční matici s hodnotami na hlavní diagonále a hodnotami nad hlavní diagonálou, třetí soubor s koncovkou .opr obsahoval seznam oprav.

Výsledné hodnoty z programu GNU Gama:

Tab. 5 – Parametry sítě – GNU Gama

Parametry sítě	
Počet bodů v síti	45
Počet fixních bodů	8
Počet určovaných bodů	37
Počet měřených délek	99
Počet měřených směrů	99
Počet všech pozorování	198
Počet nadbytečných pozorování	110
Způsob připojení sítě	Vázaná síť
Základní střední chyba m_0 apriorní	4
Základní střední chyba m_0 aposteriorní	4.53
m_0 aposteriorní / m_0 apriorní	1.12
Střední polohová chyba m_p	3.4 mm
Střední souřadnicová chyba m_{xy}	2.66 mm

Tab. 6 – Výsledné hodnoty vyrovnání z programu GNU Gama

Číslo bodu	Vyrovnané souřadnice		Směrodatné odchylky		Parametry elips		
	Y [m]	X [m]	mp [mm]	mxy [mm]	a [mm]	b [mm]	ϕ [gon]
5015	740905.8949	1042068.6886	4.7	3.3	4.2	2.0	1.6
5019	740847.2853	1042072.6681	3.8	2.7	3.3	2.0	183.4
6010	741065.2027	1042043.6489	3.5	2.5	2.5	2.5	108.5
6011	741044.6742	1042029.0232	3.6	2.5	2.8	2.3	145.8
6012	741020.6131	1042052.5608	4.1	2.9	3.4	2.3	192.4
6013	740990.6506	1042039.5488	3.6	2.5	3.2	1.7	112.9
6014	740964.3863	1042044.8136	4.8	3.4	4.1	2.6	185.0
6015	740967.5974	1042062.9113	5.1	3.6	4.6	2.1	15.5
6016	740915.8317	1042049.3446	4.9	3.5	4.4	2.2	11.6
6017	740917.9468	1042071.6306	5.0	3.5	4.5	2.1	1.0
6018	740890.0759	1042074.0994	4.7	3.3	4.2	2.1	194.6
6019	740861.9801	1042076.2546	4.6	3.2	4.1	2.2	8.5
6020	740840.6274	1042055.8264	3.5	2.5	2.8	2.1	31.3
6021	740816.9788	1042077.1665	3.1	2.2	2.4	2.0	52.6
6022	740790.6319	1042057.6201	3.3	2.3	2.7	1.8	68.6
6023	740764.6087	1042056.2877	3.1	2.2	2.3	2.1	123.6
6024	740739.5591	1042072.7271	2.8	2.0	2.3	1.7	57.5
6025	740714.0411	1042051.0444	2.7	1.9	2.2	1.7	68.0
6026	740667.7604	1042043.4062	2.5	1.8	2.1	1.3	96.5
6027	740664.6080	1042061.8101	3.6	2.5	3.0	1.9	134.3
6028	740638.2252	1042056.4530	2.6	1.8	2.0	1.7	134.3
6029	740617.9269	1042031.7222	2.5	1.8	2.3	1.0	178.8
7001	740885.0098	1042055.6284	4.6	3.2	3.9	2.5	12.7

V Tab. 7 byly porovnány přibližné a vyrovnané souřadnice, jejich rozdíl byl určen jako *přibližné – vyrovnané*.

Tab. 7 – Porovnání přibližných a vyrovnaných souřadnic z programu GNU Gama

Číslo bodu	Přibližné souřadnice		Vyrovnané souřadnice		Rozdíl	
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	ΔY [mm]	ΔX [mm]
5015	740905.9010	1042068.6690	740905.8949	1042068.6886	6.1	-19.6
5019	740847.2870	1042072.6640	740847.2853	1042072.6681	1.7	-4.1
6010	741065.2075	1042043.6461	741065.2027	1042043.6489	4.8	-2.7
6011	741044.6772	1042029.0200	741044.6742	1042029.0232	3.0	-3.2
6012	741020.6173	1042052.5561	741020.6131	1042052.5608	4.2	-4.7
6013	740990.6625	1042039.5422	740990.6506	1042039.5488	11.9	-6.6
6014	740964.3984	1042044.8043	740964.3863	1042044.8136	12.1	-9.3
6015	740967.6079	1042062.8942	740967.5974	1042062.9113	10.5	-17.1
6016	740915.8542	1042049.3154	740915.8317	1042049.3446	22.5	-29.2
6017	740917.9586	1042071.6028	740917.9468	1042071.6306	11.8	-27.8
6018	740890.0887	1042074.0681	740890.0759	1042074.0994	12.8	-31.3
6019	740861.9883	1042076.2076	740861.9801	1042076.2546	8.2	-47.0
6020	740840.6387	1042055.7874	740840.6274	1042055.8264	11.3	-39.0
6021	740816.9861	1042077.1220	740816.9788	1042077.1665	7.3	-44.5
6022	740790.6439	1042057.5928	740790.6319	1042057.6201	12.0	-27.3
6023	740764.6156	1042056.2710	740764.6087	1042056.2877	6.9	-16.7
6024	740739.5726	1042072.7182	740739.5591	1042072.7271	13.5	-8.9
6025	740714.0464	1042051.0439	740714.0411	1042051.0444	5.3	-0.5
6026	740667.7652	1042043.4166	740667.7604	1042043.4062	4.8	10.4
6027	740664.6178	1042061.8105	740664.6080	1042061.8101	9.8	0.5
6028	740638.2349	1042056.4570	740638.2252	1042056.4530	9.7	4.0
6029	740617.9314	1042031.7299	740617.9269	1042031.7222	4.5	7.7
7001	740885.0256	1042055.5903	740885.0098	1042055.6284	15.8	-38.1

5.1.5 Porovnání programů a výsledků vyrovnání

Program Groma nabízí díky jednoduchému grafickému rozhraní možnost snadno vypínat jednotlivá měření k nalezení optimálního souboru měření, proto bylo nejprve provedeno vyrovnání v tomto programu. Oproti tomu program GNU Gama tuto skutečnost řeší přiřazením přesnosti jednotlivým měřením, což je ovšem dosti pracné, každopádně z hlediska vyrovnávacího počtu správné. Program GNU Gama nabízí oproti Gromě přehlednější výsledky, včetně kovarianční matice, informací o iteračním výpočtu jako součást protokolu a informací o statistických testech. Co se výsledných hodnot týče, tak se od sebe nijak zvláště nelišily, největší rozdíl činil 0.2 mm (Tab. 8).

Porovnání výsledků z programů Groma a GNU Gama byl jedním z dílčích cílů této práce.

Tab. 8 – Porovnání vyrovnaných souřadnic z programů Groma a GNU Gama

Číslo bodu	Program GROMA		Program GNU Gama		Rozdíl	
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	ΔY [mm]	ΔX [mm]
5015	740905.8951	1042068.6887	740905.8949	1042068.6886	0.2	0.1
5019	740847.2853	1042072.6682	740847.2853	1042072.6681	0.0	0.1
6010	741065.2026	1042043.6490	741065.2027	1042043.6489	-0.1	0.1
6011	741044.6740	1042029.0233	741044.6742	1042029.0232	-0.2	0.1
6012	741020.6131	1042052.5608	741020.6131	1042052.5608	0.0	0.0
6013	740990.6506	1042039.5488	740990.6506	1042039.5488	0.0	0.0
6014	740964.3862	1042044.8137	740964.3863	1042044.8136	-0.1	0.1
6015	740967.5975	1042062.9114	740967.5974	1042062.9113	0.1	0.1
6016	740915.8319	1042049.3447	740915.8317	1042049.3446	0.2	0.1
6017	740917.9470	1042071.6307	740917.9468	1042071.6306	0.2	0.1
6018	740890.0760	1042074.0995	740890.0759	1042074.0994	0.1	0.1
6019	740861.9802	1042076.2547	740861.9801	1042076.2546	0.1	0.1
6020	740840.6276	1042055.8265	740840.6274	1042055.8264	0.2	0.1
6021	740816.9789	1042077.1666	740816.9788	1042077.1665	0.1	0.1
6022	740790.6319	1042057.6201	740790.6319	1042057.6201	0.0	0.0
6023	740764.6087	1042056.2876	740764.6087	1042056.2877	0.0	-0.1
6024	740739.5591	1042072.7271	740739.5591	1042072.7271	0.0	0.0
6025	740714.0411	1042051.0444	740714.0411	1042051.0444	0.0	0.0
6026	740667.7604	1042043.4062	740667.7604	1042043.4062	0.0	0.0
6027	740664.6080	1042061.8101	740664.6080	1042061.8101	0.0	0.1
6028	740638.2252	1042056.4530	740638.2252	1042056.4530	0.0	0.0
6029	740617.9269	1042031.7222	740617.9269	1042031.7222	0.0	0.0
7001	740885.0100	1042055.6285	740885.0098	1042055.6284	0.2	0.1

Rozdíl byl určen jako *vyrovnané Groma* – *vyrovnané GNU Gama*.

Tab. 9 – Porovnání elips chyb z programů Groma a GNU Gama

Číslo bodu	Program GROMA			Program GNU Gama		
	a [mm]	b [mm]	φ [gon]	a [mm]	b [mm]	φ [gon]
5015	2.24	4.74	1.48	4.2	2.0	1.6
5019	2.26	3.68	182.91	3.3	2.0	183.4
6010	2.76	2.89	115.34	2.5	2.5	108.5
6011	2.53	3.18	143.48	2.8	2.3	145.8
6012	2.55	3.82	191.51	3.4	2.3	192.4
6013	1.88	3.59	112.88	3.2	1.7	112.9
6014	2.91	4.60	184.82	4.1	2.6	185.0
6015	2.40	5.23	15.53	4.6	2.1	15.5
6016	2.51	4.92	11.82	4.4	2.2	11.6
6017	2.39	5.05	0.88	4.5	2.1	1.0
6018	2.39	4.75	194.37	4.2	2.1	194.6
6019	2.45	4.55	8.71	4.1	2.2	8.5
6020	2.40	3.17	33.09	2.8	2.1	31.3
6021	2.21	2.66	55.95	2.4	2.0	52.6
6022	2.07	3.06	69.64	2.7	1.8	68.6
6023	2.33	2.68	119.06	2.3	2.1	123.6
6024	1.88	2.61	59.14	2.3	1.7	57.5
6025	1.87	2.46	69.12	2.2	1.7	68.0
6026	1.47	2.43	96.27	2.1	1.3	96.5
6027	2.15	3.43	133.62	3.0	1.9	134.3
6028	1.86	2.27	132.85	2.0	1.7	134.3
6029	1.13	2.54	178.81	2.3	1.0	178.8
7001	2.82	4.34	13.08	3.9	2.5	12.7

5.2 Výšková část sítě

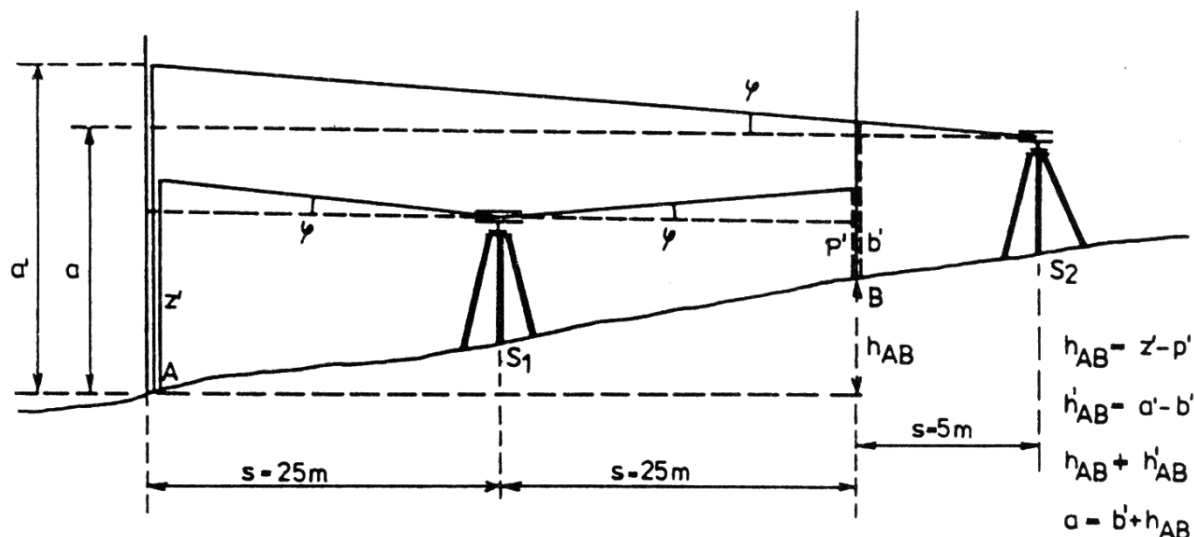
Výšková část sítě vycházela kontrolního zaměření stávajících bodů pomocí geometrické nivelace ze středu. Výhodou této metody je potlačení vlivu nevodorovnosti záměrné přímky, snížení vlivu svislé složky refrakce a potlačení rozdílu mezi skutečným a zdánlivým horizontem. Pořad byl veden přes všechny body původního bodového pole, tj. body 50xx. Součástí pořadu byl i nově vzniklý bod 7001.

Mezní rozdíl měření tam a známých výšek u technické nivelace [11]:

$$\Delta_M = 40 \cdot \sqrt{\frac{L_{km}}{2}}, \quad (5.12)$$

kde L_{km} je délka pořadu v km, výsledkem je mezní odchylka nivelačního pořadu v mm.

Před měřením byla provedena kontrola vodorovnosti záměrné přímky přístroje pomocí japonské metody. Přístroj byl postaven do středu na stanoviště S1 mezi dvěma latěmi a změřilo se převýšení mezi nimi, následně byl přístroj přesunut cca 2-3 m za jednu z latí a bylo znovu určeno převýšení. Po zaměření obou převýšení přístroj určil chybu z nevedorovnosti záměrné přímky a do následného měření tuto opravu zaváděl.



Obr. 8 – Polní zkouška nivelačního přístroje – Japonská metoda [11]

Tab. 10 – Parametry a odchylky nivelačního pořadu.

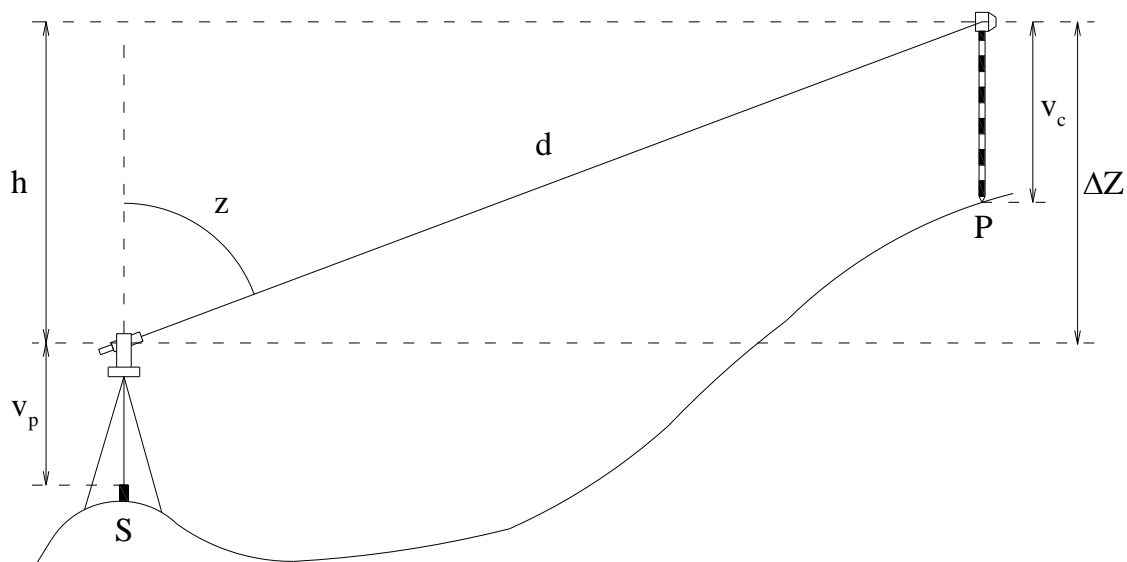
Nivelační pořad		
Df [m]	335.81	suma délek vpřed
Db [m]	321.29	suma délek zpět
Df+Db [m]	657.10	celková délka niv. pořadu
Db/Df	0.96	poměr sumy délek vpřed/zpět
Dz [m]	11.96	suma délek bočně
Sh [m]	-0.59300	rozdíl výšky počátečního a koncového bodu
dz [m]	-0.00693	odchylka pořadu
dMAX [m]	0.02293	maximální povolená odchylka $40 \cdot \sqrt{R/2}$
H (konec) - kontrola	187.096	výška konečného bodu (kontrola)

Tab. 11 – Porovnání výšek, nový a původní stav

Bod	Průměr výšek [m]	Původní výšky [m]	Δ [mm]
5016	187.6890	187.6890	0.00
5021	187.2765	187.2780	-1.47
5020	187.3540	187.3530	1.01
5014	187.3888	187.3810	7.84
5019	187.3987	187.3980	0.70
7001	187.7238	-	-
5015	187.3801	187.3920	-11.90
5022	187.3284	187.3360	-7.65
5003	187.3368	187.3340	2.78
5002	187.1326	187.1310	1.59
5005	187.0960	187.0960	0.00

Bod 5015 byl zaměřen bočně, to má zásadní vliv na odchylku od stávající výšky. Pro další výpočty byly použity původní výšky a byly brány jako ověřené.

Vypočtené výšky z nivelace byly následně přeneseny trigonometricky, jelikož se většina nově vzniklých bodů bodového pole nacházela na nových sloupech trakčního vedení a okolních lampách.



Obr. 9 – Trigonometrická metoda [12]

$$Z_P = Z_S + v_p + d \cdot \cos(z) - v_c, \quad (5.13)$$

kde Z_S je výška stanoviště, v_p výška přístroje, d šikmá délka, z zenitový úhel, v_c výška cíle.

5.3 Výsledné souřadnice vytyčovací sítě

Tab. 12 – Výsledné souřadnice vytyčovací sítě

SEZNAM SOUŘADNIC					
Souř. systém: S-JTSK		Zakázka: RTT Bubenské nábřeží			
Výšk. systém: Bpv		Lokalita: Bubenské nábřeží			
Popis: Souřadnice ZVS					
Číslo bodu	Y	X	Z	Kód kvality	Popis
5002	741139.451	1042005.627	187.131		
5003	741104.264	1042014.354	187.334		
5005	741220.275	1041990.756	187.096		
5014	740789.700	1042072.512	187.381		
5015	740905.895	1042068.689	187.392		
5016	740588.995	1042034.704	187.689		
5019	740847.285	1042072.668	187.398		
5020	740680.965	1042061.725	187.353		
5021	740616.752	1042032.021	187.278		
5022	740992.275	1042054.726	187.336		
6010	741065.203	1042043.649	190.029		
6011	741044.674	1042029.023	189.790		
6012	741020.613	1042052.561	189.997		
6013	740990.651	1042039.549	189.704		
6014	740964.386	1042044.814	189.733		
6015	740967.598	1042062.911	189.912		
6016	740915.832	1042049.345	189.885		
6017	740917.947	1042071.631	189.935		
6018	740890.076	1042074.100	190.113		
6019	740861.980	1042076.255	189.478		
6020	740840.628	1042055.826	189.848		
6021	740816.979	1042077.167	190.080		
6022	740790.632	1042057.620	189.676		
6023	740764.609	1042056.288	189.641		
6024	740739.559	1042072.727	190.103		
6025	740714.041	1042051.044	189.801		
6026	740667.760	1042043.406	189.739		
6027	740664.608	1042061.810	190.164		
6028	740638.225	1042056.453	190.215		
6029	740617.927	1042031.722	190.316		
7001	740885.010	1042055.628	187.725		NIV

Na stavbě mimo firmy Hrdlička spol. s r.o. pracovala i firma Eurovia CS a.s., která si na základě těchto bodů zřídila sekundární bodové pole 80xx, vše je vidět na přehledce. (Obr. 10)



Obr. 10 – Přehledka primární a sekundární vtyčovací sítě

6 Vytyčovací práce

Firma Hrdlička spol. s r.o. se na stavbě podílela na většině geodetických prací, tou hlavní však bylo vytyčení a polohové a výškové zajištění tramvajové trasy. V této práci jsem se věnoval pouze polohové složce vytyčení. Vytyčení probíhalo z volných stanovisek s připojením na primární vytyčovací síť. Vytyčovací odchylky byly definovány dle ČSN 73 0420-1 [13] a ČSN 73 0420-2 [14], viz Tab. 13, 14.

Tab. 13 – Mezní vytyčovací odchylky vytyčení prostorové polohy [13]

Kritérium přesnosti vytyčování	Návrhová rychlost v (km/h)			
	$v < 60$	$60 \leq v \leq 90$	$90 < v \leq 120$	$120 < v \leq 160$
Mezní vytyčovací odchylka souřadnic x, y HB osy δx_{Mx} a δx_{My} (mm)	± 25	± 20	± 15	± 12
Mezní vytyčovací odchylka souřadnicových rozdílů Δx a Δy HB osy $\delta x_{M\Delta x}$ a $\delta x_{M\Delta y}$ (mm)	± 15	± 12	± 10	± 8
Mezní vytyčovací výšková odchylka HVB δx_M (mm)	± 10	± 7	± 5	± 3

Tab. 14 – Mezní vytyčovací odchylky podrobného svršku dráhy [13]

Návrhová rychlost v (km/h)	Mezní vytyčovací příčná odchylka bodu vytyčení svršku δx_M pro vzdálenost d (mm)				Mezní vytyčovací výšková odchylka δx_M (mm)
	$d \leq 25$ m	25 m $< d \leq 50$ m	50 m $< d \leq 100$ m	100 m $< d \leq 200$ m	
$v < 60$	± 5	± 7	± 12	± 18	± 10
$60 \leq v < 90$	± 4	± 6	± 10	± 15	± 8
$90 \leq v < 120$	± 4	± 5	± 8	± 12	± 6
$120 \leq v < 160$	± 4	± 4	± 6	± 9	± 4

Z těchto hodnot byla vypočtena požadovaná směrodatná odchylka jednoho vytyčení.

Směrodatná odchylka dvojího vytyčení:

$$\sigma_p = \frac{\delta X_{Mv}}{u} \quad (6.1)$$

kde δX_{mv} je mezní vytyčovací odchylka, u je hodnota normované veličiny s normálním rozdělením

Směrodatná odchylka jednoho vytyčení se vypočte ze vztahu:

$$\sigma_{Op} = \sigma_p \cdot \sqrt{2} \quad (6.2)$$

Vzorce byly převzaty z ČSN 0420-1. [12]

6.2 Přesnost vytyčení polární metodou

V této kapitole odvozují výpočet přesnosti vytyčení polární metodou. Výpočet přesnosti vytyčení vycházel ze zákona hromadění směrodatných odchylek, kde došlo k derivaci základního vztahu pro polární metodu dle jednotlivých veličin. Následně byl proveden výpočet přesnosti vytyčení, s tím, že v případě vytyčení z volného stanoviska byla započítána i přesnost určení volného stanoviska a přesnost realizace vytyčení. Přesnost stanoviska byla převzata z protokolu z totální stanice, přesnost realizace byla uvažována jako $\sigma_r = 1$ mm.

Vzorci:

Výpočet vychází z rovnic pro polární metodu:

$$x = x_S + d \cdot \cos(\sigma_{SO} + \omega), \quad (6.3)$$

$$y = y_S + d \cdot \sin(\sigma_{SO} + \omega), \quad (6.4)$$

kde x, y jsou souřadnice vytyčovaného bodu, x_S a y_S jsou souřadnice stanoviska, d je vodorovná délka, ω je úhel vypočtený ze směru na orientaci a směru na vytyčovaný bod, σ_{SO} je směrník ze stanoviska na orientaci.

Obecný chybový model úlohy lze zapsat:

$$M_{x,y} = \begin{pmatrix} \sigma_x^2 & cov_{x,y} \\ cov_{x,y} & \sigma_y^2 \end{pmatrix} = M_m + M_R + M_{SO}, \quad (6.5)$$

kde M_m je kovarianční matice vlivu měření, M_{SO} je kovarianční matice popisující vliv přesnosti souřadnic stanoviska a orientace, M_R je kovarianční matice popisující vliv centrace.

$$M_m = A_m \cdot M_{d,\omega} \cdot A_m^T, \quad (6.6)$$

kde matice parciálních derivací A_m a matice $M_{d,\omega}$ vypadá následovně:

$$A_m = \begin{pmatrix} \frac{\partial x}{\partial d} & \frac{\partial x}{\partial \omega} \\ \frac{\partial y}{\partial d} & \frac{\partial y}{\partial \omega} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(\sigma_{SO} + \omega) & -d \cdot \sin(\sigma_{SO} + \omega) \\ \sin(\sigma_{SO} + \omega) & d \cdot \cos(\sigma_{SO} + \omega) \end{pmatrix}, \quad (6.7)$$

$$M_{d,\omega} = \begin{pmatrix} \sigma_d^2 & 0 \\ 0 & \frac{\sigma_\omega^2}{\rho^2} \end{pmatrix}. \quad (6.8)$$

Výsledná kovarianční matice M_m :

$$M_m = \begin{pmatrix} \sigma_{xm}^2 & cov_{xym} \\ cov_{yxm} & \sigma_{ym}^2 \end{pmatrix}, \quad (6.9)$$

kde

$$\sigma_{xm}^2 = \sigma_d^2 \cdot \cos^2(\sigma_{S1}) + d^2 \cdot \sin^2(\sigma_{S1}) \cdot \left(\frac{\sigma_\omega}{\rho}\right)^2 + \sigma_r^2 + \sigma_S^2, \quad (6.10)$$

$$\sigma_{ym}^2 = \sigma_d^2 \cdot \sin^2(\sigma_{S1}) + d^2 \cdot \cos^2(\sigma_{S1}) \cdot \left(\frac{\sigma_\omega}{\rho}\right)^2 + \sigma_r^2 + \sigma_S^2, \quad (6.11)$$

$$cov_{xym} = cov_{yxm} = \sin(\sigma_{S1}) \cdot \cos(\sigma_{S1}) \cdot \left(\sigma_d^2 - \left(d \cdot \frac{\sigma_\omega}{\rho}\right)^2\right). \quad (6.12)$$

Směrodatná odchylka souřadnicová je dána vztahem:

$$\sigma_{xy} = \sqrt{\frac{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}{2}}. \quad (6.13)$$

Vzorce byly převzaty z kapitoly 10.6.1 – Vytyčení bodu polární metodou [10].

6.3 Výpočet přesnosti vytyčení polární metodou

V rámci této práce jsem se věnoval zpracování vytyčovací dokumentace ve staničeních 319,156 až 587,000 v koleji 1 a 313,102 až 578,000 v koleji 2. Tento úsek byl vybrán po dohodě s vedoucím této práce. Pro výpočet odchylek vytyčení bylo uvažováno s přesnostmi přístroje Trimble S9 HP, které udává výrobce.

Výpočet přesností pro vytyčení hlavních bodů trasy koleje ve staničení 899,449 a 920,266 v koleji 1 a 893,583 a 919,415 v koleji 2 (Tab. 16).

Zbylé výsledky jsou součástí vytyčovacích protokolů, viz. přílohy.

Tab. 16 – Výpočet přesnosti vytyčení polární metodou – Vytyčovací protokol č.1

polohové zajištění hlavních bodů trasy									
č.b.	kolej	pozn.	Y	X	σ_x [mm]	σ_y [mm]	COV [10 ⁻⁷]	σ_M [mm]	stabilizace
1	1	KÚ	740 592.161	1 042 018.366	2.4	2.3	5.1	7.0	nastřelovací hřeb
2		920.266	740 590.632	1 042 019.008	2.4	2.3	5.2	7.0	
3	2	KÚ	740 588.253	1 042 019.587	2.4	2.4	5.2	7.0	
4		919.415	740 586.686	1 042 020.140	2.3	2.4	5.2	7.0	
102	2	ZO	740 604.033	1 042 039.209	2.3	2.4	3.5	7.0	
103		893.583	740 604.700	1 042 037.523	2.3	2.4	3.8	7.0	
104	1	KP / ZO	740 605.249	1 042 033.206	2.3	2.4	4.3	7.0	
105		899.449	740 604.383	1 042 034.873	2.3	2.4	4.1	7.0	

7 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo seznámit se s činností geodeta při rekonstrukci tramvajové trati, dalším cílem bylo porovnat programy na vyrovnání geodetických sítí Groma a GNU Gama. V rámci této práce bylo provedeno ověření stávajícího bodového pole, na základě tohoto ověření byla vybudována vytyčovací síť. Síť byla polohově zaměřena z přechodných volných stanovisek, výškově byla síť zaměřena pomocí trigonometrické metody na základě ověření stávajících bodů geometrickou technickou nivelací ze středu. Výpočty probíhaly v programech Groma a GNU Gama, kde byla síť polohově vyrovnána metodou MNČ jako vázaná. Síť obsahovala množství nadbytečných měření. Výsledky vyrovnání z obou programů byly následně porovnány. Výsledné hodnoty se lišily v řádech desetin mm. Další geodetické práce se týkaly vytyčení průběhu kolejí dle projektu. Součástí této práce byl úsek od ulice Argentinská po posunutou tramvajovou zastávku Pražská tržnice.

Výstupem této bakalářské práce jsou protokoly z vyhotovení a vyrovnání vytyčovací sítě, dokumentace vytyčení průběhu kolejí. Všechny výstupy jsou součástí příloh této práce.

Seznam zdrojů

- [1] *Mapy.cz: ortofoto* [online]. Praha: Seznam.cz, 2018 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?vlastni-body&l=0&ut=Začátek%20stavby&ut=Konec%20stavby&uc=9hD.0xY00LhdzZ7&ud=Bubenské%20nábřeži%2C%20Praha%2C%20Hlavní%20město%20Praha&ud=Komunardů%2C%20Praha%2C%20Hlavní%20město%20Praha&x=14.4457705&y=50.0983524&z=18>
- [2] *Trimble Access* [online]. Colorado, USA: Trimble, 2023 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://geospatial.trimble.com/products-and-solutions/trimble-access>
- [3] *Trimble S9/S9 HP* [online]. Praha: Geotronics Praha, 2023 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: https://geotronics.cz/wp-content/uploads/2021/04/022516-155I-cs-CZ_TrimbleS9_DS_A4_0221_LR_Dealer.pdf
- [4] *Trimble DiNi* [online]. Praha: Geotronics Praha, 2023 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://geotronics.cz/geodezie/nivelace/digitalni-nivelacni-pristroje/trimble-dini/>
- [5] *Groma v.13* [online]. Praha: Groma, 2023 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://www.groma.cz/cz/>
- [6] *GNU Gama* [online]. Praha: ČVUT, 2023 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: https://geo.fsv.cvut.cz/gwiki/GNU_Gama
- [7] *Microstation 3D CAD Software: Microstation CONNECT Edition* [online]. Bentley, 2023 [cit. 2023-05-18]. Dostupné z: <https://www.bentley.com/software/microstation/>
- [8] *Microsoft Excel* [online]. Redmond, USA: Microsoft, 2020 [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: <https://www.microsoft.com/cs-cz/microsoft-365/excel>
- [9] *MATLAB* [online]. Natick, USA: MathWorks, 2023 [cit. 2023-05-22]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
- [10] HAMPACHER, Miroslav a Martin ŠTRONER. *Zpracování a analýza měření v inženýrské geodézii*. 2. vydání. Praha: ČVUT, 2015. ISBN 978-80-01-05843-5.
- [11] *GED3 – přednáška 2: Geometrická nivelace* [online]. Praha: ČVUT [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: https://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/GD3/gd3_pred_2.pdf
- [12] *GED3 – přednáška 5: Trigonometrická metoda* [online]. Praha: ČVUT [cit. 2023-05-10]. Dostupné z: https://k154.fsv.cvut.cz/~stroner/GD3/gd3_pred_5_TUVR_uvod.pdf
- [13] ČSN 73 0420-1. *Přesnost vytyčování staveb – Část 1: Základní požadavky*. Červenec 2002. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2002.
- [14] ČSN 73 0420-2. *Přesnost vytyčování staveb – Část 2: Vytyčovací odchylky*. Červenec 2002. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2002.

Seznam obrázků

Obr. 1 – Vymezení stavby, mezi body 1-2 [1]	2
Obr. 2 - Totální stanice Trimble S9 HP [3]	3
Obr. 3 - Digitální nivelační přístroj Trimble DiNi 0.3 [4]	4
Obr. 4 – Zobrazení konfigurace sítě s elipsami chyb	7
Obr. 5 – Vyrovnání sítě Groma [5]	10
Obr. 6 – Okno pro zadávání parametrů sítě v programu Groma	10
Obr. 7 – Ukázka vstupního souboru do programu GNU Gama	13
Obr. 8 – Polní zkouška nivelačního přístroje – Japonská metoda [10]	18
Obr. 9 – Trigonometrická metoda [11].....	19
Obr. 10 – Přehledka primární a sekundární vytyčovací sítě.....	21

Seznam tabulek

Tab. 1 – Technické parametry totální stanice Trimble S9 HR [3]	3
Tab. 2 – Parametry sítě – Groma	11
Tab. 3 – Výsledné hodnoty vyrovnání z programu Groma	11
Tab. 4 – Porovnání přibližných a vyrovnaných souřadnic z programu Groma.....	12
Tab. 5 – Parametry sítě – GNU Gama	13
Tab. 6 – Výsledné hodnoty vyrovnání z programu GNU Gama	14
Tab. 7 – Porovnání přibližných a vyrovnaných souřadnic z programu GNU Gama.....	15
Tab. 8 – Porovnání vyrovnaných souřadnic z programů Groma a GNU Gama.....	16
Tab. 9 – Porovnání elips chyb z programů Groma a GNU Gama.....	17
Tab. 10 – Parametry a odchylky nivelačního pořadu.	18
Tab. 11 – Porovnání výšek, nový a původní stav	19
Tab. 12 – Výsledné souřadnice vytyčovací sítě	20
Tab. 13 – Mezní vytyčovací odchylky vytyčení prostorové polohy [13].....	22
Tab. 14 – Mezní vytyčovací odchylky podrobného svršku dráhy [13]	22
Tab. 15 – Profil vytyčovaného úseku	23
Tab. 16 – Výpočet přesnosti vytyčení polární metodou – Vytyčovací protokol č.1	25

Seznam tištěných příloh

Příloha 1: Seznam souřadnic původního bodového pole

Příloha 2: Kompletní seznam souřadnic z vyrovnání

Příloha 3: Vytyčovací protokol - 01_220929

Příloha 4: Vytyčovací protokol - 02_221003

Příloha 5: Vytyčovací protokol - 03_221006

Příloha 6: Vytyčovací protokol - 04_221010

Seznam elektronických příloh

1) Složka Podklady

- a. Výkres situace - *DPP_Bube090_RDS_11.2_situace.dgn*
- b. Vytyčovací výkres - *DPP_Bube090_RDS_11.5_vytyc_vykres.pdf*
- c. Výkres kolejových pásů - *DPP_Bube090_RDS_11.6_kr_pasy.pdf*
- d. Tabulka podrobných bodů trasy -
DPP_Bube090_RDS_11.7_Podrobne_body_trasy.xlsx
- e. Tabulka podrobných bodů kolejnic -
DPP_Bube090_RDS_11.7_Podrobne_body_trasy.xlsx

2) Složka Vytyčovací síť

- a. Zápisník z měření TS - *220920_BUBEN.xlsx*
- b. Soubor z nivelačního přístroje - *220921.DAT*
- c. Výpočet nivelace - *Nivelace.xlsx*
- d. Soubor s konfigurací sítě z programu Groma - *SIT_def.net*
- e. Protokol z vyrovnání z programu Groma - *Protokol_vyrovnani_Groma.pro*
- f. Vstupní soubor do vyrovnání z programu GNU Gama - *GAMA_vstup.txt*
- g. Výstupní soubor z programu GNU Gama - *GAMA_vystup.txt*
- h. Soubor s kovarianční maticí z programu GNU Gama - *GAMA_vystup.xml*
- i. Soubor oprav z programu GNU Gama - *GAMA_vystup.opr*
- j. Vyrovnané souřadnice – *Vyrovnane_souradnice.pdf*

3) Složka Vytyčení

- a. Složka Soubory z TS
 - i. Soubory ve formátu asc - *datum_BUBEN.asc*
 - ii. Protokoly z TS – *datum_BUBEN.prT*
 - iii. Seznamy souřadnic - *datum_BUBEN.txt*
 - iv. Zdrojové soubory z TS - *datum_BUBEN.job*
- b. Vytyčovací protokoly – *vytycovací_protokol_ii_datum.pdf*
- c. Soubor z programu MATLAB na výpočet přesnosti vytyčení – *VYT.m*

Příloha 1: Seznam souřadnic původního bodového pole

5001	741183.236	1042008.936	186.999	nastřelovací hřeb
5002	741139.451	1042005.627	187.131	nastřelovací hřeb
5003	741104.264	1042014.354	187.334	nastřelovací hřeb
5004	741224.848	1042002.167	187.106	nastřelovací hřeb
5005	741220.275	1041990.756	187.096	nastřelovací hřeb
5006	741294.040	1041990.523	187.576	nastřelovací hřeb
5007	741343.356	1041989.155	187.521	nastřelovací hřeb
5008	741365.585	1041972.537	187.462	nastřelovací hřeb
5009	741388.905	1041929.575	187.767	nastřelovací hřeb
5010	741418.342	1041909.060	188.176	nastřelovací hřeb
5011	741372.185	1041949.032	189.633	odrazný štítek
5012	741392.110	1041941.755	190.061	odrazný štítek
5013	741446.408	1041882.345	188.473	nastřelovací hřeb
5014	740789.700	1042072.512	187.381	nastřelovací hřeb dpp2102
5015	740905.901	1042068.669	187.392	nastřelovací hřeb dpp2103
5016	740588.995	1042034.704	187.689	nastřelovací hřeb dpp4001
5017	741080.417	1042038.391	187.247	nastřelovací hřeb dpp4011
5018	741116.143	1042008.578	187.130	nastřelovací hřeb dpp4012
5019	740847.287	1042072.664	187.398	nastřelovací hřeb dpp4101
5020	740680.965	1042061.725	187.353	nastřelovací hřeb dpp4103
5021	740616.752	1042032.021	187.278	nastřelovací hřeb dpp4104
5022	740992.275	1042054.726	187.336	nastřelovací hřeb dpp4109
5023	741241.438	1041994.868	187.185	měřický hřeb dpp5515
5024	741469.314	1041851.659	188.238	nastřelovací hřeb dpp7004
6001	741173.622	1041992.180	189.845	STITEK
6002	741177.949	1042025.396	187.955	STITEK
6003	741214.873	1042020.801	187.853	STITEK
6004	741287.616	1042009.709	189.659	STITEK
6005	741293.643	1041967.670	190.087	STITEK
6006	741329.222	1041974.799	189.988	STITEK
6007	741353.104	1041991.847	189.976	STITEK
6008	741418.377	1041896.232	190.816	STITEK
6009	741430.893	1041900.759	190.810	STITEK

Příloha 2: Kompletní seznam souřadnic z vyrovnání

SEZNAM SOUŘADNIC					
Souř. systém:			Zakázka:		
Výšk. systém:			Lokalita:		
Popis:					
Číslo bodu	Y	X	Z	Kód kvality	Popis
5002	741139.451	1042005.627	187.131		
5003	741104.264	1042014.354	187.334		
5005	741220.275	1041990.756	187.096		
5014	740789.700	1042072.512	187.381		
5015	740905.895	1042068.689	187.392		
5016	740588.995	1042034.704	187.689		
5019	740847.285	1042072.668	187.398		
5020	740680.965	1042061.725	187.353		
5021	740616.752	1042032.021	187.278		
5022	740992.275	1042054.726	187.336		
6010	741065.203	1042043.649	190.029		
6011	741044.674	1042029.023	189.790		
6012	741020.613	1042052.561	189.997		
6013	740990.651	1042039.549	189.704		
6014	740964.386	1042044.814	189.733		
6015	740967.598	1042062.911	189.912		
6016	740915.832	1042049.345	189.885		
6017	740917.947	1042071.631	189.935		
6018	740890.076	1042074.100	190.113		
6019	740861.980	1042076.255	189.478		
6020	740840.628	1042055.826	189.848		
6021	740816.979	1042077.167	190.080		
6022	740790.632	1042057.620	189.676		
6023	740764.609	1042056.288	189.641		
6024	740739.559	1042072.727	190.103		
6025	740714.041	1042051.044	189.801		
6026	740667.760	1042043.406	189.739		
6027	740664.608	1042061.810	190.164		
6028	740638.225	1042056.453	190.215		
6029	740617.927	1042031.722	190.316		
7001	740885.010	1042055.628	187.725		
V1	741126.594	1042006.383	188.710		NIV
V10	740808.353	1042070.813	188.976		
V11	740726.765	1042064.651	188.954		
V12	740691.094	1042048.927	188.784		
V13	740654.690	1042042.552	188.821		
V14	740613.710	1042043.641	188.971		
V2	741087.956	1042021.846	188.935		
V3	741034.628	1042034.660	188.872		
V4	741001.558	1042040.839	188.927		
V5	740971.944	1042047.875	188.990		
V6	740950.368	1042049.987	189.052		
V7	740921.704	1042055.037	188.977		
V8	740902.845	1042058.425	188.968		
V9	740853.560	1042061.927	188.937		

Příloha 3: Vytyčovací protokol 01_220929

Vytyčovací protokol č.

1

Typ provedených prací:

Název akce	RTT BUBENSKÉ NÁBŘEŽÍ - KOMUNARDŮ II. ETAPA, úsek Argentiská - Komunardů
------------	--

Číslo zakázky objednatele		Číslo zakázky zhotovitele	22.2077
OBJEDNATEL		ZHOTOVITEL	
Název firmy:	Dopravní podnik hl.m. Prahy a.s.	Název firmy:	HRDLIČKA spol. s r.o.
	Sokolovská 217/42	Realizující pracoviště	Pracoviště Praha
	190 22 Praha 9	Zpracovatel	David Sucharda

Objekt/lokality: Bubenské nábreží před Holešovickou tržnicí

Popis provedených prací:

Dne 21.09.2022 a 29.09.2022 bylo provedeno polohové zajištění hlavních bodů trasy koleje ve staničení:
kolej 1: 899.449 m a 920.266 m
kolej 2: 893.583 m a 919.415 m.

Body byly stabilizovány nastřelovacími hřebami a obarveny reflexním sprejem.

Vytyčení bylo předáno objednavateli.

Počet měrných jednotek: polohově vytyčeno 8 bodů

Přílohy: seznam souřadnic a odsazení (1xA4)
vytyčovací náčrt (1xA4)

Další informace: **Připomínky objednavatele:**

Polohový systém: S-JTSK

Přístrojové vybavení: Trimble S9 HP

Zhotovitel prací: David Sucharda, Ing. Lukáš Klement

Datum vyhotovení 18.11.2022

Datum odevzdání: 18.11.2022

Předal: David Sucharda

Převzal:

Podpis:

Podpis:

Razítko:

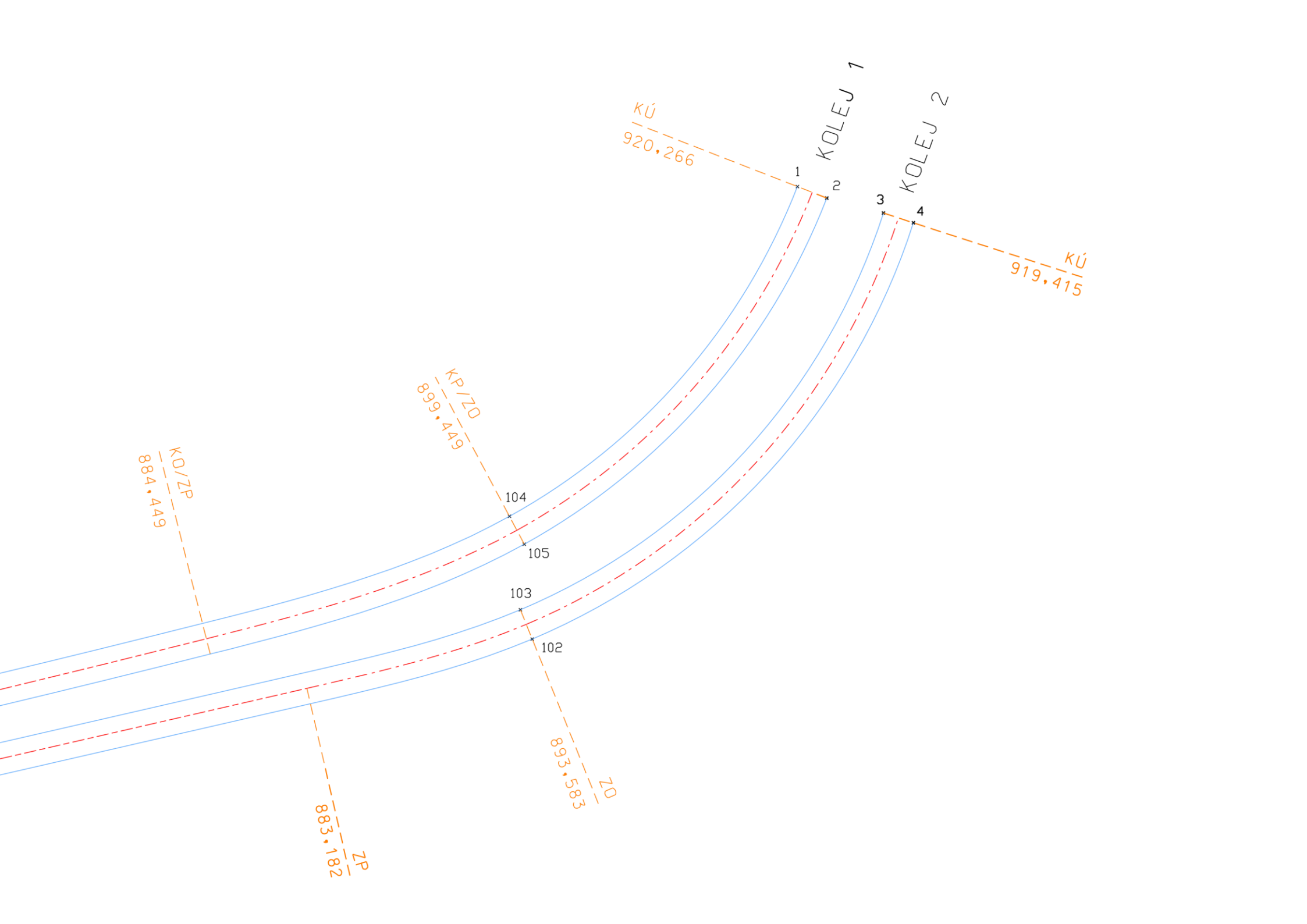
Razítko:

Ověřil: Ing. Martin Podlaha

Datum: 18.11.2022 **č.ověření:** 529/2022

polohové zajištění hlavních bodů trasy

č.b.	kolej	pozn.	Y	X	σ_x [mm]	σ_y [mm]	COV [10 ⁻⁷]	σ_M [mm]	stabilizace
1	1	KÚ	740 592.161	1 042 018.366	2.4	2.3	5.1	7.0	nastřelovací hřeb
2		920.266	740 590.632	1 042 019.008	2.4	2.3	5.2	7.0	
3	2	KÚ	740 588.253	1 042 019.587	2.4	2.4	5.2	7.0	
4		919.415	740 586.686	1 042 020.140	2.3	2.4	5.2	7.0	
102	2	ZO	740 604.033	1 042 039.209	2.3	2.4	3.5	7.0	
103		893.583	740 604.700	1 042 037.523	2.3	2.4	3.8	7.0	
104	1	KP / ZO	740 605.249	1 042 033.206	2.3	2.4	4.3	7.0	
105		899.449	740 604.383	1 042 034.873	2.3	2.4	4.1	7.0	



Příloha 4: Vytyčovací protokol 02_221003

Vytyčovací protokol č.

2

Typ provedených prací:

Název akce	RTT BUBENSKÉ NÁBŘEŽÍ - KOMUNARDŮ II. ETAPA, úsek Argentická - Komunardů
------------	--

Číslo zakázky objednatele		Číslo zakázky zhotovitele	22.2077
OBJEDNATEL		ZHOTOVITEL	
Název firmy:	Dopravní podnik hl.m. Prahy a.s.	Název firmy:	HRDLIČKA spol. s r.o.
	Sokolovská 217/42	Realizující pracoviště	Pracoviště Praha
	190 22 Praha 9	Zpracovatel	David Sucharda

Objekt/lokalita: Bubenské nábreží před Holešovickou tržnicí

Popis provedených prací:

Dne 03.10.2022 bylo provedeno polohové vytyčení osy koleje ve staničení:

kolej 1: 336.000 m - 381.000 m

kolej 2: 330.000 m - 374.000 m

Dále byly polohově vytyčeny začátky přechodnic ve staničení 338.859 (kolej 1)
a 332.680 (kolej 2)

Vytyčení bylo předáno objednavateli.

Počet měrných jednotek: polohově vytyčeno 30 bodů

Přílohy: seznam souřadnic a odsazení (1x A4)
vytyčovací náčrt (1x A4)

Další informace:

Polohový systém: S-JTSK
Přístrojové vybavení: Trimble S9 HP
Zhotovitel prací: David Sucharda, Ing. Lukáš Klement

Připomínky objednavatele:

Datum vyhotovení: 03.10.2022
Datum odevzdání: 03.10.2022

Předal: David Sucharda

Podpis:

Razítko:

Ověřil: Ing. Martin Podlaha

Datum: 03.10.2022

č.ověření: 419/2022

Převzal:

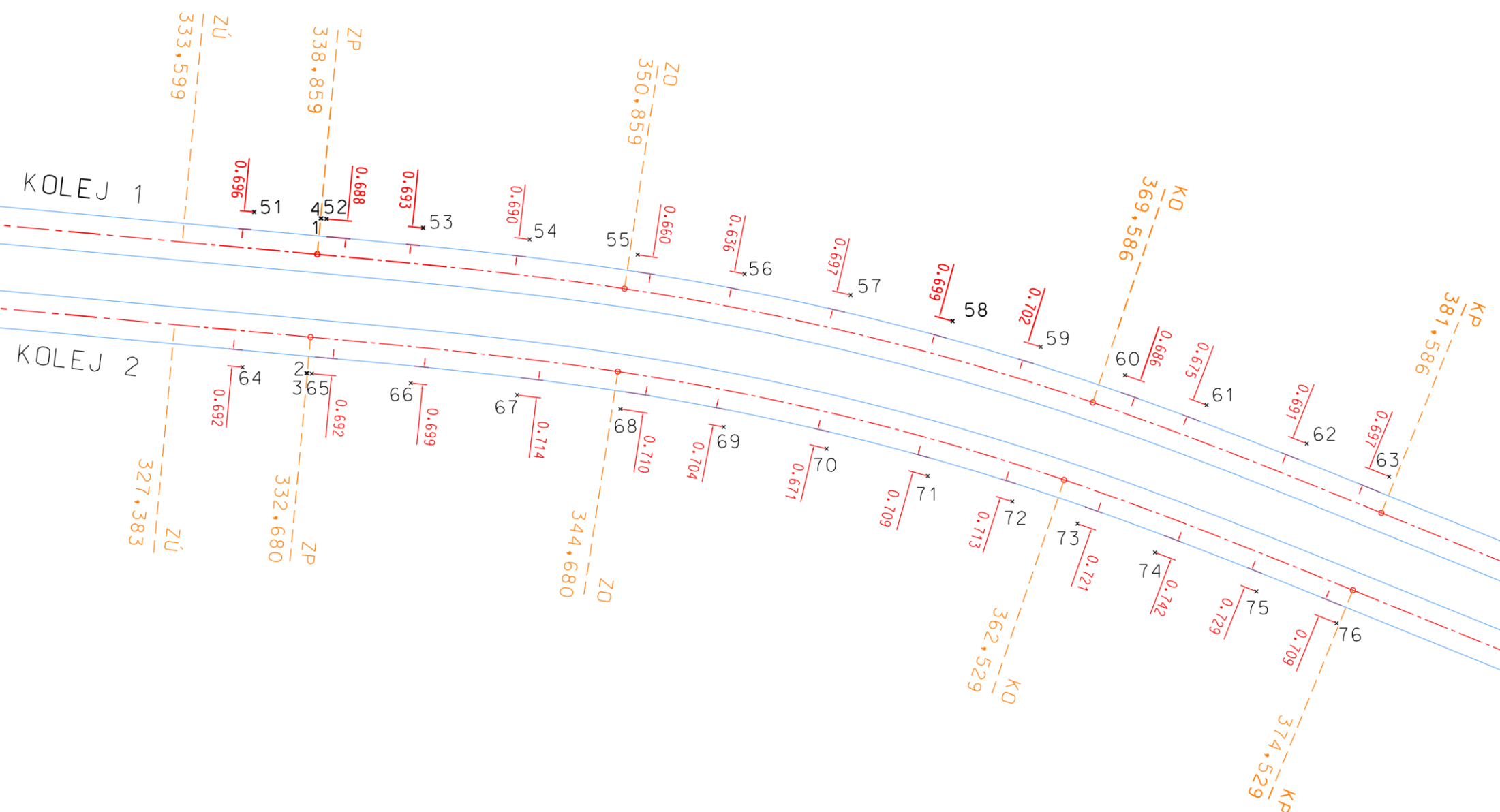
Podpis:

Razítko:

polohové vytyčení osy koleje										
č.b.	kolej	pozn.	odsazení* [m]	Y	X	σ_x [mm]	σ_y [mm]	COV [10 ⁻⁷]	σ_M [mm]	stabilizace
51	1	přímý úsek	0.696	741 158.002	1 042 004.169	1.5	1.6	4.6	5.0	křížek lihovým fixem na betonový 'L' prefabrikát
52		přechodnice	0.688	741 155.196	1 042 004.436	1.5	1.7	3.3	5.0	
53			0.693	741 151.445	1 042 004.785	1.4	1.7	2.1	5.0	
54			0.690	741 147.313	1 042 005.232	1.4	1.7	1.3	5.0	
55			oblouk	0.660	741 143.118	1 042 005.829	1.4	1.7	0.7	
56		0.636		741 138.968	1 042 006.574	1.4	1.7	0.3	5.0	
57		0.697		741 134.857	1 042 007.393	1.4	1.7	-0.1	7.0	
58		0.699		741 130.896	1 042 008.404	1.4	1.8	-0.4	7.0	
59		0.702		741 127.480	1 042 009.406	1.4	1.8	-0.6	7.0	
60		přechodnice	0.686	741 124.205	1 042 010.507	1.4	1.8	-0.9	7.0	
61			0.675	741 121.043	1 042 011.667	1.4	1.8	-1.1	7.0	
62			0.691	741 117.153	1 042 013.163	1.4	1.8	-1.3	7.0	
63			0.697	741 113.958	1 042 014.442	1.4	1.8	-1.5	7.0	
64		2	přímý úsek	0.692	741 158.458	1 042 010.194	1.5	1.6	-4.7	
65	přechodnice		0.692	741 155.766	1 042 010.443	1.5	1.7	-3.9	5.0	
66			0.699	741 151.929	1 042 010.813	1.5	1.7	-3.1	5.0	
67			0.714	741 147.799	1 042 011.276	1.4	1.7	-2.6	5.0	
68	oblouk		0.710	741 143.788	1 042 011.819	1.4	1.7	-2.4	5.0	
69			0.704	741 139.782	1 042 012.519	1.4	1.7	-2.3	5.0	
70			0.671	741 135.788	1 042 013.357	1.4	1.7	-2.3	7.0	
71			0.709	741 131.863	1 042 014.419	1.4	1.7	-2.3	7.0	
72	0.713		741 128.577	1 042 015.414	1.4	1.7	-2.4	7.0		
73	přechodnice		0.721	741 126.056	1 042 016.265	1.4	1.7	-2.4	7.0	
74		0.742	741 123.036	1 042 017.385	1.4	1.7	-2.5	7.0		
75		0.729	741 119.109	1 042 018.900	1.5	1.7	-2.6	7.0		
76		0.709	741 115.997	1 042 020.132	1.5	1.7	-2.7	7.0		

polohové zajištění hlavních bodů trasy										
č.b.	kolej	pozn.	odsazení* [m]	Y	X	σ_x [mm]	σ_y [mm]	COV [10 ⁻⁷]	σ_M [mm]	stabilizace
1	1	ZP 338.859	0.688	741 155.425	1 042 004.415	1.5	1.7	3.4	5.0	křížek lihovým fixem na betonový 'L' prefabrikát
2			-	741 155.981	1 042 010.422	1.5	1.7	-3.9	5.0	
3	2	ZP 332.68	0.693	741 155.947	1 042 010.426	1.5	1.7	-3.9	5.0	
4			-	741 155.391	1 042 004.417	1.5	1.7	3.4	5.0	

*... vzdálenost od vnějšího kolejnicového pásu



← Vltavská

ul. Komunardů →

Příloha 5: Vytyčovací protokol 03_221006

Vytyčovací protokol č.

3

Typ provedených prací:

Název akce

**RTT BUBENSKÉ NÁBŘEŽÍ - KOMUNARDŮ
II. ETAPA, úsek Argentiská - Komunardů**

Číslo zakázky objednatele		Číslo zakázky zhotovitele	22.2077
OBJEDNATEL		ZHOTOVITEL	
Název firmy:	Dopravní podnik hl.m. Prahy a.s.	Název firmy:	HRDLIČKA spol. s r.o.
	Sokolovská 217/42	Realizující pracoviště	Pracoviště Praha
	190 22 Praha 9	Zpracovatel	David Sucharda

Objekt/lokalita: Bubenské nábřeží před Holešovickou tržnicí

Popis provedených prací:

Dne 06.10.2022 bylo provedeno polohové vytyčení osy koleje ve staničení:

kolej 1: 385.000 m - 427.000 m

kolej 2: 378.000 m - 422.000 m

Dále byly polohově vytyčeny začátky přechodnic ve staničení 395.631 (kolej 1)
a 390.076 (kolej 2)

Vytyčení bylo předáno objednavateli.

Počet měrných jednotek: polohově vytyčeno 18 bodů

Přílohy: seznam souřadnic a odsazení (1xA4)
vytyčovací náčrt (1xA4)

Další informace:

Polohový systém: S-JTSK

Přístrojové vybavení: Trimble S9 HP

Zhotovitel prací: David Sucharda, Ing. Lukáš Klement

Datum vyhotovení: 06.10.2022

Datum odevzdání: 06.10.2022

Předal: David Sucharda

Podpis:

Razítko:

Ověřil: Ing. Martin Podlaha

Datum: 06.10.2022 **č.ověření:** 425/2022

Připomínky objednavatele:

Převzal:

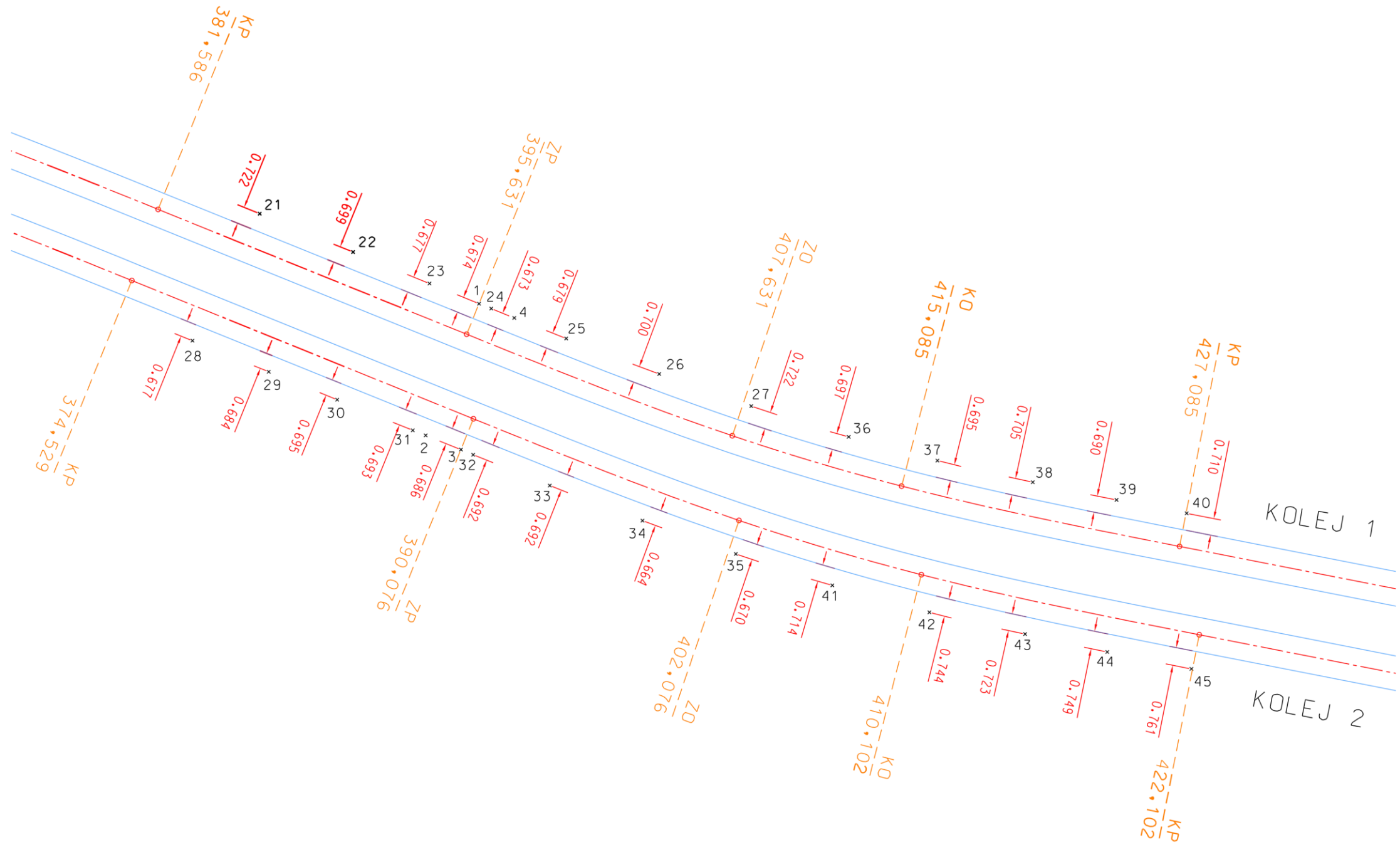
Podpis:

Razítko:

polohové vytyčení osy koleje											
č.b.	kolej	pozn.	odsazení* [m]	Y	X	σ_x [mm]	σ_y [mm]	COV [10 ⁻⁷]	σ_M [mm]	stabilizace	
21	1	přímý úsek	0.722	741 109.968	1 042 016.032	1.5	1.7	-3.5	7.0	křížek lhovým fixem na betonový 'L' prefabrikát	
22			0.699	741 106.027	1 042 017.649	1.5	1.7	-3.4	7.0		
23			0.677	741 102.803	1 042 018.979	1.5	1.7	-3.4	5.0		
24		přechodnice	0.673	741 100.198	1 042 020.037	1.5	1.7	-3.4	5.0		
25			0.681	741 097.033	1 042 021.301	1.5	1.7	-3.3	5.0		
26			0.700	741 093.112	1 042 022.795	1.5	1.7	-3.3	5.0		
27		kruhový oblouk	0.722	741 089.228	1 042 024.150	1.5	1.7	-3.3	5.0		
36			0.697	741 085.118	1 042 025.451	1.5	1.7	-3.5	5.0		
37		přechodnice	0.695	741 081.374	1 042 026.450	1.6	1.6	-5.0	5.0		našrelovací hřeb v podkladovém betonu
38			0.705	741 077.349	1 042 027.363	1.4	1.7	-0.1	5.0		
39	0.690		741 073.818	1 042 028.108	1.4	1.7	-1.2	5.0			
40	0.710		741 070.860	1 042 028.673	1.4	1.7	-1.4	5.0			
28	2	přímý úsek	0.677	741 112.805	1 042 021.390	1.4	1.7	-1.9	7.0	křížek lhovým fixem na betonový 'L' prefabrikát	
29			0.684	741 109.588	1 042 022.700	1.4	1.7	-1.6	7.0		
30			0.695	741 106.696	1 042 023.883	1.4	1.7	-1.3	7.0		
31			0.693	741 103.508	1 042 025.171	1.4	1.7	-1.0	5.0		
32		přechodnice	0.692	741 100.961	1 042 026.200	1.4	1.7	-0.6	5.0		
33			0.692	741 097.730	1 042 027.499	1.4	1.7	0.1	5.0		
34			0.664	741 093.815	1 042 028.983	1.4	1.7	1.3	5.0		
35		kruhový oblouk	0.670	741 089.878	1 042 030.391	1.4	1.7	3.0	5.0		
41			0.714	741 085.806	1 042 031.718	1.6	1.6	5.0	5.0		
42		přechodnice	0.744	741 081.714	1 042 032.855	1.7	1.4	2.1	5.0		našrelovací hřeb v podkladovém betonu
43	0.723		741 077.678	1 042 033.772	1.7	1.5	-3.7	5.0			
44	0.749		741 074.210	1 042 034.523	1.6	1.6	-5.0	5.0			
45	0.761		741 070.656	1 042 035.240	1.6	1.6	-4.9	5.0			

polohové zajištění hlavních bodů trasy										
č.b.	kolej	pozn.	odsazení* [m]	Y	X	σ_x [mm]	σ_y [mm]	COV [10 ⁻⁷]	σ_M [mm]	stabilizace
1	1	ZP 395.631	0.674	741 100.712	1 042 019.828	1.5	1.7	-3.4	5.0	křížek na betonový 'L' prefabrikát
2			-	741 102.962	1 042 025.384	1.4	1.7	-0.9	5.0	
3	2	ZP 390.076	0.686	741 101.475	1 042 025.985	1.4	1.7	-0.7	5.0	
4			-	741 099.227	1 042 020.431	1.5	1.7	-3.3	5.0	

*... vzdálenost od vnějšího kolejnicového pásu



KOLEJ 1

KOLEJ 2

Vltavská

ul. Komunardů

Příloha 6: Vytyčovací protokol 04_221010

Vytyčovací protokol č.

4

Typ provedených prací:

Název akce	RTT BUBENSKÉ NÁBŘEŽÍ - KOMUNARDŮ II. ETAPA, úsek Argentická - Komunardů
------------	--

Číslo zakázky objednatele		Číslo zakázky zhotovitele	22.2077
OBJEDNATEL		ZHOTOVITEL	
Název firmy:	Dopravní podnik hl.m. Prahy a.s.	Název firmy:	HRDLIČKA spol. s r.o.
	Sokolovská 217/42	Realizující pracoviště	Pracoviště Praha
	190 22 Praha 9	Zpracovatel	David Sucharda

Objekt/lokality: Bubenské nábřeží před Holešovickou tržnicí

Popis provedených prací:

Dne 10.10.2022 bylo provedeno polohové vytyčení osy koleje ve staničení:

kolej 1: 431.000 m - 464.000 m

kolej 2: 426.000 m - 459.000 m

Vytyčení bylo předáno objednavateli.

Počet měrných jednotek: polohově vytyčeno 18 bodů

Přílohy: seznam souřadnic a odsazení (1xA4)
vytyčovací náčrt (1xA4)

Další informace:

Polohový systém: S-JTSK

Přístrojové vybavení: Trimble S9 HP

Zhotovitel prací: David Sucharda, Ing. Lukáš Klement

Datum vyhotovení: 10.10.2022

Datum odevzdání: 10.10.2022

Předal: David Sucharda

Podpis:

Razítko:

Ověřil: Ing. Martin Podlaha

Datum: 10.10.2022 **č.ověření:** 434/2022

Připomínky objednavatele:

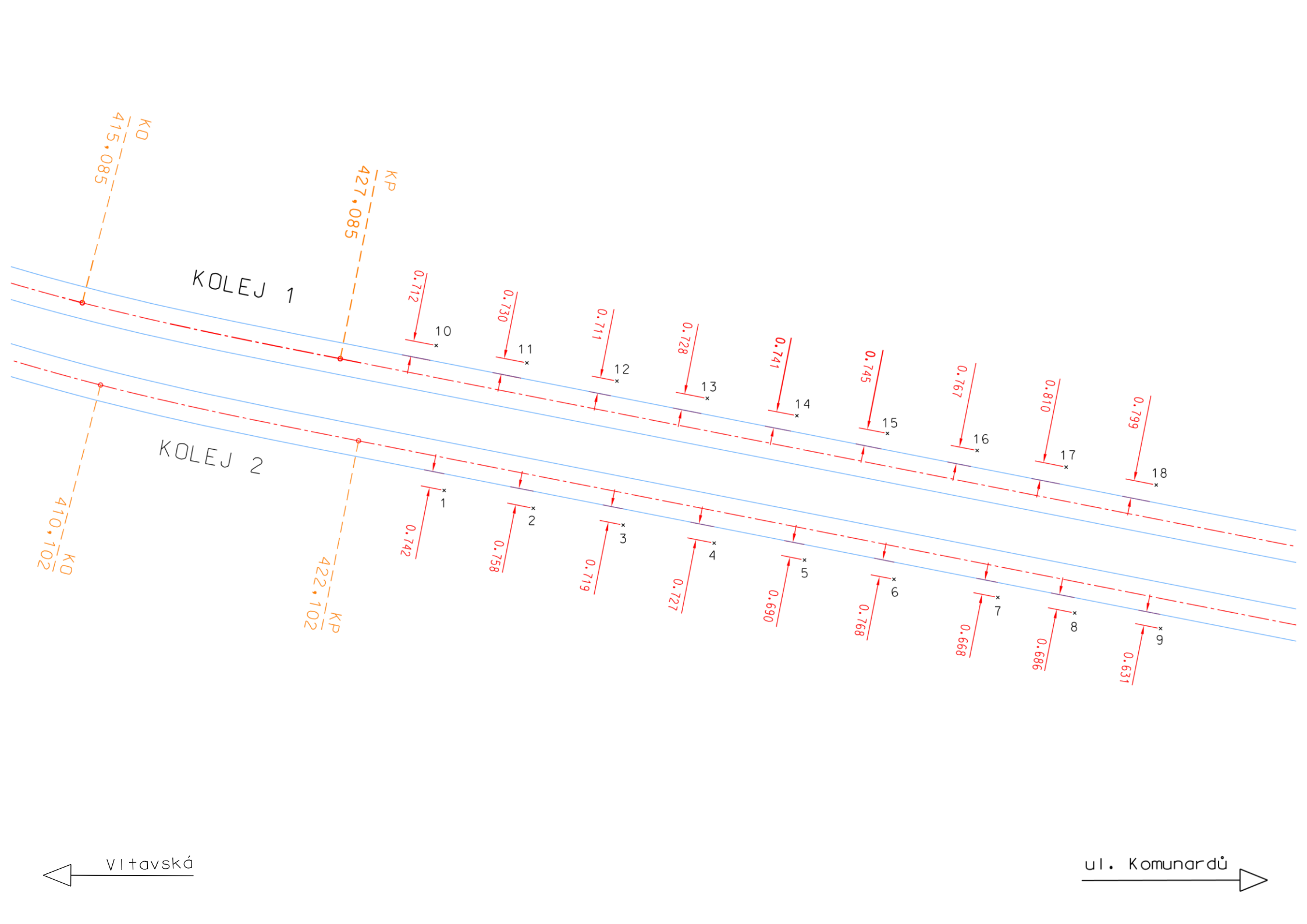
Převzal:

Podpis:

Razítko:

polohové vytyčení osy koleje										
č.b.	kolej	pozn.	odsazení* [m]	Y	X	σ_x [mm]	σ_y [mm]	COV [10 ⁻⁷]	σ_M [mm]	stabilizace
1	2	přímý úsek	0.742	741 066.436	1 042 036.050	1.4	1.7	-0.3	5.0	nastřelovací hřeb v podkladovém betonu
2			0.758	741 062.383	1 042 036.862	1.4	1.7	-0.8	5.0	
3			0.719	741 058.296	1 042 037.625	1.4	1.7	-1.0	5.0	
4			0.727	741 054.163	1 042 038.445	1.4	1.7	-1.2	5.0	
5			0.690	741 050.058	1 042 039.213	1.4	1.7	-1.3	7.0	
6			0.768	741 045.990	1 042 040.092	1.4	1.7	-1.4	7.0	
7			0.668	741 041.267	1 042 040.917	1.4	1.7	-1.5	7.0	
8			0.686	741 037.776	1 042 041.621	1.4	1.7	-1.5	7.0	
9			0.631	741 033.632	1 042 042.432	1.4	1.8	-1.6	7.0	
10	3		0.712	741 066.798	1 042 029.468	1.5	1.7	4.6	5.0	
11			0.730	741 062.674	1 042 030.260	1.5	1.7	3.5	5.0	
12			0.711	741 058.579	1 042 031.083	1.4	1.7	2.5	5.0	
13			0.728	741 054.474	1 042 031.871	1.4	1.7	1.8	5.0	
14			0.741	741 050.398	1 042 032.659	1.4	1.7	1.2	7.0	
15			0.745	741 046.284	1 042 033.463	1.4	1.7	0.8	7.0	
16			0.767	741 042.206	1 042 034.241	1.4	1.8	0.5	7.0	
17			0.810	741 038.162	1 042 034.992	1.4	1.8	0.2	7.0	
18			0.799	741 034.071	1 042 035.806	1.4	1.8	0.0	7.0	

*... vzdálenost od vnějšího kolejnicového pásu



← Vitavská

ul. Komunardů →