

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ
KATEDRA MAPOVÁNÍ A KARTOGRAFIE
Studijní obor: GEOINFORMATIKA



KARTOMETRICKÁ ANALÝZA
POLOHOVÉHO SOULADU MAPOVÉ KRESBY
A KILOMETROVÉ SÍTĚ NA SPECIÁLNÍCH
MAPÁCH SM75

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor práce: Bc. Pavel Seemann

Vedoucí práce: Prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc.

2008

CZECH TECHNICAL UNIVERSITY IN PRAGUE
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
DEPARTMENT OF MAPPING AND CARTOGRAPHY
Branch of study: GEOINFORMATICS



CARTOMETRIC ANALYSIS
BETWEEN KM COORDINATE GRID
AND PLANIMETRIC CONTENTS OF SM75
STATE MAPS

THESIS

Author: Bc. Pavel Seemann

Supervisor: Prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc.

2008

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využil, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Ústřední knihovně Fakulty stavební a Fakulty architektury ČVUT.

V Praze dne 8. 12. 2008

Pavel Seemann

Abstrakt

Předložená diplomová práce posuzuje vzájemný polohový soulad mezi kilometrovou sítí systému S-JTSK a polohopisnou kresbou v souboru speciálních map 1 : 75 000 na území ČR.

K výpočtu polohových odchylek se používají souřadnice kontrolních bodů měřené na skenech map a dále přepočtené do systému S-JTSK a souřadnice těchto bodů zjištěné z nezávislého zdroje vyšší přesnosti. Přepočet je realizován afinní transformací s vyrovnáním v softwaru *MATLAB*. Zjištěné polohové odchylky se analyzují pomocí statistických metod.

Počet stran: 75, počet obrázků: 38, počet tabulek: 15, počet příloh 5/71

Abstract

This thesis is focused on reviewing the accuracy between S-JTSK coordinate grid and planimetric contents of special state maps 1 : 75 000 in the Czech Republic.

For calculation of position deviations are used coordinates of control points which are measured from map scans and then converted to the S-JTSK system and coordinates of control points which are measured in an independent source of higher accuracy. Conversion is realised by the affine transformation calculated by the method of least squares in *MATLAB* software. Position deviations are analyzed using statistical methods.

The number of pages: 74, the number of pictures: 38, the number of tables: 15, the number of supplements: 5/71

Poděkování

Zejména bych chtěl vyjádřit poděkování svým rodičům za jejich pevné nervy a podporu při mém studiu na VŠ.

Dále bych chtěl poděkovat prof. Ing. Bohuslavu Veverkovi, DrSc., za odbornou pomoc, cenné rady a poskytnutí podkladových map.

Obsah

OBSAH	7
ÚVOD.....	10
1. TEORETICKÁ ČÁST.....	11
1.1 III. vojenské mapování a speciální mapa 1 : 75 000.....	11
1.2 Křovákovo zobrazení	13
1.2.1 Gaussovo konformní zobrazení elipsoidu (φ, λ) na kouli (U, V).....	14
1.2.2 Transformace zeměpisných souřadnic (U, V) na kartografické ($\check{S}, D$)	14
1.2.3 Konformní kuželové zobrazení kartograf. souřadnic ($\check{S}, D$) na polární (ρ, ε)	16
1.2.4 Transformace polárních souřadnic (ρ, ε) na pravoúhlé (Y, X)	16
1.3 Převod délky ze zobrazovací roviny S-JTSK do nulového horizontu	16
1.4 Interpolace v přímce, Newtonův interpolační polynom	17
1.4.1 Interpolace v přímce	17
1.4.2 Interpolace Newtonovým interpolačním polynomem	17
1.5 Statistické charakteristiky přesnosti měření.....	18
1.5.1 Základní charakteristiky	18
1.5.2 Střední elipsa chyb.....	20
1.6 Koeficient korelace	21
1.7 Testování statistických hypotéz	21
1.7.1 Testování hypotézy o působení systematické chyby $E(\varepsilon) = c$	22
1.7.2 Zkouška asymetrie (šikmosti) rozdělení	22
1.7.3 Zkouška excessu (špičatosti) rozdělení	22
1.7.4 Lillieforsův test	23
1.7.5 Jarqueův-Beraův test.....	23
1.7.6 Pearsonův χ^2 test dobré shody	24
1.7.7 Test hypotézy o existenci korelačního koeficientu $\rho = 0$ v základním souboru.....	25
1.8 Podobnostní transformace souřadnic	25
1.8.1 Výpočet transformačních koeficientů	26
1.8.2 Výpočet souřadnic podrobných bodů a parametrů transformace	26
1.9 Afinní transformace souřadnic s vyrovnaním.....	27

1.9.1	Výpočet transformace pro nutný počet bodů.....	28
1.9.2	Výpočet transformace s vyrovnáním	28
1.10	Srážka mapy	29
2.	POUŽITÁ ZNAČENÍ.....	30
2.1	Souřadnicové systémy	30
2.2	Číslování bodů kilometrové sítě S-JTSK.....	31
2.3	Číslování kontrolních (podrobných) bodů	32
3.	HODNOCENÍ PŘESNOSTI ZÁKRESU SÍTĚ S-JTSK V SM75.....	33
3.1	Výpočet souřadnic rohů mapového listu v S-JTSK.....	33
3.2	Výpočet teoretické polohy bodů kilometrové sítě S-JTSK.....	33
3.3	Výpočet teoretických rozměrů mapového listu	35
3.4	Zpracování naměřených hodnot.....	35
3.5	Transformace teoretických hodnot sítě z S-JTSK do Systému mapa	35
3.6	Transformace teoretických hodnot bodů sítě na mapovém rámu ze Systému mapa do Systému měření	35
3.7	Oprava o vliv srážky mapy	36
3.8	Transformace naměřených hodnot ze Systému mapa do S-JTSK.....	37
3.9	Závěrečné výpočty	37
4.	HODNOCENÍ POLOHOVÉHO SOULADU MAPOVÉ KRESBY A SÍTĚ S-JTSK V SM75.....	38
4.1	Zpracování naměřených hodnot.....	38
4.2	Převod kontrolních bodů do Systému S-JTSK	38
4.3	Výpočet srážky mapy pro čtverce sítě S-JTSK.....	39
4.4	Závěrečné výpočty pro mapový list.....	40
4.5	Rozbor posunů	40
5.	PRÁCE S PROGRAMY	41
5.1	SM75připrav	41
5.1.1	Příprava bodů kilometrové sítě S-JTSK a jejich očíslování	41
5.1.2	Zpracování měření ze seznamů souřadnic pro SM75sit a SM75pol ...	42
5.2	SM75sit	42
5.2.1	Vstupní soubor s měřením	42
5.2.2	Použití a výstupy SM75sit	43

5.3	SM75pol.....	44
5.3.1	Vstupní soubory s měřením	44
5.3.2	Použití a výstupy SM75pol.....	44
5.4	SM75zhodnot.....	45
5.5	Specifika formátů programů	46
5.5.1	M-soubory spustitelné pouze z <i>MATLABu</i>	46
5.5.2	Samostatné exe-soubory	46
6.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST.....	47
6.1	Výběr mapových listů SM75	47
6.2	Kontrolní body	48
6.3	Zdroje teoretických souřadnic kontrolních bodů	49
6.3.1	IZGARD	49
6.3.2	Katastrální mapa a ortofotomapa.....	50
6.3.3	Ostatní zdroje.....	50
6.4	Měření souřadnic kontrolních bodů a bodů sítě S-JTSK.....	50
6.4.1	V Systému měření.....	50
6.4.2	V interaktivní mapě	52
6.5	Zpracování	52
6.6	Hlavní výsledky	53
6.6.1	Výsledky pro všechny kontrolní body	53
6.6.2	Výsledky pro vybrané kontrolní body	58
6.6.3	Posuny KB pro čtveřice mapových listů.....	62
6.6.4	Posuny KB pro mapové listy	62
6.6.5	Výsledky pro body kilometrové sítě S-JTSK	63
	ZÁVĚR	65
	POUŽITÁ LITERATURA.....	69
	SEZNAM TABULEK.....	71
	SEZNAM OBRÁZKŮ	72
	POUŽITÉ ZKRATKY	74
	SEZNAM PŘÍLOH.....	75

Úvod

Speciální mapy 1 : 75 000, které byly hlavním produktem III. vojenského mapování z konce 19. století, mají podobně jako další historická mapová díla význam i v současnosti. S jejich pomocí můžeme sledovat vývoj krajiny, posuzovat změny v zalesnění, provádět rekonstrukci starých cest a říčních toků, zkoumat zaniklé objekty, vyhledávat místa podle již nepoužívaného názvosloví a podobně. Avšak tyto činnosti vyžadují dostatečné vědomosti o vlastnostech mapy. Kromě informací o geodetických základech, kartografickém zobrazení, referenční ploše a dalších matematických attributech je nutné znát i údaje neteoretické povahy, jako je například přesnost zákresu polohopisu nebo srážka mapy. V těchto případech přicházejí na pomoc kartografické metody výzkumu a kartometrie.

Předložená diplomová práce se zabývá studiem souladu polohopisné kresby speciálních map a obrazu kilometrové sítě systému S-JTSK doplněné až v období První republiky. Výzkum navazuje na bakalářskou práci [1], jenž posuzovala přesnost zákresu zmíněné kilometrové sítě S-JTSK. Podstatou řešené problematiky je porovnání souřadnic identických kontrolních bodů v Křovákově zobrazení získaných ze skenů papírových map s nezávislým, řádově přesnějším zdrojem.

Grafické souřadnice kontrolních bodů jsou opraveny o vliv srážky mapy a přepočteny do systému S-JTSK afinní transformací s vyrovnáním. Každý kontrolní bod je transformován samostatně pomocí čtyř identických bodů – bodů kilometrové sítě, jejichž skutečná poloha se zjišťuje pomocí programu z [1]. Pro názornost jsou také kontrolní body transformovány s využitím teoretické polohy bodů sítě S-JTSK. Porovnáním dvojího určení lze získat představu o vlivu zanedbání přesnosti zákresu bodů sítě. Mimo to se zkoumají i základní informace o srážce map. Hlavním úkolem práce je však statistický rozbor polohových odchylek, u kterých se předpokládá, že mají normální rozdělení s nulovou střední hodnotou a střední chybou odpovídající přesnosti zákresu polohopisu. Tuto domněnku se diplomová práce snaží potvrdit, či vyvrátit.

K výpočtům se v [1] používal software *MATLAB*, který je využíván i nadále. A to hlavně z důvodu návaznosti, snadného použití a množství použitelných matematických funkcí.

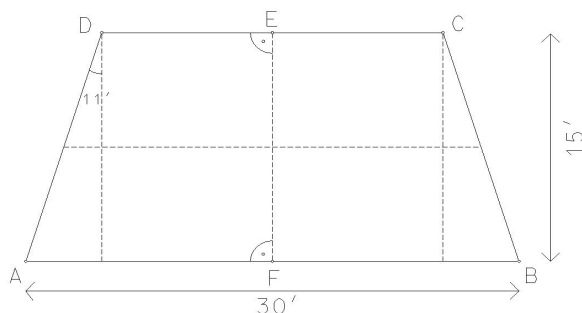
1. Teoretická část

Záměrem první kapitoly je popsat III. vojenské mapování, speciální mapu 1 : 75 000 a vysvětlit a uvést všechny matematické vztahy, které byly použity pro zpracování této práce. Většina textu je převzata z [1]. Původně ale pochází z [2] až [8].

1.1 III. vojenské mapování a speciální mapa 1 : 75 000

Ke III. vojenskému mapování přistoupilo Rakousko-Uhersko po prohrané prusko-rakouské válce z roku 1866. Potřeba mapování byla kromě vojenských účelů vyvolána i nastupující industrializací, výstavbou silnic, železnic, továren a rozvojem měst.

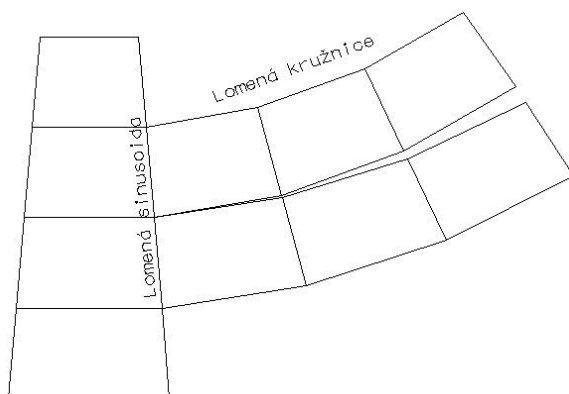
Mapování řídil Vojenský zeměpisný ústav ve Vídni. Mapovalo se v měřítku 1 : 25 000 (topografická sekce). Jako referenční plocha byl použit Besselův elipsoid. Dále byl zvolen jadranský výškový systém a rovinné souřadnicové systémy Gusterberg a Sv. Štěpán. Při mapování polohopisu se používal měřický stolek a později buzola. Výšky se určovaly výškoměrem nebo barometricky.



Obr. 1.1 Konstrukce listu speciální mapy [2]

Zobrazení do roviny bylo stanoveno návodem zpracovaným pro měřítko 1 : 75 000 – tzv. speciální mapu, která se skládala ze čtyř mapových sekcí. Území monarchie se rozdělilo poledníky a rovnoběžkami na sférické lichoběžníky o rozměrech 15' zeměpisné šířky a 30'

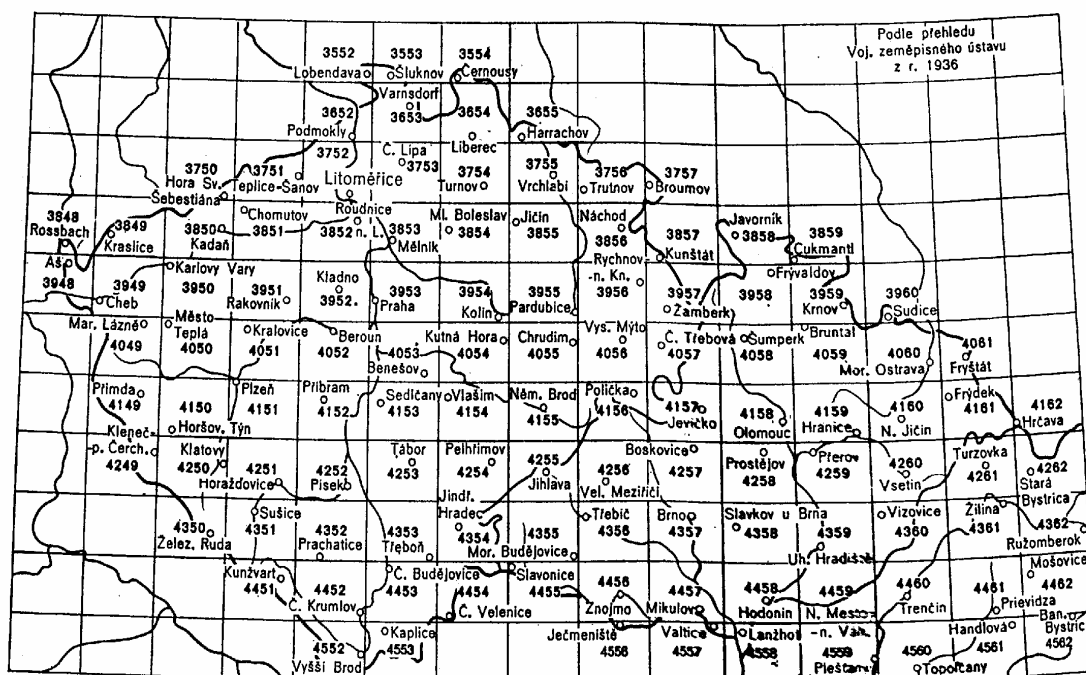
zeměpisné délky (vztahené k Ferrskému poledníku). Každý tento sférický lichoběžník byl zobrazen jako rovinný rovnoramenný lichoběžník – obr. 1.1. Konstrukce mapového rámu vycházela z podmínky, že střední poledník EF a okrajové rovnoběžky AB a CD jsou nezkreslené. Další čáry zeměpisné sítě uvnitř listu vznikaly lineární interpolací na zmíněných nezkreslených čarách. Toto zobrazení se nazývá Sanson-Flamsteedovo. Z popisu je patrné, že každý list speciální mapy byl samostatnou průmětnou – zobrazení se řadí k polyedrickým. Použitá konstrukce má ale mnoho nevýhod. Jednotlivé mapové listy nešly složit v souvislý celek. Vznikala spára sledující obraz poledníku nebo rovnoběžky – obr. 1.2. Rovněž zkreslení na styku dvou speciálních map je značné. Úhlové zkreslení až 11', zkreslení délek až 2 m na 1 km a polohové odchylky až 100 m. Jeden list speciální mapy zobrazuje plochu přibližně 1000 km².



Obr. 1.2 Skládání mapových listů SM75 [3]

Polohopis map byl zobrazen pomocí smluvených značek. Výškopis se vyhotovoval upravenou Lehmannovou šrafurou, která sice dobře vystihovala výškové poměry, ale graficky nesmírně zatěžovala mapu. Významné body (kostely, křižovatky, soutoky vodních toků, vrcholy hor, sedla) se kótovaly. Na mapách se objevily i orientační stometrové vrstevnice.

Rukopisné originály topografických sekcí byly jedenáctibarevné, odvozená speciální mapa 1 : 75 000 se však tiskla jen v černobílém provedení. Při tisku se používala technologie fotolitografie a heliogravura.



Obr. 1.3 Klad a značení listů speciální mapy 1 : 75 000 [2]

Mapové listy speciální mapy se označují čtyřciferným číslem – obr. 1.3. První dvě číslice značí vrstvu a poslední dvě sloupec. S tvorbou speciální mapy se začalo až po dokončení mapování v měřítku 1 : 25 000. Kresba jednoho listu speciálky trvala až osm měsíců.

Kromě speciální mapy vznikla i další odvozená mapa – tzv. Generální mapa v měřítku 1 : 200 000, která zobrazovala území o rozměru 1° zeměpisné šířky a 1° zeměpisné délky. Celkem se tedy skládala z osmi listů speciální mapy. Tyto mapy byly tištěny čtyřbarevně (polohopis a popis černě, vodstvo modře, lesy zeleně a terén hnědě).



Obr. 1.4 Výřez z reambulované speciální mapy [1]

Po vzniku Československa v roce 1918 převzal z Vídně všechny podklady popsanych map Vojenský zeměpisný ústav v Praze, který provedl jejich reambulaci. Německé a maďarské názvy byly nahrazeny českými a slovenskými jmény. Opravily se hrubé deformace výškopisu, dotiskly se zeleně lesní porosty a později i kilometrová souřadnicová síť Křováková

zobrazení. Tyto mapy používala armáda až do roku 1956 a sloužily často také jako podklad pro turistické mapy nebo geologická mapování.

Reambulované speciální mapy se zákresem sítě S-JTSK zkoumá tato práce. Odstavec čerpá z [2] a [3].

1.2 Křovákovo zobrazení

Křovákovo zobrazení je dvojité konformní kuželové zobrazení v obecné poloze, které navrhl v roce 1922 ing. Křovák. Zobrazení se stalo v bývalém Československu základem pro soustavu pravoúhlých rovinných souřadnic (S-JTSK) a je používáno i v současné České a Slovenské republice.

Převod zeměpisných souřadnic φ a λ na pravoúhlé rovinné Y a X se provádí v několika krocích. Nejdříve se konformně zobrazí Besselův elipsoid Gaussovým způsobem na kouli. Ta je konformně zobrazena na kuželovou plochu v obecné poloze. Celý výpočet lze schematizovat.

$$(\varphi, \lambda) \xrightarrow{1} (U, V) \xrightarrow{2} (\check{S}, D) \xrightarrow{3} (\rho, \varepsilon) \xrightarrow{4} (Y, X)$$

1.2.1 Gaussovo konformní zobrazení elipsoidu (φ, λ) na kouli (U, V)

V první fázi je nezbytné konformně zobrazit Besselův elipsoid na kouli, protože kuželová zobrazovací plocha bude použita v obecné poloze. Křovák stanovil za základní rovnoběžku $\varphi_0 = 49^\circ 30'$, která zůstává nezakreslena. Při podmínce, aby bylo zkreslení délek minimální, k ní vypočetl konstanty podle [2]

$$U_0 = 49^\circ 27' 35,846\ 25''$$

$$\alpha = 1,000\ 597\ 498\ 372$$

$$k = 0,996\ 592\ 486\ 7$$

$$R = 6\ 380\ 703,610\ 5\ m.$$

Zobrazovací rovnice mají tvar

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}\left(\frac{U}{2} + 45^\circ\right) &= \frac{1}{k} \left[\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi}{2} + 45^\circ\right) \left(\frac{1-e \sin \varphi}{1+e \sin \varphi}\right)^{\frac{e}{2}} \right]^\alpha \\ V &= \alpha \lambda. \end{aligned} \quad (1.1)$$

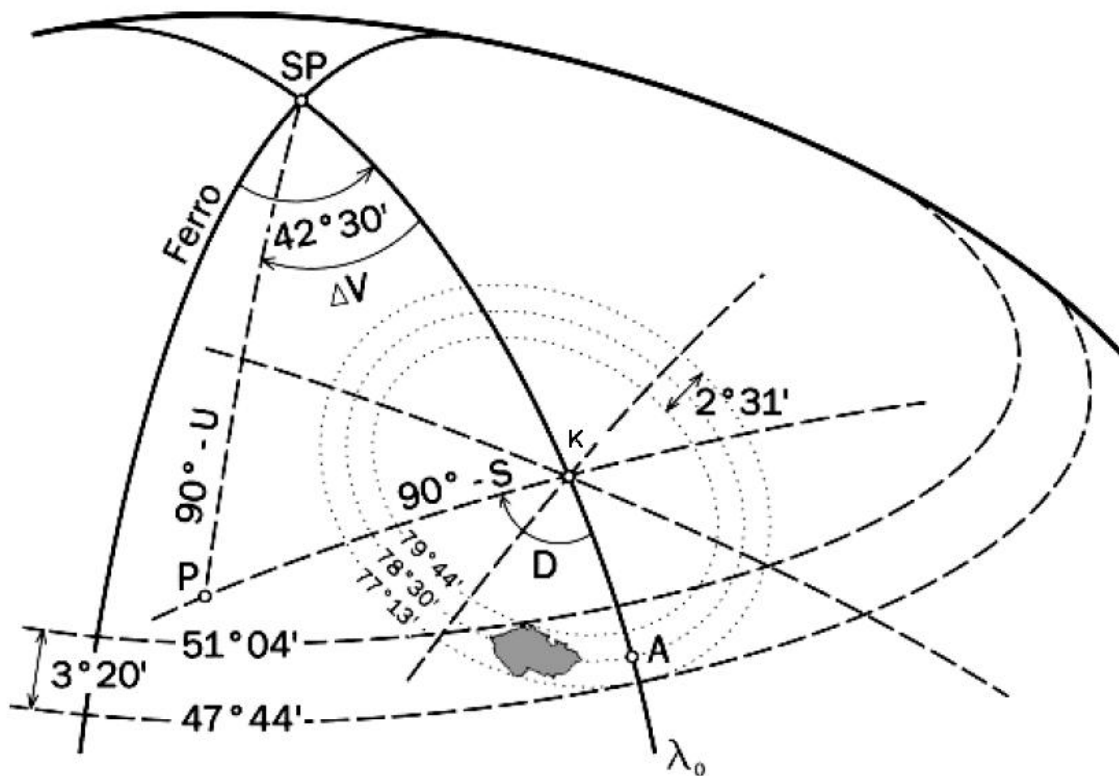
První z rovnic (1.1) lze též vyčíslit pomocí řady

$$\begin{aligned} U &= U_0 + 99,858\ 597\ 949\ 6 \cdot 10^{-2} \Delta\varphi + 86,503\ 510\ 75 \cdot 10^{-6} \Delta\varphi^2 \\ &\quad - 15,109\ 01 \cdot 10^{-8} \Delta\varphi^3 - 117,367\ 3 \cdot 10^{-10} \Delta\varphi^4 - 180,0 \cdot 10^{-14} \Delta\varphi^5, \end{aligned} \quad (1.2)$$

kde $\Delta\varphi = \varphi - \varphi_0$. Veškeré hodnoty jsou ve stupních. Vliv délkového zkreslení na území bývalého Československa se pro praktické účely zanedbává.

1.2.2 Transformace zeměpisných souřadnic (U, V) na kartografické ($\check{S}, D$)

Křovák navrhl obecnou polohu kužele, protože Československo nebylo protáhlé podél zeměpisné rovnoběžky, nýbrž leželo poněkud stočené ve směru severozápad-jihovýchod. Při volbě normální polohy zobrazovacího kužele by byl rovnoběžkový pás široký $3^\circ 20'$ a vliv délkové zkreslení na okraji pásu by činil $+42\ cm/km$. Zvolil tedy empiricky užší pás kartografických rovnoběžek o šířce $2^\circ 31'$. Tím klesl vliv délkového zkreslení v maximální vzdálenosti od střední rovnoběžky na $+24\ cm/km$. Situace je znázorněna na obr. 1.5.



Obr. 1.5 Křovákovo zobrazení [3]

Základní rovnoběžkou se stala kartografická rovnoběžka $\check{S}_0 = 78^\circ 30'$ s okrajovými kartografickými rovnoběžkami $\check{S}_1 = 77^\circ 13'$ a $\check{S}_2 = 79^\circ 44'$. Základní rovnoběžka je kolmá na zeměpisný poledník $\lambda = 42^\circ 30'$ východně od Ferra v bodě A, který má zeměpisnou šířku $\varphi_A = 48^\circ 15'$. Touto volbou se umístil kartografický pól K do místa o souřadnicích na referenční kouli.

$$U_K = 59^\circ 42' 42,696 \text{ } 9''$$

$$V_K = 42^\circ 31' 31,417 \text{ } 25''$$

Vztahy pro transformaci libovolného bodu P mezi kartografickými a zeměpisnými souřadnicemi získáme řešením sférického trojúhelníku $S_P K P$.

$$\sin \check{S} = \sin U \cdot \sin U_K + \cos U \cdot \cos U_K \cdot \cos(V_K - V)$$

$$\sin D = \frac{\cos U \cdot \sin(V_K - V)}{\cos \check{S}} \quad (1.3)$$

1.2.3 Konformní kuželové zobrazení kartograf. souřadnic ($\check{S}$, D) na polární (ρ, ε)

Referenční koule se dále konformně zobrazí na kužel v obecné poloze. Zobrazovací rovnice mají tvar (pro kartografické souřadnice)

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\check{S}_0}{2} + 45^\circ\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\check{S}}{2} + 45^\circ\right)} \right)^n$$
$$\varepsilon = nD.$$
(1.4)

Konstanty ρ_0 a n pro nezkreslenou základní kartografickou rovnoběžku $\check{S}_0 = 78^\circ 30'$ se určí ze vzorců

$$\rho_0 = k \cdot R \cdot \cotg \check{S}_0 = 1\,298\,039,0046\,m$$
$$n = \sin \check{S}_0 = 0,979\,924\,704\,62,$$
(1.5)

kde $k = 0,9999$ a R je poloměr referenční koule. Koeficient k redukuje délkové zkreslení na základní rovnoběžce, a tím snižuje jeho hodnotu na rovnoběžkách okrajových. V důsledku je to podobný obrat, jako kdyby byl zvolen sečný kužel.

1.2.4 Transformace polárních souřadnic (ρ , ε) na pravoúhlé (Y , X)

Osou X pravoúhlé rovinné soustavy je obraz základního poledníku ($\lambda = 42^\circ 30'$ východně od Ferra) a kladný směr osy je orientován k jihu. Počátek byl vložen do obrazu vrcholu kužele. Tím byla celá republika umístěna do prvního kvadrantu a pro libovolný bod na území bývalého Československa platí relace $Y < X$. Pravoúhlé rovinné souřadnice se počítají podle vzorců

$$Y = \rho \sin \varepsilon$$
$$X = \rho \cos \varepsilon.$$
(1.6)

Celá část 1.2 čerpá informace z [3].

1.3 Převod délky ze zobrazovací roviny S-JTSK do nulového horizontu

Délka s mezi body A a B , která je známa v rovině Křovákova zobrazení, se převede na délku s_0 v nulovém horizontu pomocí upraveného vztahu z [4].

$$s_0 = \frac{6 \cdot s}{(m_A + 4m_{AB} + m_B)} \quad (1.7)$$

Koeficienty m pro krajní body A, B a střed mezi nimi se určí z řady

$$m = 0,9999 + 1,228 \cdot 10^{-14} \Delta \rho^2 - 3,154 \cdot 10^{-21} \Delta \rho^3 + 1,848 \cdot 10^{-27} \Delta \rho^4 - 1,15 \cdot 10^{-33} \Delta \rho^5$$

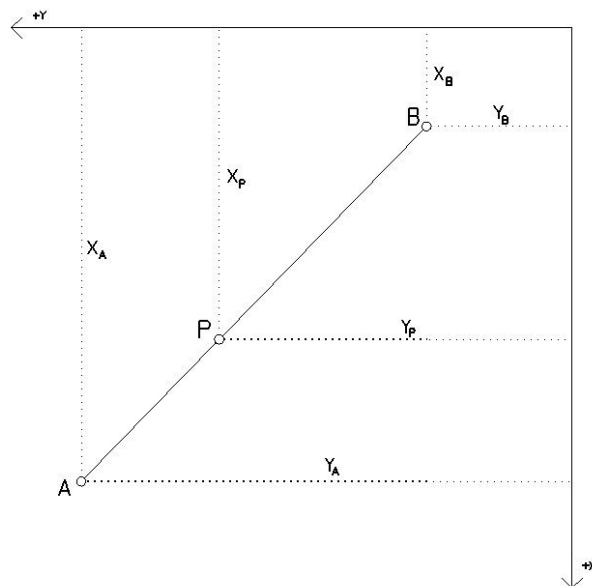
$$\Delta \rho = \rho - \rho_0 = \sqrt{Y^2 + X^2} - 1\,298\,039 \text{ m}. \quad (1.8)$$

1.4 Interpolace v přímce, Newtonův interpolační polynom

Interpolací se rozumí přibližný výpočet hodnot funkce v bodě ležícím uvnitř intervalu z hodnot funkce v krajních, případně i některých vnitřních bodech intervalu. Geometricky si ji lze představit jako hledání polohy bodu na křivce, která je dána známými body.

1.4.1 Interpolace v přímce

Nebo také lineární interpolace je nejjednodušší interpolační metodou. Geometrická představa je následující. Dány jsou dva body v rovině, jenž určují přímku (interpolační křivku) – obr. 1.6. Poloha hledaného bodu, u kterého je známa jedna ze souřadnic, se pak vypočte jedním ze vztahů



Obr. 1.6 Interpolace v přímce [1]

$$Y_P = Y_B + (X_P - X_B) \frac{Y_A - Y_B}{X_A - X_B}, \quad X_P = X_B + (Y_P - Y_B) \frac{X_A - X_B}{Y_A - Y_B}. \quad (1.9)$$

1.4.2 Interpolace Newtonovým interpolačním polynomem

Libovolným počtem n bodů o známých souřadnicích lze proložit interpolační polynom (křivku) stupně $n - 1$. Polynom potom slouží k výpočtu druhé, hledané souřadnice. Jedním z interpolačních polynomů je i Newtonův interpolační polynom – obr. 1.7.

V souřadnicovém systému S-JTSK má tvar

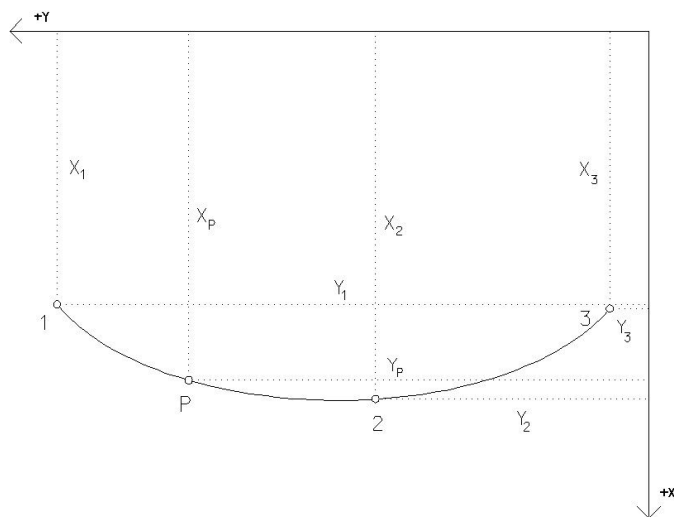
$$X_P = a_0 + a_1(Y_P - Y_1) + a_2(Y_P - Y_1)(Y_P - Y_2) + \dots + a_{n-1}(Y_P - Y_1)(Y_P - Y_2) \cdot \dots \cdot (Y_P - Y_n) \quad (1.10)$$

Postupným dosazením souřadnic daných bodů $Y_1, X_1, \dots, Y_n, X_n$ do tohoto polynomu se získá soustava lineárních rovnic pro neznámé koeficienty $a_0, \dots, a_{n-1}$

$$\begin{aligned} X_1 &= a_0 \\ X_2 &= a_0 + a_1(Y_2 - Y_1) \\ X_3 &= a_0 + a_1(Y_3 - Y_1) + a_2(Y_3 - Y_1)(Y_3 - Y_2) \\ &\dots\dots\dots \\ X_n &= a_0 + a_1(Y_n - Y_1) + \dots + a_{n-1}(Y_n - Y_1)(Y_n - Y_2) \cdot \dots \cdot (Y_n - Y_{n-1}) \end{aligned} \quad (1.11)$$

Soustava lze řešit inverzí matic nebo Hornerovým schématem. Dosazením řešení soustavy do (1.10) se vypočte Newtonův interpolační polynom pro hledanou souřadnici X_P . Interpolační polynom pro Y_P se získá záměnou souřadnice X za Y v (1.10) a novým výpočtem koeficientů.

Uvedené vzorce pocházejí z [8].



Obr. 1.7 Newtonův interpolační polynom pro 3 body [1]

1.5 Statistické charakteristiky přesnosti měření

Zdrojem informací pro statistické charakteristiky měření je skriptum [5].

1.5.1 Základní charakteristiky

Nejpravděpodobnější hodnotu měřené neznámé veličiny určíme výběrovým průměrem, který číselně charakterizuje výběr ze základního souboru o rozsahu n hodnot.

$$\bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n} \quad (1.12)$$

Výběrová střední chyba charakterizuje přesnost jedné hodnoty (měření) výběru ze základního souboru o rozsahu n hodnot.

$$m_l = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2}{n-1}} = \sqrt{\text{var}(l)} \quad (1.13)$$

Výběrová střední chyba aritmetického průměru popisuje přesnost výběrového průměru.

$$m_{\bar{l}} = \frac{m_l}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (l_i - \bar{l})^2}{n(n-1)}} \quad (1.14)$$

Charakteristikou přesnosti pro dvojrozměrnou veličinu (polohu bodu) je výběrová střední souřadnicová chyba m_{xy} a výběrová polohová chyba m_p .

$$m_{xy} = \sqrt{\frac{m_x^2 + m_y^2}{2}} \quad (1.15)$$

$$m_p = \sqrt{m_x^2 + m_y^2} \quad (1.16)$$

Výběrová střední chyba jednoho měření vypočtená ze souboru více měření různých hodnot určených se stejnou přesností se vypočte ze vztahu (1.17), kde k je počet měření, pro která se počítá výběrový aritmetický průměr nebo výběrová střední chyba.

$$M_l = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k (m_{li}^2 \cdot (n-1))}{n \cdot k}} \quad (1.17)$$

Ostatní charakteristiky přesnosti určené z celého souboru více měření různých hodnot se vypočtou podle rovnic (1.18).

$$M_{\bar{l}} = \frac{M_l}{\sqrt{n}} \quad M_{xy} = \sqrt{\frac{M_{\bar{x}}^2 + M_{\bar{y}}^2}{2}} \quad M_p = \sqrt{M_{\bar{x}}^2 + M_{\bar{y}}^2} \quad (1.18)$$

Pro skutečnou (celkovou) chybu, která se skládá ze složky náhodné a systematické $\varepsilon_i = \Delta_i + c_i$, je výběrový první moment (průměr) z výběru o rozsahu n hodnot

$$v_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i}{n}, \quad (1.19)$$

jenž je zároveň i odhadem systematické chyby c souboru. Úplná výběrová variance má tvar

$$m^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2}{n} \approx s^2 + c^2, \quad (1.20)$$

kde s je výběrová střední (náhodná) chyba¹

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}. \quad (1.21)$$

1.5.2 Střední elipsa chyb

Dvojměrné chyby o stejné hustotě pravděpodobnosti leží na elipsách chyb. Elipsa, pro kterou platí, že délky poloos se rovnají extrémním středním chybám ve směrech os pravděpodobností, se nazývá střední elipsa chyb. Pravděpodobnost, že polohová chyba leží uvnitř střední elipsy chyb je 39,3 %.

Úhel stočení od kladného směru osy X k poloose a je

$$\omega = \frac{1}{2} \arctg \frac{2 \cdot \text{cov}(x, y)}{\text{var}(x) - \text{var}(y)} = \frac{1}{2} \arctg \frac{\sum_{i=1}^n ((x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}))}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}, \quad (1.22)$$

¹ V případě, že skutečné chyby neobsahují systematickou složku jsou obě chyby totožné.

kde $\bar{x}, \bar{y}$ jsou výběrové průměry. Velikost poloos střední elipsy chyb

$$\begin{aligned} a &= \sqrt{\text{var}(x) \cdot \cos^2 \omega + \text{cov}(x, y) \cdot \sin 2\omega + \text{var}(y) \cdot \sin^2 \omega} \\ b &= \sqrt{\text{var}(x) \cdot \sin^2 \omega - \text{cov}(x, y) \cdot \sin 2\omega + \text{var}(y) \cdot \cos^2 \omega} \end{aligned} \quad (1.23)$$

$$\text{cov}(x, y) = \frac{\sum_{i=1}^n ((x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}))}{n-1}. \quad (1.24)$$

1.6 Koeficient korelace

Lineární koeficient korelace vyjadřuje míru těsnosti lineárního stochastického (statistického) vztahu v korelačním poli, tj. v grafickém znázornění měření dvou nezávislých veličin (x, y) . Nabývá hodnot z intervalu $< -1, +1 >$. Jestliže, je koeficient korelace nulový, potom jsou veličiny (x, y) nekorelované. To ale neznamená, že nejsou nezávislé, jelikož nulová hodnota korelačního koeficientu je nutnou, ale nikoliv postačující podmínkou pro nezávislost veličin. Vztah pouze nelze vyjádřit lineární funkcí.

Výběrový koeficient korelace je odmocnina z podílů směrníc regresních přímek pro obě proměnné. Vzorec si lze také představit jako podíl kovariance a odmocniny ze součinu variancí obou proměnných

$$r = \sqrt{\frac{\text{tg} \alpha_y}{\text{tg} \alpha_x}}, \quad r = \frac{\text{cov}(x, y)}{\sqrt{\text{var}(x) \text{var}(y)}} = \frac{\sum_{i=1}^n ((x_i - \bar{x}) \cdot (y_i - \bar{y}))}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}, \quad (1.25)$$

kde $\bar{x}, \bar{y}$ jsou výběrové průměry. Podle [5] a [6].

1.7 Testování statistických hypotéz

Více obecných zásad a informací k problematice se nachází v [5], [6] a [7]. Dále popsané metody testují normalitu souboru měření, kromě poslední, která ověřuje hypotézu o korelačním koeficientu (viz 1.7.7).

1.7.1 Testování hypotézy o působení systematické chyby $E(\varepsilon) = c$

Testuje se zda v souboru o rozsahu n působí stálá systematická chyba $\bar{c}$, tj. posun osy Gaussovy křivky. Testovacím kritériem je veličina

$$|\nu_1| = \frac{\left| \sum_{i=1}^n \varepsilon_i \right|}{n} \quad (1.26)$$

Překročí-li empirická hodnota $|\nu_1|$ mez $t_\alpha \sigma_1$ při $\alpha \leq 0,05$, zamítá se nulová hypotéza $\bar{\nu}_1 = E(\varepsilon) = 0$ a je téměř jisté, že působí systematická chyba $\bar{\nu}_1 = E(\varepsilon) = \bar{c}$. Její odhad pak je $c = \nu_1$ - [5].

$$\sigma_1 \approx \frac{m}{\sqrt{n}} \quad P(|\nu_1| > t_\alpha \sigma_1) = \alpha \quad s^2 = m^2 - c^2 \quad (1.27)$$

1.7.2 Zkouška asymetrie (šikmosti) rozdělení

Podle [5] se zkouší zda-li výběrový koeficient asymetrie odpovídá koeficientu asymetrie základního normálního souboru $\bar{A} = 0$. Testovacím kritériem je

$$A = \frac{\mu_3}{\mu_2^{3/2}} \quad P(A > t_\alpha \sigma_A) = \alpha, \quad (1.28)$$

kde μ_k je k -tý empirický centrální moment

$$\mu_k = \frac{\sum_{i=1}^n (\varepsilon_i - \nu_1)^k}{n} \quad (1.29)$$

a mez σ_A je

$$\sigma_A = \sqrt{\frac{6(n-2)}{(n+1)(n+3)}}. \quad (1.30)$$

1.7.3 Zkouška excessu (špičatosti) rozdělení

Kritériem excessu křivky četností proti normálnímu rozdělení je podle [5] koeficient E . Pro Gaussovu křivku platí $E = 0$, pro špičatou křivku $E > 0$ a pro plochou křivku $E < 0$.

$$E = \frac{\mu_4}{\mu_2^2} - 3 \quad P(E > t_\alpha \sigma_E) = \alpha \quad (1.31)$$

Mez σ_E je

$$\sigma_E = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+3)(n+5)}}. \quad (1.32)$$

Při překročení kritické hranice $t_\alpha \sigma_E$ se hypotéza o normálním rozdělení základního souboru zamítá.

1.7.4 Lillieforsův test

Tento test je zvláštním případem testování podle Kolmogorovova-Smirnovova. Používá se k ověření nulové hypotézy $F_n(x) = F_T(x)$. U výběru nejsou známy parametry normálního rozdělení. Střední hodnota se odhaduje na základě výběrového aritmetického průměru a směrodatná odchylka pomocí výběrové směrodatné odchylky.

Testovým kritériem je maximální absolutní rozdíl výběrové distribuční funkce $F_n(x)$ a teoretické distribuční funkce $F_T(x)$ nebo-li rozdíl sčítané relativní skutečné četnosti a teoretické četnosti.

$$D_{\max} = \max |F_n(x) - F_T(x)| \quad P\{D_{\max} > D_\alpha(n, \alpha)\} = \alpha \quad (1.33)$$

Hodnoty kritických rozdílů $D_\alpha(n, \alpha)$ lze nalézt ve statistických tabulkách.² Nulová hypotéza, že základní soubor má normální distribuční funkci s neznámými parametry, se zamítá na hladině významnosti α , jestliže hodnota testovacího kritéria překročí kritický rozdíl. Čerpáno z [10], [11] a [12].

1.7.5 Jarqueův-Beraův test

Tento test se podle [10], [11] a [12] také používá k posouzení normality a je založen na kombinaci výběrové šikmosti (A) a špičatosti (E). Testovací statistika je založena na hodnotě

$$JB = \frac{n}{6} \left(A^2 + \frac{(E-3)^2}{4} \right). \quad (1.34)$$

² Kritické rozdíly a celý Lillieforsův test lze počítat v *MATLABu* pomocí funkce *lillietest*.

Koeficient JB má asymptotické χ^2 rozdělení s dvěma stupni volnosti. Může se tedy použít k ověření složené nulové hypotézy, že výběr je pochází z normálního rozdělení. Platí, že normální rozdělení má očekávanou šikmost 0 a špičatost 3.³ Nulová hypotéza se zamítá na hladině významnosti α , pokud je překročena kritická mez.

1.7.6 Pearsonův χ^2 test dobré shody

Prvky hodnoceného výběru se roztrídí do intervalů. Počet prvků, které padnou do jistého intervalu, se nazývá skutečnou třídní četností r_j . Z předpokládaného rozdělení pro základní soubor⁴ lze vypočítat očekávané třídní četnosti v intervalech $R_j = n \cdot p_j$, kde n je celkový počet prvků výběru a p_j pravděpodobnost, že se prvek objeví v j -tém intervalu.

Nulová hypotéza předpokládá, že skutečné a očekávané třídní četnosti se liší pouze náhodně, tj. že hodnocený výběr je výběrem ze základního souboru s předpokládaným rozdělením pravděpodobnosti. Test se používá jako pravostranný. Testovacím kritériem je veličina

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k \frac{(r_j - R_j)^2}{R_j}, \quad (1.35)$$

kde k je počet intervalů, která má rozdělení χ^2 s $k - c - 1$ stupni volnosti, kde c je počet neznámých parametrů zvoleného rozdělení pravděpodobnosti a musí se odhadovat.

Dále je třeba splnit požadavky aby platilo $R_j \geq 1$ a nejvýše 20 % hodnot R_j může být menší než 5. Pokud nejsou požadavky splněny, musí se intervaly nevyhovující R_j spojovat, což přinese i změnu počtu intervalů k .

Z hladiny významnosti α a $k - c - 1$ stupňů volnosti se určí kritická hodnota χ_α^2 (např. z tabulek v [5]). Nulová hypotéza o platnosti zvoleného rozdělení v základním souboru se zamítá, když $\chi^2 > \chi_\alpha^2$.

Odstavec čerpá z [5], [10] a [12].

³ V *MATLABu* lze Jargueův-Beraův test počítat pomocí funkce *jbttest*.

⁴ Případem s neznámými parametry normálního rozdělení (střední hodnota a variance) se podrobněji zabývá například [10]. V této práci je využita předprogramovaná funkce *MATLABu* – *chi2gof*.

1.7.7 Test hypotézy o existenci korelačního koeficientu $\rho = 0$ v základním souboru

Ověřuje se, zda výběrový koeficient korelace r z výběru o rozsahu n odpovídá výběru ze základního souboru s koeficientem korelace $\rho = 0$. Test se používá převážně jako oboustranný s testovacím kritériem

$$t = \frac{r\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r^2}}. \quad (1.36)$$

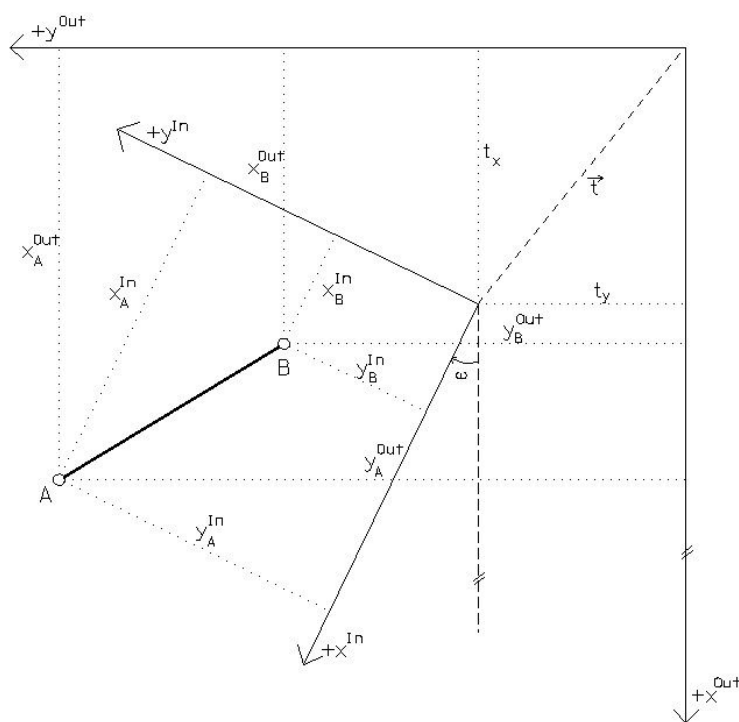
Veličina t má Studentovo t -rozdělení s $n-2$ stupni volnosti. Nulová hypotéza o existenci korelačního koeficientu $\rho = 0$ v základním souboru se zamítá při $|t| > t_{\alpha/2}$. Kritickou hodnotu, jakož i původ informací, lze nalézt v [7].

1.8 Podobnostní transformace souřadnic

Transformace souřadnic převádí souřadnice z jednoho souřadnicového systému (In) do druhého souřadnicového systému (Out). Souřadnicové systémy v rovině jsou vzájemně natočeny o úhel stočení ω , počátky systémů posunuty o posuny t_x a t_y . Poměr odpovídajících si délek s z obou systémů vyjadřuje měřítko.

Úhel stočení ω je definován jako směrnik kladné osy x soustavy, ze které se transformuje (In), v soustavě, do které se transformuje (Out). V případě podobnostní transformace je měřítkový koeficient stejný ve všech směrech a je různý od jedné. Transformace tedy zachovává podobnost obrazců.

K určení transformačního klíče $\vec{h} = (a, b, t_x, t_y)$ je nutné znát čtyři souřadnice, tedy minimálně dva identické body, jejichž poloha je známa v obou soustavách – [4].



Obr. 1.8 Podobnostní transformace souřadnic [1]

Rovnice podobnostní transformace má v maticovém zápisu tvar

$$\vec{x}^{Out} = \vec{t} + s \cdot \mathbf{R} \cdot \vec{x}^{In}, \quad (1.37)$$

kde $\mathbf{R}$ je matice rotace a $\vec{t} = (t_x, t_y)$ je vektor translace. V rozepsaném tvaru pak

$$\begin{pmatrix} x^{Out} \\ y^{Out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix} + s \cdot \begin{pmatrix} \cos \omega & -\sin \omega \\ \sin \omega & \cos \omega \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x^{In} \\ y^{In} \end{pmatrix}. \quad (1.38)$$

1.8.1 Výpočet transformačních koeficientů

Označením $a = s \cdot \cos \omega$, $b = s \cdot \sin \omega$, úpravou vztahu (1.38) a dosazením identických bodů A a B se získá rovnice pro neznámý vektor transformačních koeficientů

$$\begin{pmatrix} x_A^{Out} \\ y_A^{Out} \\ x_B^{Out} \\ y_B^{Out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_A^{In} & -y_A^{In} & 1 & 0 \\ y_A^{In} & x_A^{In} & 0 & 1 \\ x_B^{In} & -y_B^{In} & 1 & 0 \\ y_B^{In} & x_B^{In} & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a \\ b \\ t_x \\ t_y \end{pmatrix}. \quad (1.39)$$

Nebo-li

$$\vec{x}^{Out} = \mathbf{A} \cdot \vec{h} \quad (1.40)$$

Rovnice (1.40) se řeší inverzí matice a vektor hledaných transformačních parametrů je

$$\vec{h} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \vec{x}^{Out}. \quad (1.41)$$

1.8.2 Výpočet souřadnic podrobných bodů a parametrů transformace

Souřadnice n podrobných bodů se poté vypočtou ze vztahu

$$\begin{pmatrix} x_1^{Out} \\ y_1^{Out} \\ \dots \\ \dots \\ x_n^{Out} \\ y_n^{Out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_1^{In} & -y_1^{In} & 1 & 0 \\ y_1^{In} & x_1^{In} & 0 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_n^{In} & -y_n^{In} & 1 & 0 \\ y_n^{In} & x_n^{In} & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a \\ b \\ t_x \\ t_y \end{pmatrix}. \quad (1.42)$$

Jsou-li známy transformační koeficienty a a b , lze určit úhel stočení ω a měřítko s z rovnic

$$\omega = \arctg \frac{a}{b}, \quad s = \sqrt{a^2 + b^2}. \quad (1.43)$$

1.9 Afinní transformace souřadnic s vyrovnáním

Podobnostní transformaci lze chápat jako podmnožinu transformace afinní. Namísto jednoho měřítkového koeficientu uvažuje afinní transformace koeficienty dva – (s_x a s_y) pro směry os x a y . Úhel stočení ω a posuny t_x a t_y si ponechávají stejný význam jako u podobnostní transformace. Z výše uvedeného plyne, že metoda nezachovává konformitu.

Počet identických bodů nutných k výpočtu transformačního klíče vzroste na tři, což představuje šest souřadnic. Klasická, pětiprvková afinní transformace má tvar

$$\begin{aligned} x^{Out} &= s_x \cdot \cos \omega \cdot x^{In} - s_y \cdot \sin \omega \cdot y^{In} + t_x \\ y^{Out} &= s_x \cdot \sin \omega \cdot x^{In} + s_y \cdot \cos \omega \cdot y^{In} + t_y \end{aligned} \quad (1.44)$$

Přepsáním rovnic (1.44) do maticového zápisu získáme tvar šestiprvkové afinní transformace

$$\vec{x}^{Out} = \vec{t} + \mathbf{A} \cdot \vec{x}^{In}, \quad (1.45)$$

$$\begin{pmatrix} x^{Out} \\ y^{Out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x^{In} \\ y^{In} \end{pmatrix}, \quad (1.46)$$

kde

$$a_{11} = s_x \cos \omega \quad a_{12} = -s_y \sin \omega \quad a_{21} = s_x \sin \omega \quad a_{22} = s_y \cos \omega \quad (1.47)$$

V této podobě již není transformace vázána geometrickými vztahy a dá se o ní mluvit jako o polynomické transformaci prvního řádu.

1.9.1 Výpočet transformace pro nutný počet bodů

Po úpravě vztahu (1.46) a při využití identických bodů A , B a C má rovnice afinní transformace pro výpočet klíče tvar

$$\begin{pmatrix} x_A^{Out} \\ y_A^{Out} \\ x_B^{Out} \\ y_B^{Out} \\ x_C^{Out} \\ y_C^{Out} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_A^{In} & y_A^{In} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x_A^{In} & y_A^{In} & 0 & 1 \\ x_B^{In} & y_B^{In} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x_B^{In} & y_B^{In} & 0 & 1 \\ x_C^{In} & y_C^{In} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x_C^{In} & y_C^{In} & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ a_{21} \\ a_{22} \\ t_x \\ t_y \end{pmatrix} \quad (1.48)$$

$$\vec{x}^{Out} = \mathbf{B} \cdot \vec{h} \quad (1.49)$$

s řešením

$$\vec{h} = \mathbf{B}^{-1} \cdot \vec{x}^{Out} \quad (1.50)$$

Hledaný vektor transformovaných podrobných bodů se získá z rovnice (1.49) s tím rozdílem, že do matice $\mathbf{C}$ (jenž je obdobou $\mathbf{B}$) se dosazují souřadnice podrobných bodů v soustavě ze které se transformuje.

1.9.2 Výpočet transformace s vyrovnáním

Při nadbytečném počtu identických bodů se úloha řeší metodou nejmenších čtverců pomocí zprostředkujícího vyrovnání. Transformační klíč je počítán tak, aby odchylky na identických bodech byly minimální.

Vztahy mezi vstupními a výstupními souřadnicemi jsou lineární, proto lze pro jednotlivé identické body psát rovnice oprav

$$\begin{pmatrix} v_{x_A} \\ v_{y_A} \\ \dots \\ \dots \\ v_{x_N} \\ v_{y_N} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_A^{In} & y_A^{In} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x_A^{In} & y_A^{In} & 0 & 1 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_N^{In} & y_N^{In} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & x_N^{In} & y_N^{In} & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ a_{21} \\ a_{22} \\ t_x \\ t_y \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} x_A^{Out} \\ y_A^{Out} \\ \dots \\ \dots \\ x_N^{Out} \\ y_N^{Out} \end{pmatrix} \quad (1.51)$$

$$\vec{v} = \mathbf{B} \cdot \vec{h} - \vec{l} \quad (1.52)$$

Řešením normálních rovnic, do kterých není nutné zavádět váhy, je vyrovnaný vektor transformačních koeficientů

$$\vec{h} = (\mathbf{B}^T \cdot \mathbf{B})^{-1} \cdot \mathbf{B}^T \cdot \vec{l} . \quad (1.53)$$

Transformované body (identické nebo podrobné podle dosazení do matice $\mathbf{B}$ respektive $\mathbf{C}$) určují vztahy

$$\vec{x}_{IB}^{Out} = \mathbf{B} \cdot \vec{h} , \quad \vec{x}_{PB}^{Out} = \mathbf{C} \cdot \vec{h} \quad (1.54)$$

Z oprav vypočtených podle (1.52) se získají základní střední chyby transformace (aposteriorní střední chyba jednotková, střední chyby souřadnic)

$$m_0 = \sqrt{\frac{\vec{v}^T \cdot \vec{v}}{n-k}} , \quad m_x = \sqrt{\frac{\vec{v}_x^T \cdot \vec{v}_x}{\tilde{n}-1}} , \quad m_y = \sqrt{\frac{\vec{v}_y^T \cdot \vec{v}_y}{\tilde{n}-1}} , \quad (1.55)$$

kde n je dvojnásobek počtu transformovaných bodů, k odpovídá počtu transformačních koeficientů ($k = 6$) a $\tilde{n}$ počtu transformovaných bodů.

Další charakteristiky přesnosti se dají určit podle zásad vyrovnávacího počtu uvedených v [5]. Geometrické parametry je možné vypočítat po různých složitých úpravách z rovnic (1.47).

1.10 Srážka mapy

Rozdílem teoretické délky úsečky v mapě a délky úsečky z mapy měřené se získá absolutní srážka (1.56). Poměr těchto délek přenásobený stem pak vyjadřuje relativní srážku v procentech (1.57).

$$s_{abs} = d_{teo} - d_{mer} \quad (1.56)$$

$$s_{rel} = 100 \cdot \frac{d_{mer}}{d_{teo}} \% \quad (1.57)$$

Více informací ke srážce mapy pro celý mapový list obsahuje například skriptum [2].

2. Použitá značení

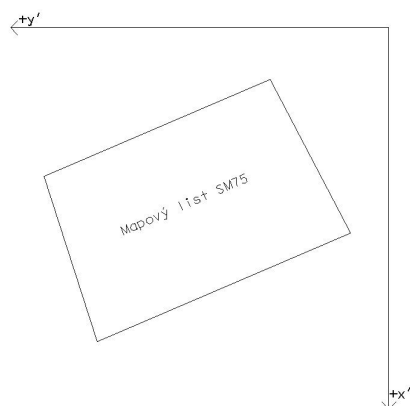
Pro usnadnění práce bylo nutné definovat pomocné souřadnicové systémy a zavést systémy číslování bodů sítě a kontrolních (podrobných) bodů. Texty, programy a protokoly užívají následující symboliku.

2.1 Souřadnicové systémy

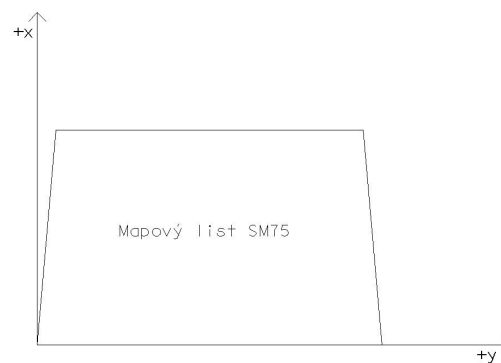
Prvním ze tří souřadnicových systémů je souřadnicový Systém měření (y' , x'), který může mít obecně libovolný počátek, měřítko a geodetickou či matematickou orientaci os. Konkrétní volba závisí na nastavení digitizéru nebo programu pro odečítání souřadnic z rastru – obr. 2.1 (viz také 6.4.1).

Souřadnicový Systém mapa (y , x) má počátek v levém dolním rohu mapové kresby. Kladný směr osy y je určen směrem na pravý dolní roh a kladný směr osy x je na něj kolmý v geodetickém smyslu. Měřítko odpovídá teoretickým rozměrům mapy v milimetrech – obr. 2.2.

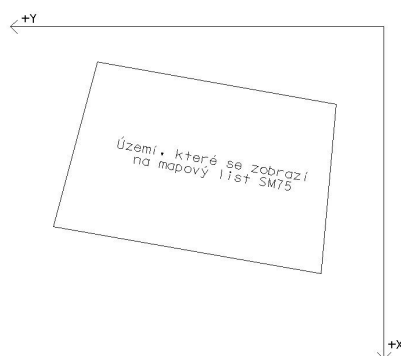
Poslední použitý souřadnicový systém je S-JTSK (Y , X) jehož popis je uveden v odstavci. 1.2 – obr. 2.3.



Obr. 2.1 Systém mapa [1]



Obr. 2.2 Systém měření [1]

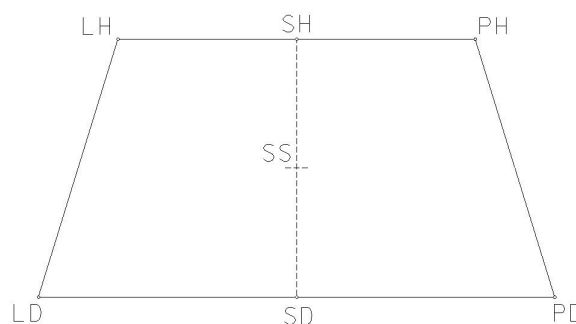


Obr. 2.3 Systém S-JTSK [1]

2.2 Číslování bodů kilometrové sítě S-JTSK

Významné body mapového rámu jsou označeny zkratkou svého názvu – *obr. 2.4*.

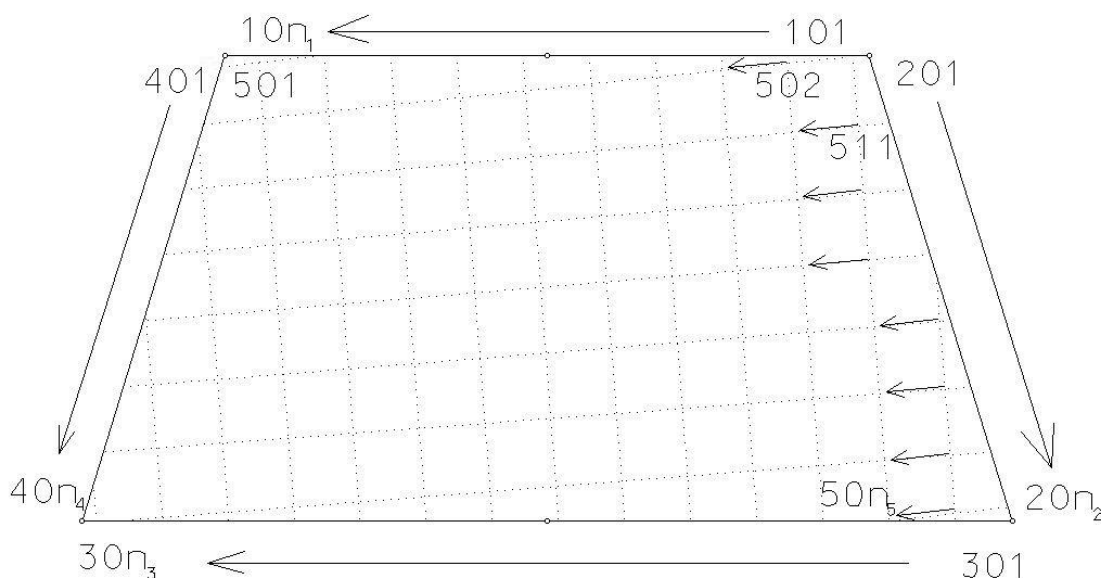
- *LD* – levý dolní roh
- *LH* – levý horní roh
- *PH* – pravý horní roh
- *PD* – pravý dolní roh
- *SD* – střed dolního rámu
- *SH* – střed horního rámu
- *SS* – střed spojnice *SD-SH*



Obr. 2.4 Označení hlavních bodů ML [1]

Body kilometrové sítě S-JTSK ležící na horním rámu jsou číslovány od 101 směrem z bodu *PH* na roh *LH*. Pravý rám je číslován směrem z *PH* na *PD* od čísla 201, dolní rám pak opět zprava doleva (*PD-LD*) od čísla 301 a konečně body na levém rámu jsou označeny čísly od 401 směrem *LH-LD*. Body uvnitř mapové kresby se číslovají od 501 a jejich pořadové číslo narůstá se zvětšující se souřadnicí *Y* a to postupně od nejsevernější kolmice na osu *X* k té nejižnější. Nejlepší představu o číslování podá *obr. 2.5*.

Toto uspořádání bylo voleno s ohledem na snadnější výpočet polohy bodů sítě.



Obr. 2.5 Označení bodů sítě S-JTSK [1]

2.3 Číslování kontrolních (podrobných) bodů

Body polohopisu (sloužící ke stanovení polohových odchylek) přebírají označení ze souřadnic levého dolního rohu čtverce čtyřkilometrové sítě S-JTSK v němž leží. Nebo-li od nejbližších vyšších souřadnic S-JTSK dělitelných čtyřmi tisíci. Číslo kontrolního bodu tvoří nejprve souřadnice Y a pak X v kilometrech.

Například bod o předpokládaných souřadnicích $Y = 578646$, $X = 1077094$ má číslo 5801080.

3. Hodnocení přesnosti zákresu sítě S-JTSK v SM75

Následující kapitola shrnuje metody a postupy, které byly použity v bakalářské práci [1] pro vyhodnocení přesnosti zákresu sítě S-JTSK ve speciálních mapách. Zejména se věnuje algoritmu programu *SM75sit*.

Popis vlastní práce s *SM75sit* a aplikace programu na vyhodnocení polohového souladu mapové kresby a sítě S-JTSK uvádí 5. a 6. kapitola. Teoretické metody a postupy, na nichž je výpočet založen, jsou uvedeny v 1. kapitole.

Pro potřeby výzkumu zákresu sítě S-JTSK bylo použito následující zjednodušení.

Vlastnosti polyedrického zobrazení, ve kterém byly speciální mapy vyhotoveny, se zanedbají a místo něj se mapa uvažuje v Křovákově zobrazení.

Stanovení tohoto předpokladu vychází z měřítka speciální mapy, pro které lze považovat úhlová a délková zkreslení za zanedbatelná a to jak v polyedrickém tak i v Křovákově zobrazení. Lze je tedy zaměnit, což umožní snadnější výpočet. Viz také [9], odstavce 2.3 a 2.4.2.

Struktura této kapitoly odpovídá názvům v komentářích programu, jehož zdrojový kód se nachází na přiloženém datovém nosiči nebo v Příloze č. 3.

3.1 Výpočet souřadnic rohů mapového listu v S-JTSK

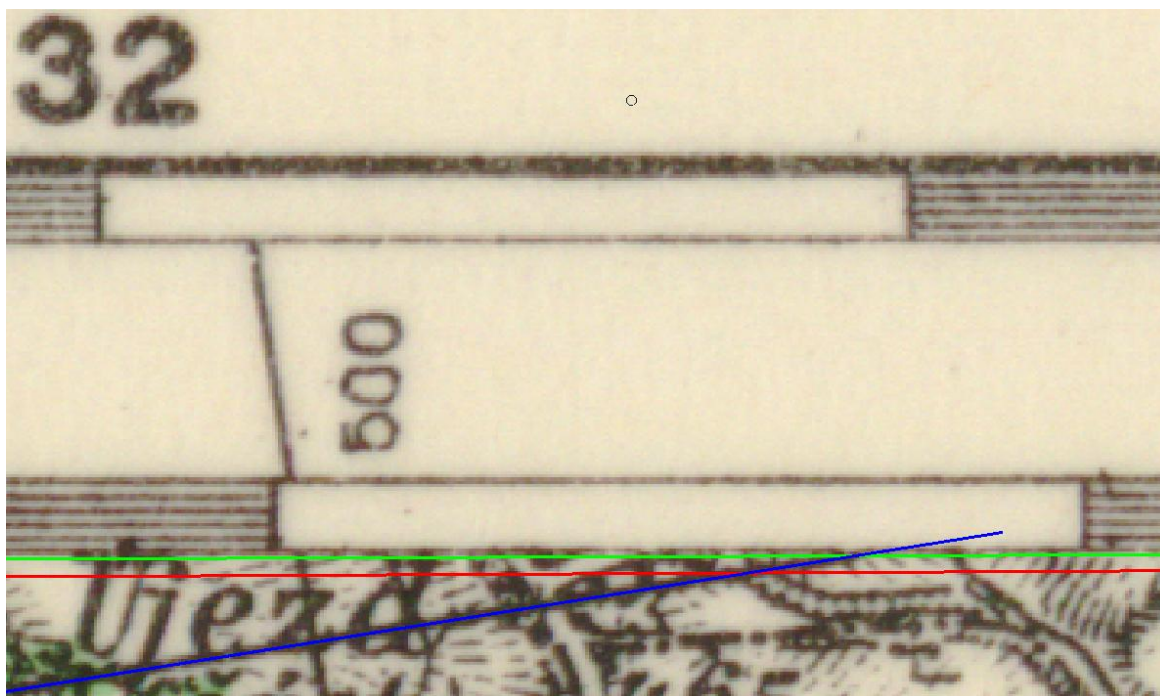
Mapový list má neměnné rozměry $15' \times 30'$. Na základě této znalosti program vypočítá ze zeměpisných souřadnic levého horního rohu zbývající rohy a pomocné body *SH*, *SD*. Dále je převede do systému S-JTSK postupem uvedeným v části 1.2.

3.2 Výpočet teoretické polohy bodů kilometrové sítě S-JTSK

Souřadnice bodů čtyřkilometrové sítě S-JTSK jsou zřejmé z mapy na první pohled. V programu *SM75sit* ale musí být nějak určeny – nejprve na mapovém rámu a pak uvnitř mapové kresby.

Body na levém a pravém rámu se vypočítají snadno. Rám je obrazem poledníku a lze jej pro účely interpolace považovat za úsečku danou body *LH-LD* nebo *PH-PD*. Pro bod sítě na rámu platí, že leží na této úsečce a jedna z jeho souřadnic je dělitelná 4000 m. S touto informací a za použití vzorců (1.9) v odstavci 1.4.1 program vypočte hledané body.

K interpolaci v horním a dolním rámu se použije Newtonův interpolační polynom, jenž prochází body LH , SH a PH nebo LD , SD a PD . I když se obraz rovnoběžky od přímky příliš neliší (vzepětí v bodě SH případně SD odpovídá v měřítku mapy asi $0,4\text{ mm}$ – viz také [9]), pro body sítě na rámu se souřadnicí X dělitelnou 4000 by chyba z aproximace přímkou překročila únosnou mez, protože přímka s konstantní souřadnicí X protíná mapový rám pod příliš strmým úhlem. (Tento fakt platí pro všechny speciální mapy na území České republiky.) Více na obr. 3.1, kde je modrou čarou vyznačena popisovaná přímka, zelenou barvou lineární aproximace a červenou barvou aproximace Newtonovým interpolačním polynomem druhého stupně, který program počítá ze vzorců uvedených v části 1.4.2 pro souřadnici X . Souřadnici Y neurčuje dalším interpolačním polynomem, ale využívá již spočtený, který řeší jako kvadratickou rovnici s neznámou Y .



Obr. 3.1 Důvod výpočtu Newtonovým interpolačním polynomem [1]

Body sítě uvnitř mapové kresby se interpolují v přímkách rovnoběžných s osou Y , které jsou dány již spočtenými body na rámu. U těchto bodů sítě platí, že obě souřadnice, z nichž jedna je známá, jsou dělitelné 4000 . Podstatou výpočtu je vyhledání souřadnic, které jsou násobkem tohoto čísla a leží mezi krajními body.

Vypočtené body jsou pak očíslovány (viz 2.2) a vhodně seřazeny.

3.3 Výpočet teoretických rozměrů mapového listu

V dalším kroku se stanoví rozměry mapového listu neovlivněné srážkou papíru. Nejprve se Pythagorovou větou vypočtou vzdálenosti mezi body $LH-PH$, $LD-PD$ a $SH-SD$ v systému S-JTSK. Získané délky se opraví o zkreslení ze zobrazení podle vzorců v 1.3 a poté se vydělí 75. Obdržené hodnoty odpovídají rozměrům mapového listu v milimetrech. Pomocí nich se definuje Systém mapa podle zásad uvedených v 2.1.

3.4 Zpracování naměřených hodnot

Pro naměřené souřadnice bodů sítě v Systému měření se spočtou výběrové průměry a statistické charakteristiky přesnosti dle rovnic uvedených v odstavci 1.5. Je-li měřítko v tomto systému podobné nebo shodné jako v Systému mapa, je možné považovat střední souřadnicové a polohové chyby v obou systémech za totožné.

Naměřené souřadnice se dají pokládat za absolutně přesné, pokud měřič dodrží postup uvedený v 6. kapitole. Aby se zabránilo vzniku hrubých chyb, vyhledá program bod sítě s největší souřadnicovou a polohovou chybou. Pokud tento bod nevyhovuje, lze jej přeměřit.

3.5 Transformace teoretických hodnot sítě z S-JTSK do Systému mapa

První z řady transformací, použitých při výpočtu, převádí hodnoty z kroku 3.2 do Systému mapa. Děje se tak pomocí obyčejné podobnostní transformace s identickými body LH a PD dle rovnic v 1.8. Do výpočtu nejsou zahrnuty zbývající identické body LD a PH , a nedochází tak k vyrovnání. Přesnost transformovaných souřadnic není tímto faktem nijak zhoršena, protože vlíčovací body v obou systémech lze pokládat za přesně identické, díky postupu z 3.3.

3.6 Transformace teoretických hodnot bodů sítě na mapovém rámu ze Systému mapa do Systému měření

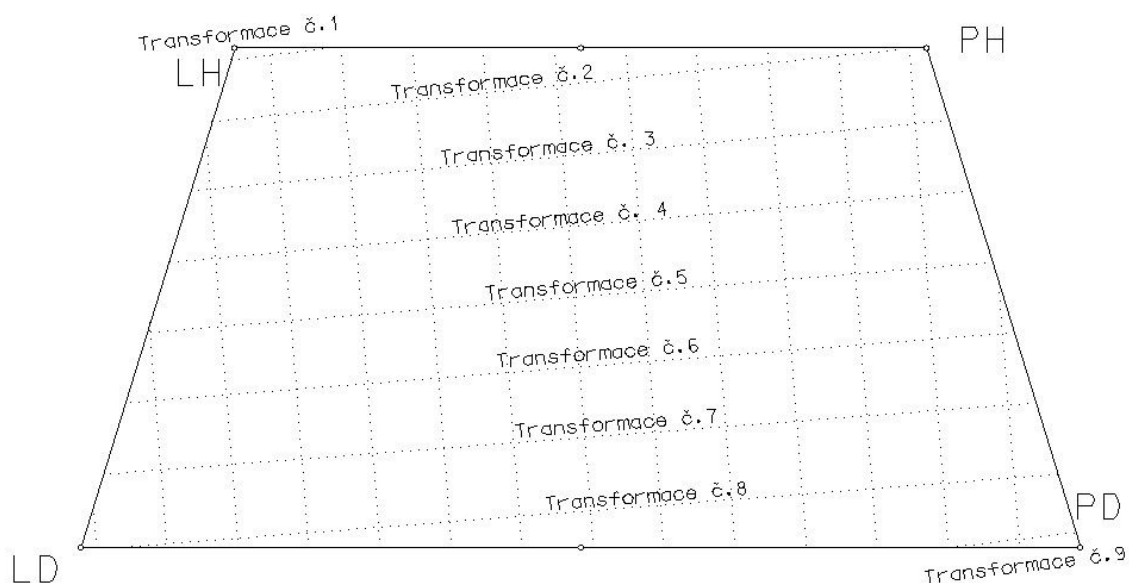
Teoretické souřadnice bodů sítě na rámu v Systému měření je nezbytné znát pro potlačení vlivu srážky mapového papíru uvnitř mapové kresby. Některé z těchto souřadnic využívá další krok 3.7.

Aplikovány jsou celkem čtyři podobnostní transformace a to pro každý rám jedna. Identické body představují vždy sousední rohy mapového listu, jejichž souřadnice v obou systémech jsou známy jak z měření, tak z výpočtů v 3.3. Soubor bodů sítě na daném rámu v Systému mapa tvoří podrobné body.

3.7 Oprava o vliv srážky mapy

Naměřené souřadnice znehodnocuje vliv srážky mapového papíru. Nepříjemné je, že srážka nemusí být ve všech směrech stejná a například délky levého a pravého rámu, které by měli být totožné, se liší. Často se také nemusí jednat o zkrácení délek, jak napovídá slovo srážka, nýbrž o jejich prodloužení. Celý problém potlačení vlivu řeší program *SM75sit* použitím několika podobnostních transformací bez vyrovnání, jenž souhrnně dávají lepší výsledky než jeden výpočet afinní transformace s vyrovnáním.

Nejprve se čtyřmi transformacemi převedou naměřené souřadnice bodů sítě na rámu do Systému mapa. Postup výpočtu je velmi podobný tomu z odstavce 3.6. Rozdíl je v tom, že se transformuje ze Systému měření do Systému mapa a do matice podrobných bodů se dosazují naměřené souřadnice. Měřítko jednotlivých transformací pak vyjadřuje poměr měřené a teoretické délky mapového rámu, ze kterého lze vypočítat srážku v této části mapového listu.



Obr. 3.2 Metoda transformace po přímkách [1]

Naměřené body sítě uvnitř mapové kresby se stejnou předpokládanou hodnotou souřadnice X leží přibližně na přímce. Krajními body těchto přímek jsou body na rámu, u kterých je už známá jejich teoretická poloha v Systému měření (3.6) i v Systému mapa (3.5). Odpovídající si krajní body jsou použity jako identické pro transformaci příslušných naměřených bodů do Systému mapa. (Nelze považovat za identické naměřené souřadnice bodů sítě na rámu a jejich teoretické ekvivalenty v Systému mapa. Za jediné identické body získané z měření v celém mapovém listu je možné brát jen rohy LD , LH , PH a PD .)

Touto metodou transformace po přímkách se obdrží souřadnice sítě S-JTSK z vnitřku mapového pole v Systému mapa bez vlivu srážky. Ty lze již porovnat s těmi teoretickými z kroku 3.5.

3.8 Transformace naměřených hodnot ze Systému mapa do S-JTSK

Poslední transformace převádí naměřené hodnoty opravené o vliv srážky ze Systému mapa do systému S-JTSK. Identickými body pro výpočet jsou rohy *LH* a *PD*. Ze stejného důvodu jako v odstavci 3.5 není třeba použít nadbytečný počet identických bodů. Převedené souřadnice bodů sítě lze po tomto kroku konfrontovat s těmi teoretickými.

3.9 Závěrečné výpočty

V závěrečné části se vhodně zpracují pro požadavky protokolu již vypočtené souřadnice bodů sítě (naměřené i teoretické) v S-JTSK a v Systému mapa. Dále se určí souřadnicové rozdíly na odpovídajících si bodech pro oba systémy a vypočte se z nich Pythagorovou větou i délka chybového vektoru. Taktéž se vhodně seskupí z již vypočtených údajů informace o srážce. Nakonec program *SM75sit* připraví potřebná data pro program *SM75pol*.

4. Hodnocení polohového souladu mapové kresby a sítě S-JTSK v SM75

Tato část se věnuje početnímu jádru diplomové práce. Objasňuje postupy v programu *SM75pol* a *SM75zhodnot*, jenž vyhodnocují polohový soulad mapové kresby a sítě S-JTSK ve speciálních mapách.

Návod práce s programem uvádí kapitola 5. Popis konkrétního použití a matematické pozadí metod se nachází v 6. respektive 1. kapitole.

4.1 Zpracování naměřených hodnot

Pro kontrolní (podrobné) body musí být známy dva soubory měření. První obsahuje jejich souřadnice v Systému měření, tzn. v systému odečítání z rastru. Druhý pak teoretické souřadnice kontrolních bodů v S-JTSK získané z vhodných interaktivních map či jiných zdrojů (viz odstavec 6.3).

Pro oba soubory se spočítají výběrové průměry a statistické charakteristiky přesnosti dle rovnic popsanych v 1.5. Na konci tohoto kroku program *SM75pol* vypíše do protokolu čísla bodů s největší souřadnicovou a polohovou chybou. Podezřelý bod lze pak přeměřit.

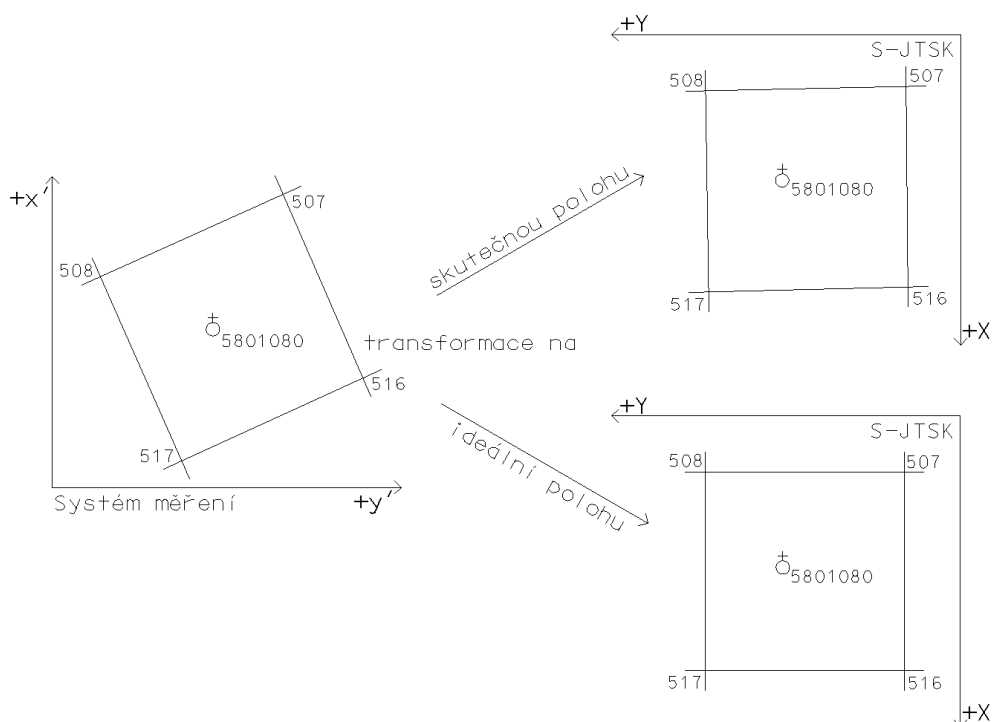
4.2 Převod kontrolních bodů do Systému S-JTSK

Každý kontrolní bod, splňující podmínky z odstavce 6.2, leží ve čtverci sítě S-JTSK. Všechny vrcholy těchto čtverců se nacházejí uvnitř mapové kresby a jsou označeny čísly od 501 a výše. K jakémukoliv kontrolnímu bodu tedy existuje čtveřice identických bodů o známých souřadnicích v Systému měření i v S-JTSK z programu *SM75sit*.

Jednotlivé kontrolní body jsou postupně transformovány do Křovákových souřadnic. Děje se tak pomocí afinní transformace s vyrovnáním (viz odstavec 1.9). Typ transformace je volen s ohledem na předpokládanou srážku mapy ve dvou směrech. Identickými body pro výpočet jsou zmíněné vrcholy čtverců čtyřkilometrové sítě S-JTSK.

Každý kontrolní (podrobný) bod se převádí do Křovákova zobrazení dvakrát. Při prvním výpočtu se za souřadnice vrcholů čtverců v S-JTSK uvažují hodnoty získané z *SM75sit*, čili skutečná poloha bodů sítě. V druhém případě se pak do transformace zavádí teoretické (ideální) souřadnice identických bodů, tzn. dělitelné čtyřmi tisíci. Pro analýzu polohového souladu má větší význam první možnost. Transformace na teoretické identické

body slouží pouze ke srovnání. Z rozdílu výsledků obou transformací si lze udělat představu o vlivu zanedbání přesnosti zákresu sítě S-JTSK do speciálních map.



Obr. 4.1 Transformace kontrolních bodů do S-JTSK

Kromě nutného transformačního klíče a přepočtených podrobných bodů se pro všechny transformace určují i základní statistické informace podle vzorců (1.55). Další geometrické a statistické parametry program nezjišťuje. Měly by pouze informativní charakter malého významu, protože vrcholy čtverců jsou poměrně přesně identické (zvláště pro první případ). Hodnoty oprav na identických bodech jsou zanedbatelné a to i pro většinu transformací na ideální souřadnice rohů v S-JTSK (druhý případ). Případná neidentičnost tak nastává pouze výjimečně a jen u méně důležitého druhého případu transformace (viz Příloha č.2 – Ukázky výstupů programů).

4.3 Výpočet srážky mapy pro čtverce sítě S-JTSK

Z každé čtveřice vrcholů se ze souřadnic Pythagorovou větou spočítají rozměry příslušných čtverců. Vzdálenosti se určují pro sousední body sítě dvakrát – jednou z naměřených údajů v Systému měření, podruhé ze skutečných souřadnic v S-JTSK (tj. získaných ze *SM75sit*, ne ideálních). Rozměry v rovině Křovákova zobrazení se dále vydělí 75. Získají se tak teoretické délky stran čtverců. Převod do nulového horizontu jako u části 3.3 lze vzhledem k malému vlivu zanedbat.

Rozdíl teoretických a měřených délek udává absolutní srážku v milimetrech (1.56). Z rozdílů pro protilehlé strany čtverců se získá průměrem srážka ve směrech os Y a X . Relativní srážka, pro tytéž směry, se získá použitím vzorce (1.57).

4.4 Závěrečné výpočty pro mapový list

V této fázi jsou známy souřadnice kontrolních (podrobných) bodů v systému S-JTSK získaných z měření na speciální mapě. Hodnoty se porovnají s teoretickými ze spolehlivého zdroje (interaktivní mapy). Vypočítají se tedy **rozdíly souřadnic** – ve smyslu **teoretická mínus měřená** a velikosti chybových vektorů. A to jak pro kontrolní body transformované na skutečnou polohu bodů sítě, tak i pro kontrolní body transformované na ideální polohu bodů sítě.

Pro rozdíly (posuny) se vypočítá jejich průměrná hodnota, kterou lze taktéž chápat jako odhad systematické chyby polohy kontrolních bodů. Dále pak výběrové střední (náhodné) chyby a z nich střední souřadnicová chyba (vzorce 1.19, 1.21 a 1.15).

Nakonec se spočítá relativní srážka pro rámy mapového listu (1.57).

4.5 Rozbor posunů

Pro každou složku (dY , dX) ze zájmového území program *SM75zhodnot* zkouší normalitu souboru podle statistických testů uvedených v části 1.7. Dále vypočítá korelační koeficient mezi posuny a ověřuje, jestli výběr odpovídá základnímu výběru s nulovým koeficientem korelace. Spočítá se taktéž průměrná hodnota rozdílů, výběrové (náhodné) chyby a střední souřadnicová chyba, podobně jako v předcházejícím odstavci.

Neméně důležité je i vyhotovení sedmera grafických výstupů, o kterých je více psáno v části 5.4.

5. Práce s programy

Ještě před vlastním zkoumáním jednotlivých mapových listů je nutné objasnit práci s nástroji určenými k vyhodnocení. Všechny níže uvedené programy jsou vypáleny na přiloženém médiu ve dvou podobách:

- m-soubory spustitelné pouze v *MATLABu*⁵
- samostatný exe-soubor

Obě formy dávají stejné výsledky, avšak liší se v některých náležitostech. Vše bude podrobně popsáno na následujících řádcích. Kromě toho je třeba upozornit, že pracovní jednotkou každého programu je jeden mapový list (až na *SM75zhodnot*), všechny soubory programů a vstupů musí být umístěny před použitím ve stejném adresáři a pořadí souřadnic ve vstupech je, pokud není řečeno jinak, y' x' respektive $Y X$.

5.1 SM75připrav

Program *SM75připrav* usnadňuje přípravu dat pro hlavní programy *SM75sit* a *SM75pol*. K vyhodnocení není bezpodmínečně nutný, ale pokud jsou odečítány souřadnice kontrolních bodů či bodů sítě vícekrát, hodí se jednotlivé soubory s měřením sloučit automaticky. Taktéž poskytne prvotní představu o číslování bodů sítě konkrétního mapového listu.

Po spuštění se dotáže na typ přípravy.

5.1.1 Příprava bodů kilometrové sítě S-JTSK a jejich očíslování

První možnost slouží k vytvoření seznamu souřadnic bodů sítě v S-JTSK očíslovaných podle zásad v 2.2. Z tohoto seznamu se pak vytvoří pomocný obrázek s polohou bodů, jenž lze použít k orientaci při měření v rastru. (Orientační obrázek se dá vytvořit ze seznamu souřadnic i v programech *Groma* či *Kokeš*).

Pro správný výpočet se musí zadat zeměpisné souřadnice levého horního rohu mapového listu (zeměpisná délka λ od Ferrského poledníku, ve stupních s desetinnou tečkou) a zvolit jméno výstupního souboru včetně přípony.

⁵ více o *MATLABu* například v [1]

5.1.2 Zpracování měření ze seznamů souřadnic pro SM75sit a SM75pol

Pokud se dodrží postup uvedený v 6.4.1, je po odečítání z rastru mapového listu k dispozici několik souborů obsahujících souřadnice kontrolních bodů i bodů sítě v Systému měření. Tyto údaje se musí sloučit a setřídít podle čísel bodů, aby se následně rozdělily na vstupní soubory pro *SM75sit* respektive *SM75pol*. Druhá volba *SM75pripřav* toto zvládá automaticky.

Podobně jako v odstavci 5.1.1 se po spuštění zadají zeměpisné souřadnice, počet souborů s měřením a jejich názvy (většinou *.txt). Vstupní soubory s měřením budou většinou neúplné. Nicméně *SM75sit*, u kterého byla snaha ho co nejméně měnit, potřebuje pro správný chod údaje ke všem bodům sítě.⁶ Neměřeným bodům se proto přiřadí nulové souřadnice. Kvůli tomu je vhodné Systém měření volit podle odstavce 6.4.1, aby se předešlo chybám. Dále se převedou zkratky názvů rohů mapového listu na čísla, a to opět z důvodu kompatibility se *SM75sit*.

Výsledky pro *SM75sit* (souřadnice sítě) se uloží do souboru *.txt a pro *SM75pol* (souřadnice podrobných bodů) do *-PBm.txt, kde * označuje zvolený název výstupního souboru (například 3752-Litomerice).

Druhá možnost tedy ve zkratce z více souborů s měřením sestaví jeden pro *SM75sit* a jeden pro *SM75pol*. Neměřeným bodům kilometrové sítě přiřadí nulové souřadnice. Výstupní soubory pak mají požadovanou strukturu pro dále popisované programy.

5.2 SM75sit

Program *SM75sit* vyhodnocuje přesnost zákresu sítě S-JTSK do speciálních map. Liší se od předchozí verze publikované v [1] pouze minimálně. Algoritmus si nyní poradí i s mapovými listy u nichž prochází kilometrová síť rohy rámců. Dále byly upraveny protokoly a grafické výstupy.

5.2.1 Vstupní soubor s měřením

Textový soubor se souřadnicemi bodů sítě v Systému měření musí splňovat určitá kritéria, aby ho program správně načetl. Na prvním řádku jsou vždy tři přirozená čísla oddělená mezerou (tabulátorem). První z nich udává počet měření rohů mapového listu; druhé počet měření bodů sítě a třetí je vždy číslice 0. Počet měření rohů a bodů sítě může být rozdílný a libovolné velikosti (i 1). Další řádky odpovídají vždy jednomu měření.

⁶ Program *SM75sit* vznikl pro bakalářskou práci [1], kde se předpokládalo, že budou měřeny všechny body sítě. Pro potřeby této práce by ale bylo takové množství údajů zbytečné.

Obsahují číslo rohu a jeho souřadnice v Systému měření – opět oddělené bílými znaky. Pokud se například rohy mapového listu měřily třikrát, bude za prvním řádkem následovat dalších 3×4 řádků. Rohy je nutné pojmenovat čísly (např. 1001, 1002...) a ne jejich zkratkami (LH, PH,...). Údaje o rozích musí být seřazeny v posloupnosti LH, PH, PD, LD.

Po těchto řádcích následuje $n \times m$ řádků s číslem bodu sítě a jeho souřadnicemi v Systému měření. Kde n je počet měření bodů sítě a m je počet všech bodů sítě S-JTSK na mapovém listě (množství n -krát měřených bodů).

Příklad, jak má vstupní soubor vypadat, je v tab. 5.1. Zabývat se tvorbou zmíněného vstupu ale není třeba pokud se využije *SM75připrav* (viz 5.1.2).

3	3	0
1001	1560.43	4527.66
1001	1560.47	4527.66
1001	1560.47	4527.67
1002	1077.43	4531.67
1002	1077.42	4531.67
1002	1077.48	4531.61
...	...	...
101	1122.84	4531.24
101	1122.83	4531.25
101	1122.84	4531.25
...	...	...

Tab. 5.1 Formát vstupního souboru pro *SM75sit*

5.2.2 Použití a výstupy *SM75sit*

Po spuštění se zadají zeměpisné souřadnice levého horního rohu mapového listu. (Souřadnice jsou napsány přímo na mapě. Zeměpisná délka se vkládá vztažená k Ferrskému poledníku a to ve stupních s desetinnou tečkou.) Dále celý název souboru s měřeními bodů sítě v textovém formátu a mezní velikost délky chybového vektoru pro vyznačení v obrázku.

Po vstupu dat provede program vlastní výpočet. Výstupů z programu je pět. Dva protokoly, dva obrázky a soubor s daty pro *SM75pol*.

První textový výstup se jmenuje *Protokol - *.txt*, kde hvězdička značí název souboru s měřeními. Tento protokol obsahuje nejdůležitější číselné výsledky pro hodnocení zakresu sítě S-JTSK (viz Příloha č. 2). V druhém protokolu (pojmenovaném *Uplny Protokol - *.txt*) jsou pak uvedeny veškeré výsledky i s mezivýpočty. Nejvhodnější k otevření těchto souborů je *WordPad* či podobný program.

První grafický výstup slouží jako pomůcka k určení polohy bodů sítě S-JTSK (podobně jako v 5.1.1). Druhý pak zobrazuje chybové vektory v Systému mapa, které jsou oproti skutečnosti dvacetkrát zvětšeny. Směřují z měřené polohy do teoretické polohy bodů sítě. Červeně jsou označeny ty z vektorů, které překročily svojí délkou mezní velikost zadanou při spuštění programu.

5.3 SM75pol

Nejdůležitější program vyhodnocuje polohový soulad mapové kresby a kilometrové sítě S-JTSK ve speciálních mapách.

5.3.1 Vstupní soubory s měřením

Načítaných souborů je tentokrát více. První z nich obsahuje souřadnice kontrolních bodů v Systému měření. Vnitřní strukturu má velmi podobnou vstupnímu souboru z odstavce 5.2.1, s tím rozdílem, že posloupnost na prvním řádku je vždy $x\ 0\ 0$, kde x značí počet měření jednotlivých kontrolních bodů – *tab. 5.2*, levá část. První vstup automaticky vytváří program *SM75priprav* (viz 5.1.2), který ho označuje **-PBm.txt*.

Před použitím je ale vhodné soubor překontrolovat. Tj. dávat si pozor na správná čísla kontrolních bodů a jejich seřazení zejména u mapových listů, kde jsou čísla šesti i sedmiciferná (mapovým listem prochází přímka $X = 1\ 000\ 000$).

Druhý vstup obsahuje teoretické souřadnice kontrolních bodů v S-JTSK získaných z vhodného zdroje (viz 6.3). Struktura je stejná jako u předchozího souboru – *tab. 5.2*, pravá část. Vzhledem k předpokládanému malému počtu kontrolních bodů pro mapový list, není problém vstup vytvářet ručně v libovolné posloupnosti měřených bodů a s pořadím souřadnic $X\ Y$ (z důvodu, který bude vysvětlen v části 6.4.2). V 6. kapitole se soubor označuje **-Izgard.txt*.

Poslední vstup je vnitřní soubor *MATLABu* s koncovkou **-SM75pol.mat*, jenž automaticky vytváří program *SM75sit*. Obsahuje skutečné polohy bodů sítě a informace o srážce.

3	0	0
748976	519.23	4676.15
748976	519.26	4676.19
748976	519.25	4676.16
748996	506.21	4921.89
748996	506.20	4921.90
748996	506.24	4921.92
...	...	...

2	0	0
772976	972169	768731
772976	972174	768733
748976	975426	744802
748976	975426	744803
764984	981675	760785
764984	981676	760787
...	...	...

Tab. 5.2 Formát vstupních souborů pro *SM75pol*

5.3.2 Použití a výstupy SM75pol

Po spuštění se vybere mód načtení dat. První, rychlejší volba umožňuje načíst vstupy automaticky pokud byly dodrženy koncovky názvů dle odstavce 5.3.1 – zadá se pouze

kořen pojmenování (například 3752-Litomerice). Druhý mód načtení se využije pokud jsou z nějakého důvodu názvy jiné – všechny se zadají ručně včetně přípon.

Následuje početní vyhodnocení a uložení výstupů, které jsou čtyři. První textový výstup pojmenovaný *Protokol SM75pol - *.txt* obsahuje nejdůležitější výsledky pro vyhodnocení polohového souladu. (viz Příloha č. 2). Podobně jako u *SM75sit* jsou v druhém protokolu (*Uplny Protokol SM75pol *.txt*) uvedeny veškeré mezivýsledky. K otevření je opět nejvhodnější *WordPad*.

Oba grafické výstupy znázorňují posuny kontrolních (podrobných) bodů v S-JTSK pomocí vektorů – první pro body transformované na skutečnou polohu bodů sítě, druhý pro body transformované na ideální polohu bodů sítě (viz Přílohy č. 1 a 2). **Počátky vektorů** jsou v **měřené poloze** určené z rastru mapy a **směřují do teoretické polohy** zjištěné z interaktivní mapy. Velikosti posunů jsou, pro lepší zvýraznění, dvacetkrát zvětšeny. Do obrázků se také vyznačí červeně případné nepřesně změřené body, které je vhodné překontrolovat.

5.4 SM75zhodnot

Poslední program vyhodnocuje posuny (rozdíly) pro zájmové území, tj. pro všechny mapové listy nebo jen jejich část. Po spuštění se *SM75zhodnot* dotáže na jméno souboru s rozdíly souřadnic v textovém formátu. Tento soubor se získá ručním zkopírováním požadovaných posunů dY a dX , které jsou v protokolech jednotlivých mapových listů ze *SM75pol*. Ukázka vstupu je v tab. 5.1.

-109	2
-147	47
-167	-2
-110	4
...	...

Tab. 5.3 Formát vstupního souboru pro *SM75zhodnot*

Po načtení se data zpracují (viz 4.5). Jediný výstupní textový soubor s výsledky má název *Zhodnocení-*.txt*, kde * značí jméno vstupního souboru. Grafických výstupů je naproti tomu sedm.⁷

První znázorňuje korelační pole (rozptylogram) posunů, střední elipsu chyb (viz 1.5.2) a elipsu ohraničující plochu o pravděpodobnosti 95,6 %. Další je prostorový graf – stereogram. Třetí v pořadí znázorňuje graf normální pravděpodobnosti pro oba směry posunů tzv. normplot. Data z výběru s normálním rozdělením by se měla vykreslit v přímce.

Q-Q plot znázorňuje v ose x očekávané teoretické kvantily a v ose y pozorované kvantily výběrů. Pokud mají data normální rozdělení, zobrazí se opět v přímce. Následuje dvojice histogramů s absolutními četnostmi a teoretickou Gaussovou křivkou (hustotu

⁷ Všechny využívají zabudované vykreslovací funkce *MATLABu* či funkce *parametry.m* a *plot_ellipse.m*.

pravděpodobnosti) pro posuny dY a dX . Z jejich tvaru lze opět usuzovat, zda má výběr normální rozdělení. Poslední graf vykresluje empirickou sčítanou distribuční funkci. Opět pro oba posuny.

5.5 Specifika formátů programů

5.5.1 M-soubory spustitelné pouze z MATLABu

K zajištění bezproblémového chodu je nutné mít v pracovním adresáři spolu s příslušnými m-soubory i vstupní soubory a dále funkce *bessel2sjtsk.m*, *tr_afinni6.m*, *parametry.m* a *plot_ellipse.m*, které převádí zeměpisné souřadnice na Besselově elipsoidu do Křovákova zobrazení, provádí šestiprvkovou afinní transformaci, počítají parametry střední elipsy chyb respektive vykreslují elipsy.

Zdrojový kód doplňují komentáře, které mají za úkol vysvětlit funkce programu a také rozvádějí do větších podrobností výpočetní postup uvedený v předchozích kapitolách. Další případné nejasnosti vyloží nápověda MATLABu.

Správná činnost programu byla testována ve verzi R2006a.

5.5.2 Samostatné exe-soubory

Před prvním spuštěním exe-souborů je potřeba nainstalovat *MATLAB Component Runtime* (soubor *MCRInstaller.exe* přiložený na DVD).⁸ Druhou podmínkou pro funkčnost programů jsou soubory **.ctf* a vstupní soubory, jenž musí být ve stejném adresáři jako exe-soubory. Pokud jsou tyto předpoklady splněny, nic už nebrání spuštění, které je nejvhodnější provádět z příkazového řádku.

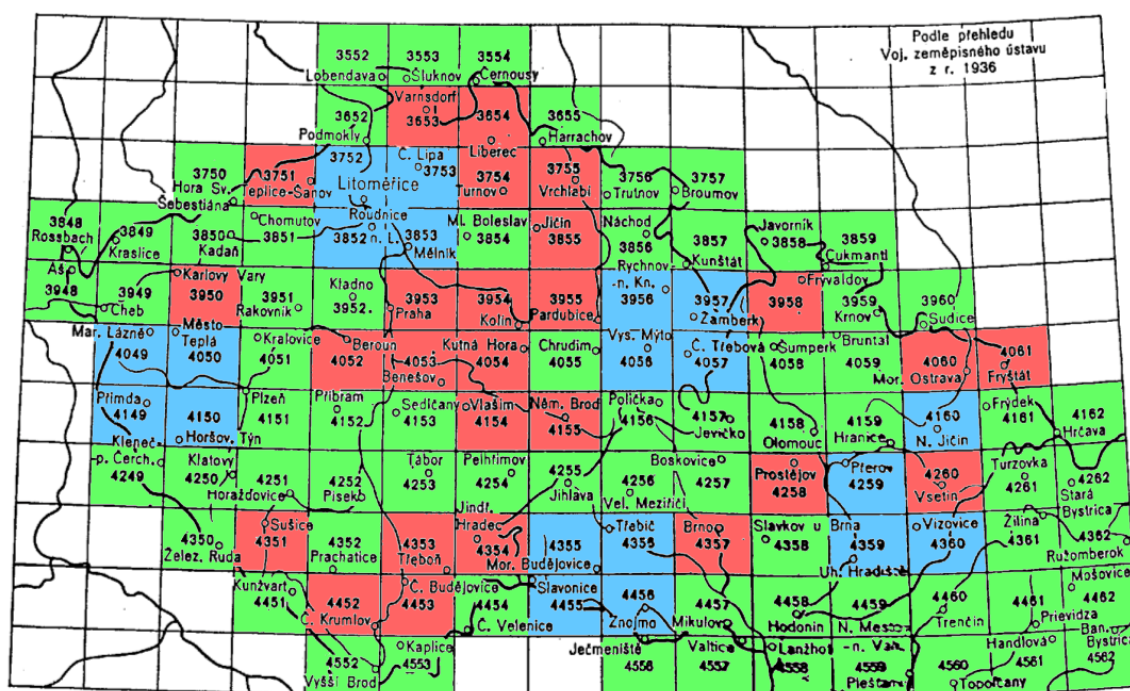
⁸ MATLAB Component Runtime lze nainstalovat pouze do systémů Microsoft Windows 2000 a vyšší.

6. Experimentální část

Poslední kapitola se věnuje měření a vyhodnocení polohového souladu na konkrétních mapových listech, ale z obecného pohledu. Podrobné výsledky jsou v Příloze č. 1.

6.1 Výběr mapových listů SM75

Pro práci byl k dispozici celý klad speciálních map pro území České republiky v rastrové formě s rozlišení 400 DPI. V tomto souboru bylo nutné vyhledat mapové listy, ve kterých je zakreslena čtyřkilometrová síť S-JTSK. K vlastnímu hodnocení pak bylo vybráno pět mapových čtveřic, volených rozprostřeně po území našeho státu tak, aby se získaly výsledky, na jejichž základě by se dal vyslovit obecný závěr pro celý mapový soubor – obr. 6.1. Snahou bylo použít i měření z [1]. Zvolené mapové listy v digitální podobě se nachází na přiloženém datovém nosiči.



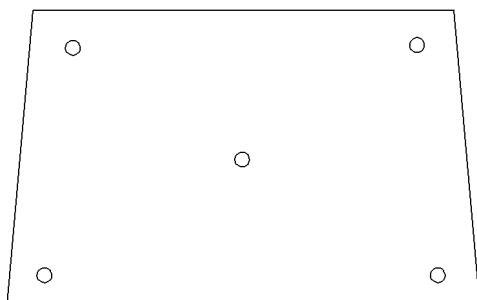
Obr. 6.1 Poloha mapových listů
modře: hodnocené ML, zeleně: ML se sítí S-JTSK, červeně: ML bez sítě S-JTSK

Sev. Č.	3752 Litoměřice	3753 Česká Lípa	3852 Roudnice n. L.	3853 Mělník
Vých. Č.	3956 Rychnov n. K.	3957 Žamberk	4056 Vysoké Mýto	4057 Č. Třebová
Záp. Č.	4049 Mar. Lázně	4050 Město Teplá	4149 Přimda	4150 Horšov. Týn
Vých. M.	4160 Nový Jičín	4259 Přerov	4359 Uh. Hradiště	4360 Vizovice
Jižní M.	4355 M. Budějovice	4356 Třebíč	4455 Slavonice	4456 Znojmo

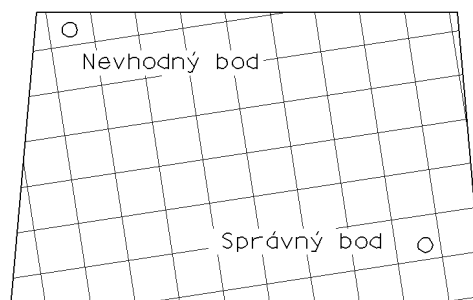
Tab. 6.1 Seznam hodnocených mapových listů

6.2 Kontrolní body

Kontrolních bodů pro vyhodnocení bylo na každém mapovém listě voleno pět (kromě 4149 *Přimda*, kde jsou jen čtyři) a to přibližně v rozložení, které ilustruje obr. 6.2. Vybrané body musí ležet uvnitř celých čtverců 4×4 km sítě S-JTSK. Není možné použít podrobné body, u kterých je část okrajového obrazce rám mapového listu – obr. 6.3.

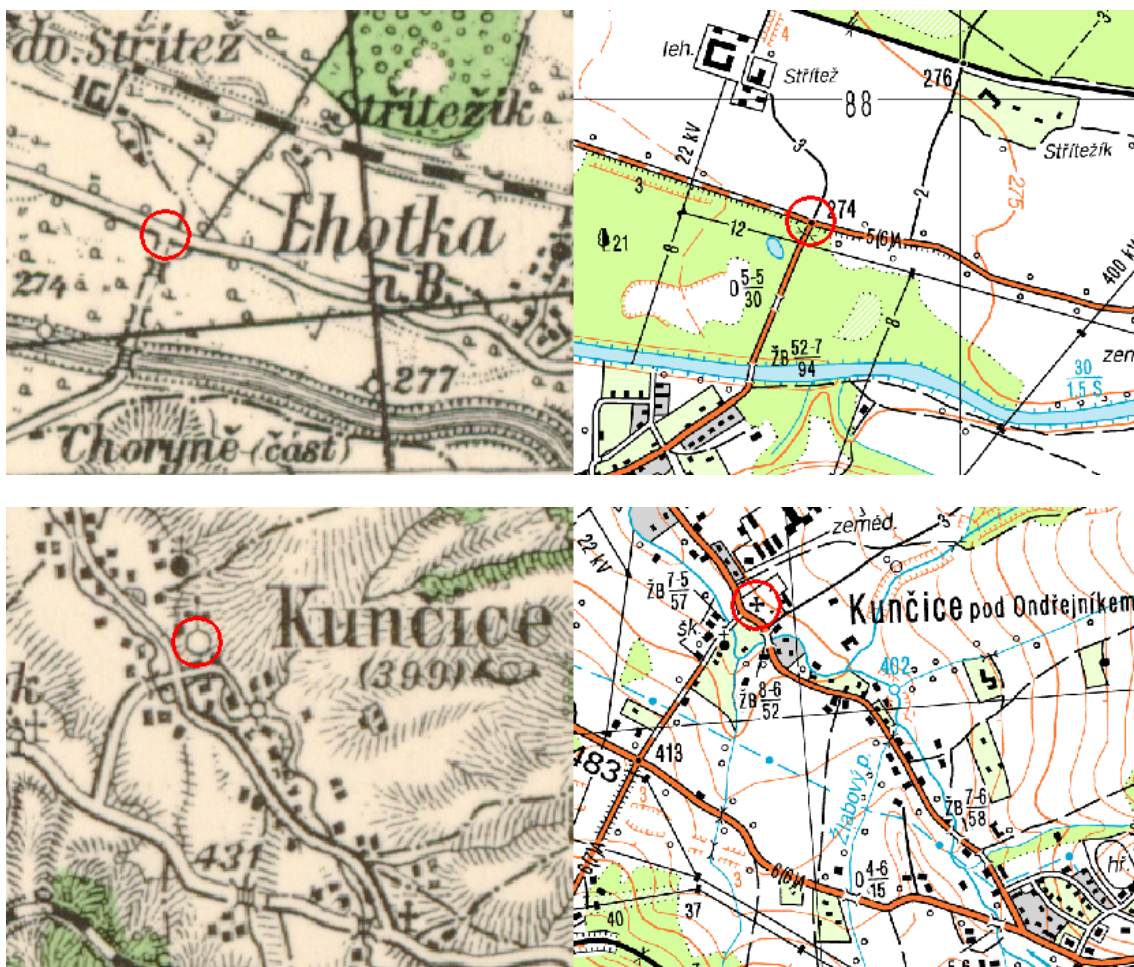


Obr. 6.2 Vzor rozložení kontrolních bodů



Obr. 6.3 Volba polohy kontrolních bodů v ML

Konkrétní polohy kontrolních bodů byly voleny s ohledem na co největší jednoznačnost v identičnosti. Tento požadavek splňují dva typy bodů – křížení komunikací a kostely (kaple). Příklad pro oba typy se nachází na obr. 6.4.



Obr. 6.4 Typické kontrolní body (SM75 × RETM25)

6.3 Zdroje teoretických souřadnic kontrolních bodů

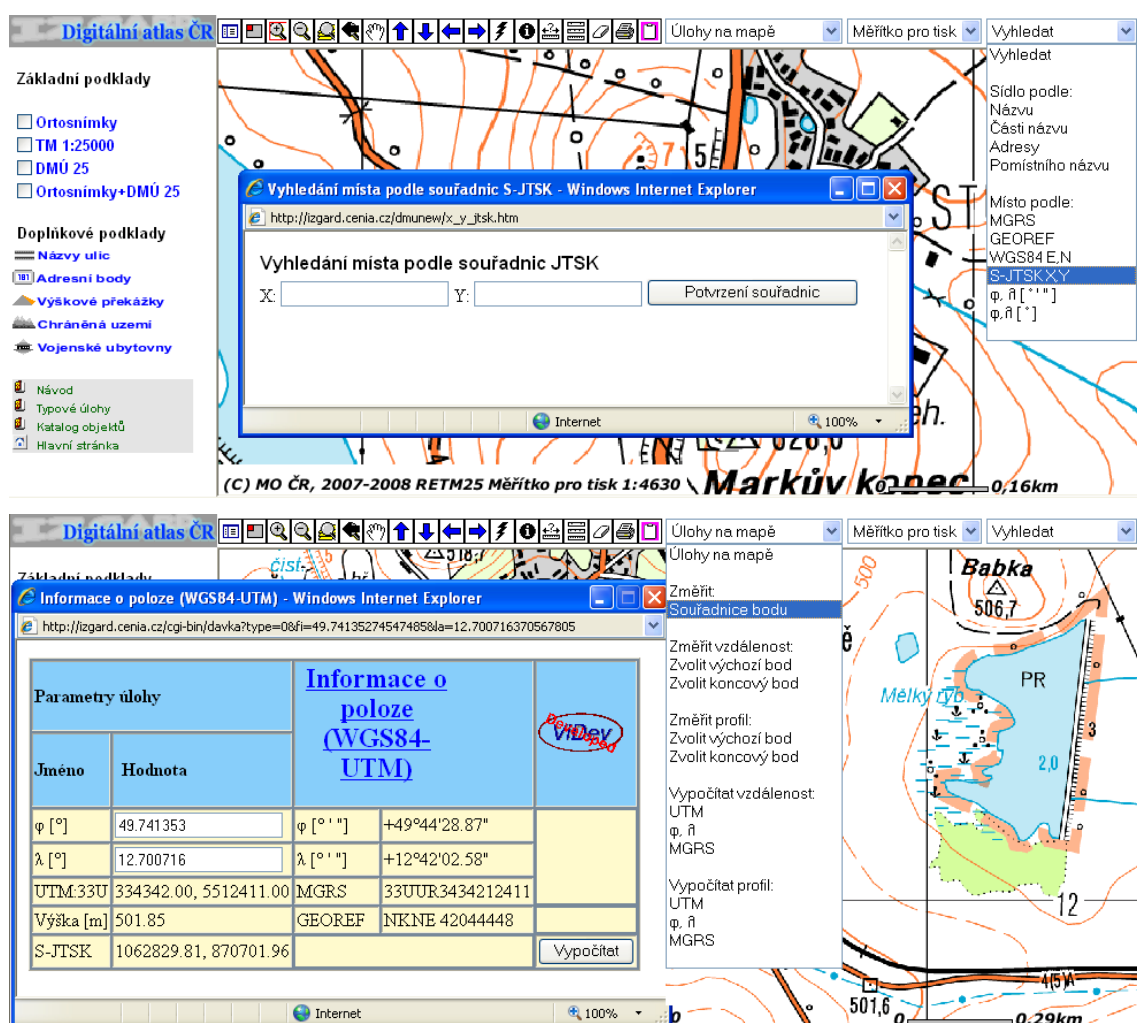
Neméně důležitou činností, nutnou ke správnému vyhodnocení, je výběr vhodných zdrojů teoretických souřadnic kontrolních bodů. Autorovi práce se osvědčily zejména následující.

6.3.1 IZGARD

Zkratka *IZGARD* znamená Internetový Zobrazovač Geografických ARMádních Dat. Je to internetový mapový server, jehož posláním je poskytnout uživatelům kontinuální on-line přístup k nejaktuálnějším rastrovým i vektorovým geografickým datům. Přistupovat na něj lze prostřednictvím adresy:

<http://izgard.cenia.cz/dmunew/viewer.htm>

Digitální atlas nabízí mnoho funkcí. Pro účely této práce jsou nejdůležitější nástroje k vyhledávání a měření souřadnic bodů v S-JTSK (obr. 6.5) nad daty *RETM25*, případně *DMÚ25*. Více informací k obsluze interaktivní mapy v [13].



Obr. 6.5 Vyhledávání a měření souřadnic S-JTSK v IZGRAD

6.3.2 Katastrální mapa a ortofotomapa

Dalším použitelným zdrojem teoretických souřadnic kontrolních bodů je WMS služba ČÚZK s katastrální mapou. Pro lepší přehlednost se hodí doplnit ji ortofotomapou z Portálu veřejné správy (poskytována opět formou WMS). Služby se připojí do vhodného klienta (QGIS, ArcGIS, ...) a souřadnice se vyhledávají či odečítají interními nástroji programu. Adresy pro WMS klienta:

<http://wms.cuzk.cz/wms.asp?service=WMS&request=GetCapabilities>

http://geoportal.cenia.cz/wmsconnector/com.esri.wms.Esrimap/cenia_b_ortorgb1m_sde

Více informací k mapovým službám lze nalézt v [14] a [15]. K WMS pak v [17].

6.3.3 Ostatní zdroje

Existuje samozřejmě spousta dalších vhodných zdrojů, například Geoportál Zeměměřického úřadu [16]. Avšak tyto interaktivní mapy nemají vyřešené vyhledávání či odečítání souřadnic v S-JTSK. Práce s nimi je proto méně uživatelsky přívětivá a časově náročná. Nejpoužívanější mapové služby typu *mapy.cz* nebo *amapy.cz* se pro účely této práce nehodí vůbec. Chybí jim georeference v Křovákově zobrazení.

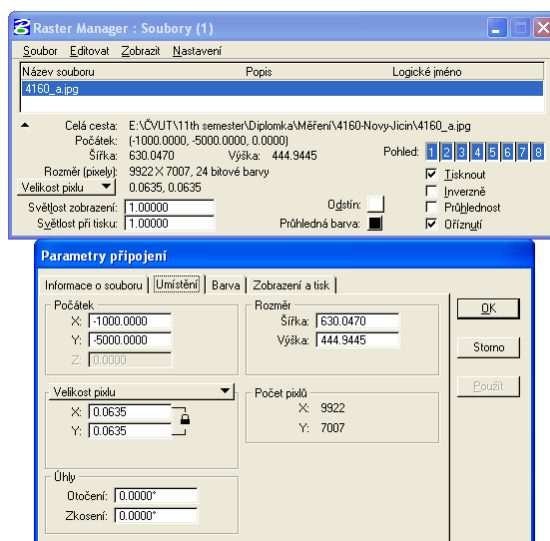
6.4 Měření souřadnic kontrolních bodů a bodů sítě S-JTSK

Odečítání souřadnic kontrolních bodů z rastru a z interaktivní mapy je výhodné provádět současně. A to alespoň pro první měření, při kterém se volí konkrétní kontrolní body podle odstavce 6.2.

6.4.1 V Systému měření

K měření z rastru byl vybrán program *MicroStation* a z něj spuštěný program *Groma*, jenž slouží k záznamu dat. Návod jak tyto programy propojit uvádí [18]. Pro všechny mapové listy byl pracovní postup odečítání souřadnic obdobný.

Nejprve se pomocí nástroje *Raster Manager* připojí požadovaný rastr a nastaví se potřebné předvolby. Velikost pixelu se zvolí tak, aby odečítané rozměry

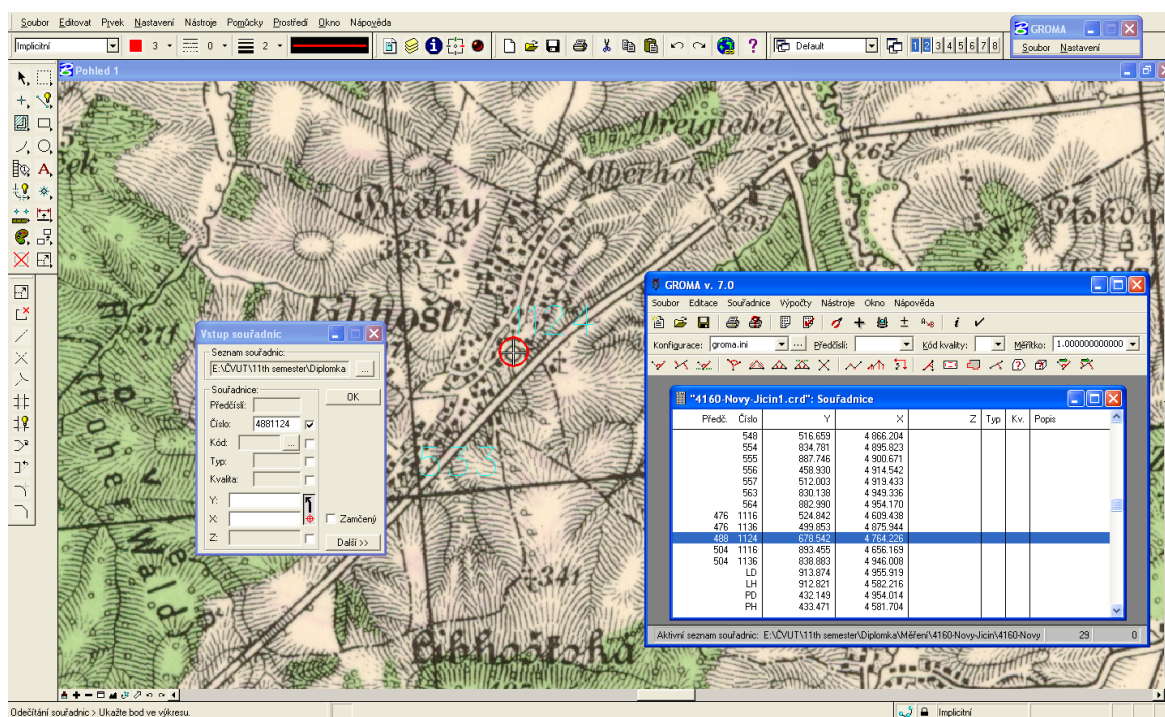


Obr. 6.6 Vzorové parametry připojení rastru

odpovídaly rozměrům mapového listu ve skutečnosti. Například pro souřadnice v milimetrech odpovídá jeden pixel $0,0635 \text{ mm}$ (při rozlišení 400 DPI). Dále se nastaví počátek a případně natočení pro lepší práci s rastrem. Tímto se definuje souřadnicový Systém měření (viz 2.1).

Po tomto kroku je třeba otevřít v prostředí *MicroStationu* program *Groma* (*Pomůcky / Aplikace MDL / Zavést*). V *Gromě* lze pak v *Nastavení* navolit atributy zobrazení bodů a předvolby souřadnicové soustavy.

Dále se založí nový seznam souřadnic (případně otevře požadovaný starší) a vyvolá se dialog *Vstup souřadnic*. V tomto okně se stiskne tlačítko pro grafický vstup. Po zadání čísla bodu je možné odečítat souřadnice přímo z rastru – obr. 6.7. Správné přiložení kurzoru lze zkontrolovat přetažením již změřeného bodu ze seznamu souřadnic do výkresu.



Obr. 6.7 Odečítání souřadnic v *MicroStationu* pomocí *Gromy*

Na mapovém listě se měří:

- Rohy mapového rámu (body *LH*, *PH*, *PD*, *LD*)
- Kontrolní body
- Rohy příslušných čtverců kilometrové sítě S-JTSK

Každé kompletní měření všech bodů se ukládá do samostatných seznamů souřadnic v textovém formátu.

6.4.2 V interaktivní mapě

Odečítání souřadnic kontrolních bodů v *IZGARDu* je snadné. Po vyhledání zájmové oblasti se využije nástroj k odečtu souřadnic S-JTSK. Ty se zkopírují do schránky a následně do textového souboru. Před souřadnice, jenž služba nabízí v pořadí $X\ Y$, se doplní správné číslo bodu (viz 2.3).

Kontrolou správného odečítání je druhé měření z katastrální mapy a ortofotomapy. Osvědčilo se ho provádět až po měření v *IZGARDu*. Okolí kontrolního bodu lze již s výhodou vyhledat podle prvního měření.

Měření pro jeden mapový list se na závěr uspořádají do formátu uvedeném v odstavci 5.3.1 a tab. 5.2, práva část. Soubor je vhodné pojmenovat **-Izgard.txt*.

6.5 Zpracování

Měření a zpracování proběhlo podle výše uvedených odstavců. Rohy mapových listů, kontrolní body a body sítě byly na všech mapách určeny třikrát do samostatných seznamů souřadnic. Z provedených kartometrických měření v programu *MicroStation* vyplývá, že střední chyby jsou vzhledem k měřítku mapy a účelu práce zanedbatelné. Zdaleka nepřekračují desetinu milimetru v měřítku mapy (viz Příloha č. 2).

Měření teoretických souřadnic z *Izgradu* bylo prováděno současně s měřením z rastru. K druhému odečítání pak byla využita převážně katastrální mapa spojená s ortofotomapou. Některé kontrolní body, ale leží mimo území republiky. V těchto případech se jako druhý zdroj souřadnic bral Geoportál Zeměměřického úřadu [16]. Výjimečně se podruhé neměřilo. Body, kterých se to týká, jsou označeny hvězdičkou v Příloze č. 1 s výsledky pro ML. Změření všech údajů k jednomu mapovému listu trvá přibližně hodinu. Záleží hlavně na tom, jak rychle se podaří vyhledat odpovídající kontrolní body.

Po zpracování souborů programy *SM75priprav*, *SM75sit*, *SM75pol* ještě proběhlo u několika kontrolních bodů přeměření jejich teoretických souřadnic, protože rozdíly z dvojího měření byly příliš velké – $m_p > 15\text{ m}$. Data se znovu zpracovala.

Následně se z protokolů programu *SM75pol* vybraly údaje o posunech dY , dX (získaných ze souřadnic kontrolních bodů transformovaných s využitím skutečné polohy bodů sítě S-JTSK) a ty se zkopírovaly do vstupního souboru pro *SM75zhodnot* (viz 0).

Pro tento program se vytvořil ještě jeden vstup, jenž vychází z předchozího. Neobsahuje ale posuny pro kontrolní body, u nichž se teoretické souřadnice měřily pouze jednou, příliš odlehlé posuny a posuny bodů z východní Moravy (4160 Nový Jičín,

4259 Přerov, 4359 Uherské Hradiště a 4360 Vizovice). To vše za účelem vyloučení pochybných nebo nekompaktních dat. Výsledky z *SM75zhodnot* pro oba soubory, které jsou pro práci stěžejní, uvádí další část.

Dále je nutné poznamenat, že *SM75zhodnot* může zpracovat jakékoliv posuny – např. po čtveřicích mapových listů, rozdíly získané transformací na ideální rohy nebo dokonce posuny bodů kilometrové sítě S-JTSK z *SM75sit*. Avšak v textu práce jsou tyto výsledky uvedeny jen částečně, protože jsou méně důležité a zabíraly by zbytečně místo. V kompletní podobě se nacházejí na přiloženém datovém nosiči (viz Příloha č. 5).

6.6 Hlavní výsledky

V průběhu zpracování práce vzniklo značné množství výsledků s různou důležitostí. Podle ní jsou zařazeny do této části, příloh nebo DVD. Jejich slovní zhodnocení je v Závěru.⁹

6.6.1 Výsledky pro všechny kontrolní body

Základní charakteristiky souboru KB [m]					
$\overline{dY}$	$\overline{dX}$	s_{dY}	s_{dX}	s_{dYdX}	n
-84	36	56	43	50	99

Tab. 6.2 Základní charakteristiky souboru všech KB podle vzorců 1.19, 1.21 a 1.15

Koeficient korelace			
r	t	$t_{\alpha/2}$	α
0.24	2.49	1.98	5 %

Tab. 6.3 Koeficient korelace a testovací charakteristiky

Výběrový koeficient korelace r z výběru o rozsahu 99 neodpovídá výběru ze základního souboru s koeficientem korelace $\rho = 0$.

Testování normality výběru dY											
Působení system. Chyby [m]				Zkouška asymetrie				Zkouška excesu			
$ \nu_1 = c $	$t_\alpha \sigma_1$	α	$ \nu_1 : \sigma_1$	A	$t_\alpha \sigma_A$	α	$A : \sigma_A$	E	$t_\alpha \sigma_E$	α	$E : \sigma_E$
84	20	5 %	8.23	0.77	0.47	5 %	3.21	0.21	0.90	5 %	0.46
Lillieforsův test				Jarquerův-Beraův test				Pearsonův test dobré shody			
$D_{\max}$	$D_\alpha(n, \alpha)$	α	$p\text{-value}$	JB	mez_{JB}	α	$p\text{-value}$	χ^2	χ^2_α	α	$p\text{-value}$
0.11	0.09	5 %	NaN	9.88	5.99	5 %	0.01	14.30	11.07	5 %	0.01

Tab. 6.4 Testování normality výběru dY

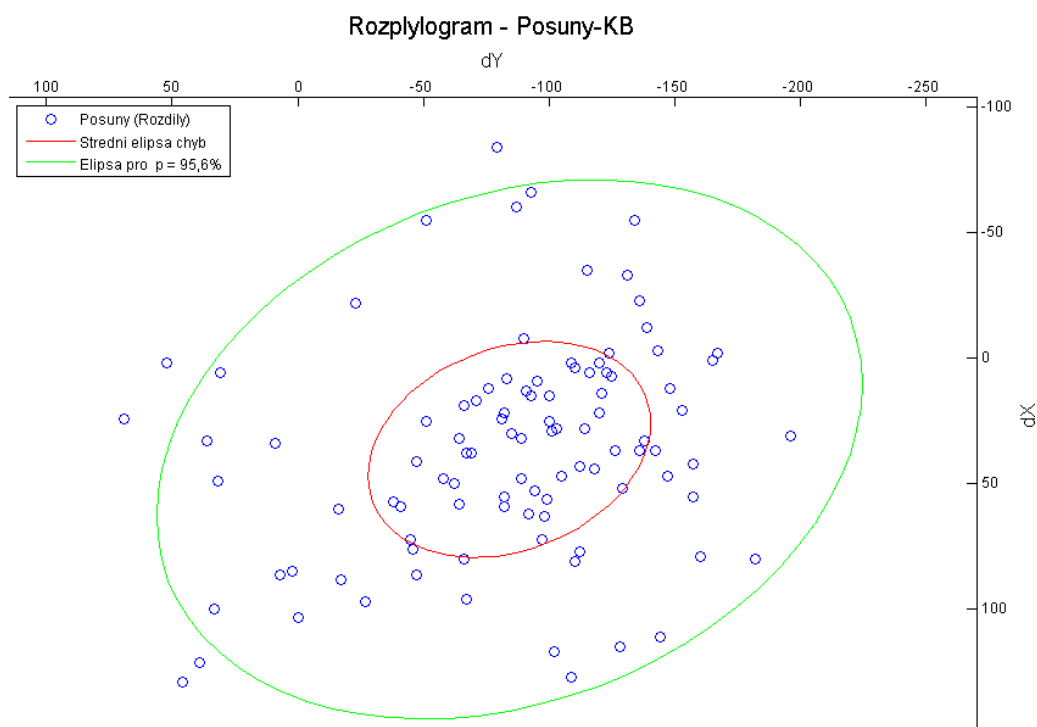
⁹ Pro všechny výsledky v části 6.6 platí, že pochází z varianty transformace na skutečnou polohu bodů sítě.

Ve výběru dY působí systematická chyba. Byla zjištěna také asymetrie rozdělení. Naopak špičatost souboru se od normálního rozdělení příliš neliší. Lillieforsův test zamítl nulovou hypotézu o tom, že základní soubor má normální distribuční funkci s neznámými parametry. Taktéž Jarqueův-Beraův test a Pearsonův χ^2 test dobré shody potvrdily, že výběr není z normálního rozdělení.¹⁰

Testování normality výběru dX											
Působení system. Chyby [m]				Zkouška asymetrie				Zkouška excesu			
$ \nu_1 = c $	$t_\alpha \sigma_1$	α	$ \nu_1 : \sigma_1$	A	$t_\alpha \sigma_A$	α	$A : \sigma_A$	E	$t_\alpha \sigma_E$	α	$E : \sigma_E$
36	11	5 %	6.41	-0.18	0.47	5 %	-0.76	0.23	0.90	5 %	0.50
Lillieforsův test				Jarquerův-Beraův test				Pearsonův test dobré shody			
$D_{\max}$	$D_\alpha(n, \alpha)$	α	$p\text{-value}$	JB	mez_{JB}	α	$p\text{-value}$	χ^2	χ^2_α	α	$p\text{-value}$
0.07	0.09	5 %	NaN	0.76	5.99	5 %	0.68	4.37	9.49	5 %	0.36

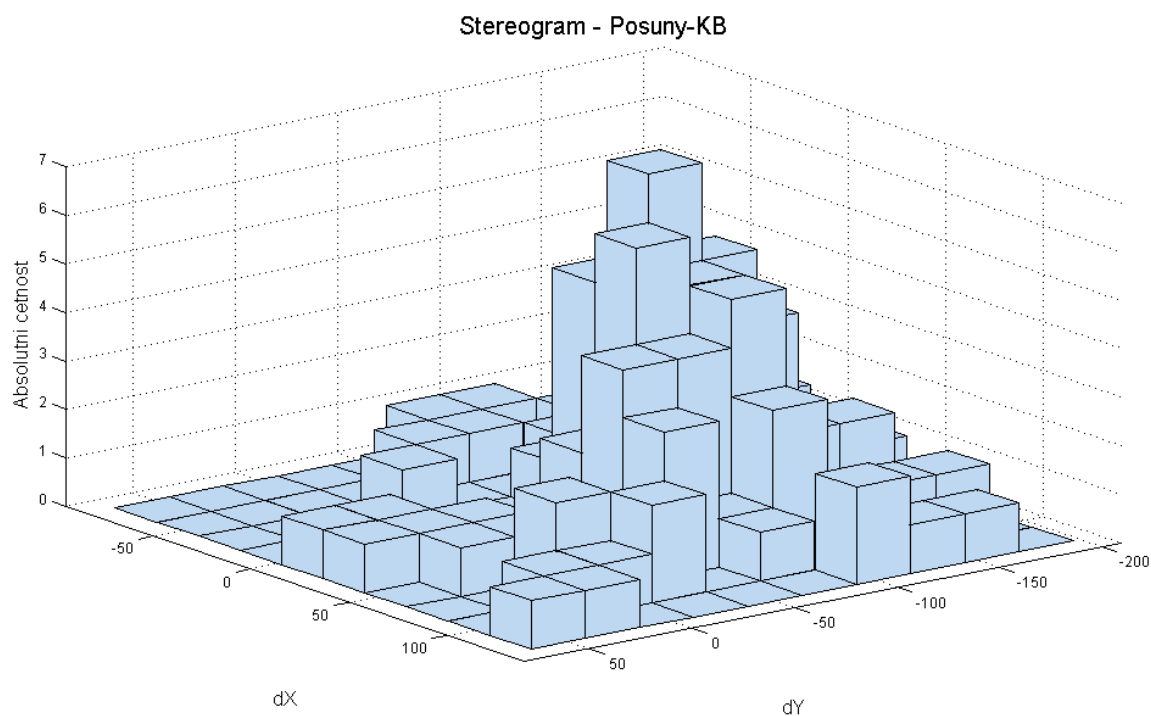
Tab. 6.5 Testování normality výběru dX

Výsledky testování byly pro posuny dX příznivější. Zamítnuta byla pouze hypotéza o nepůsobení systematické chyby. Ostatní testy nulové hypotézy nezamítly.

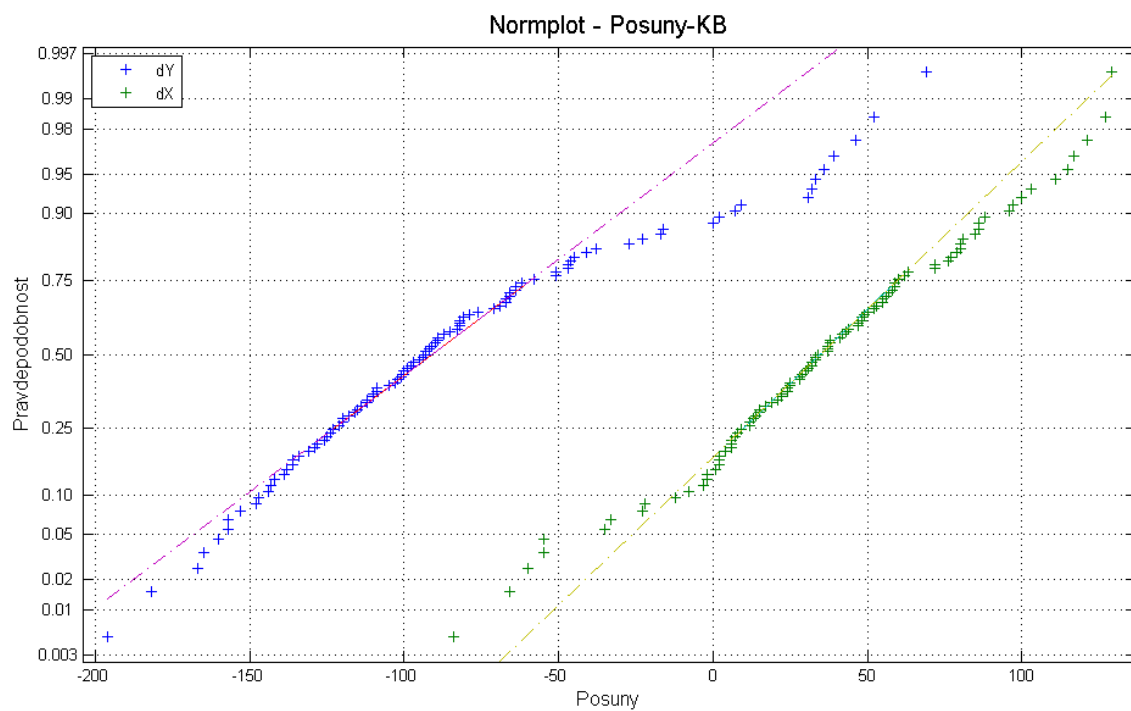


Obr. 6.8 Korelační pole pro všechny kontrolní body

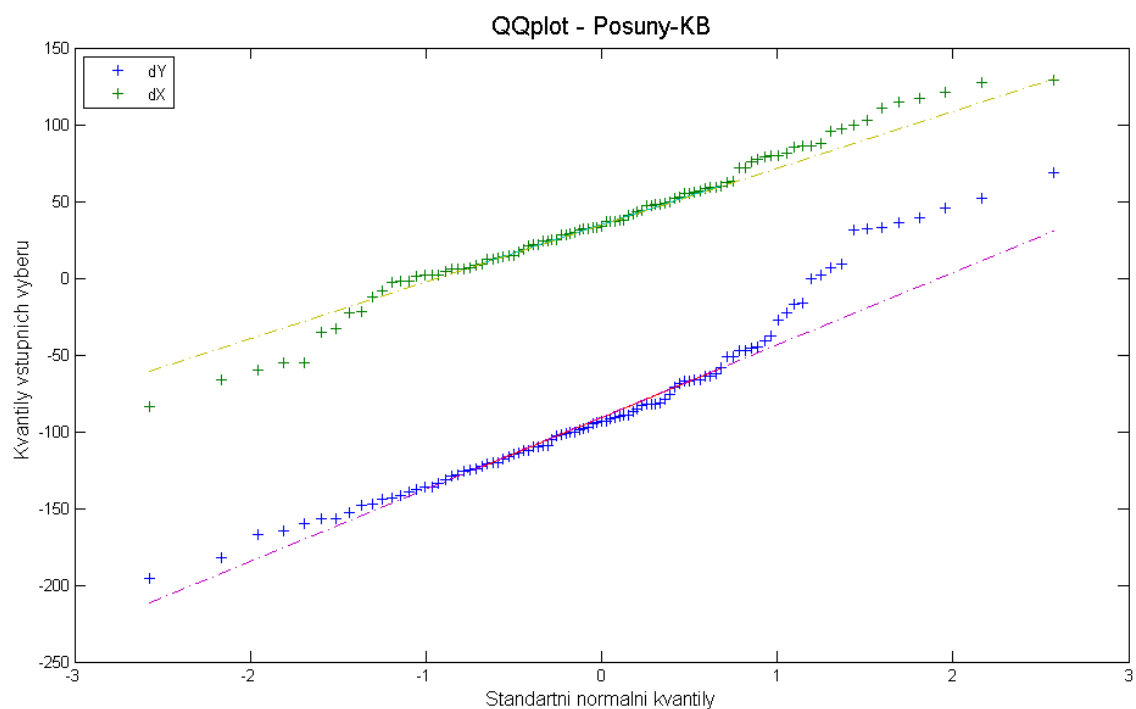
¹⁰ P-value je pravděpodobnost, že testová statistika bude alespoň tak extrémní jako pozorovaná hodnota. [11]



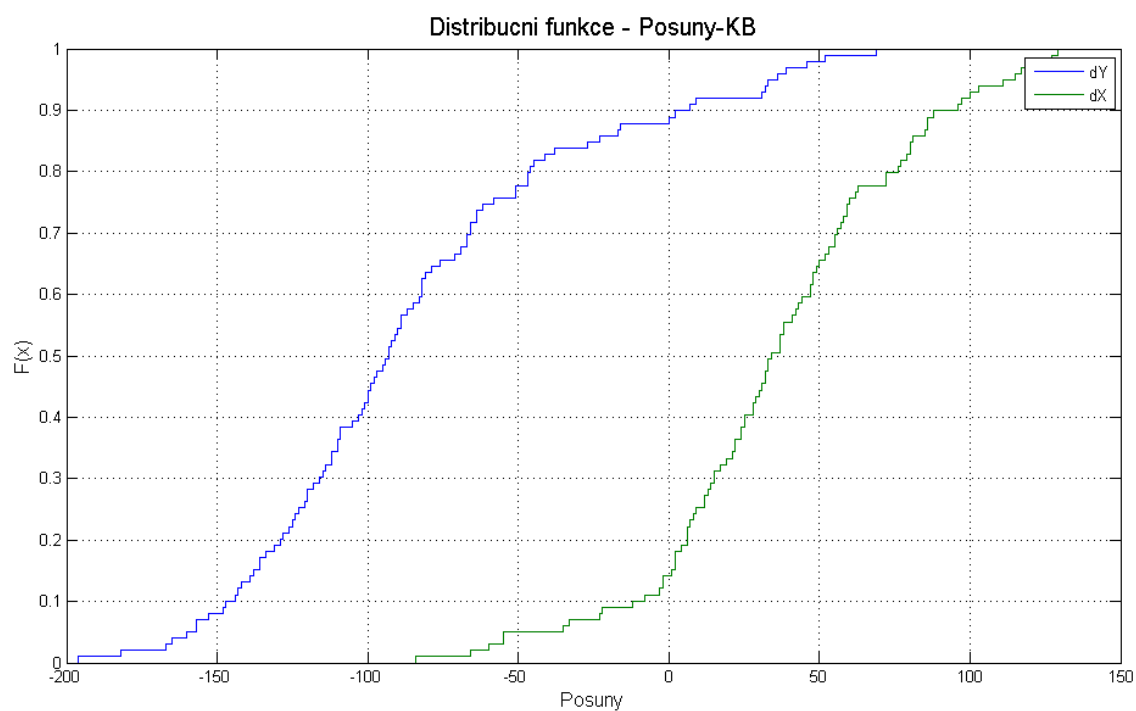
Obr. 6.9 Stereogram absolutních četností pro všechny kontrolní body



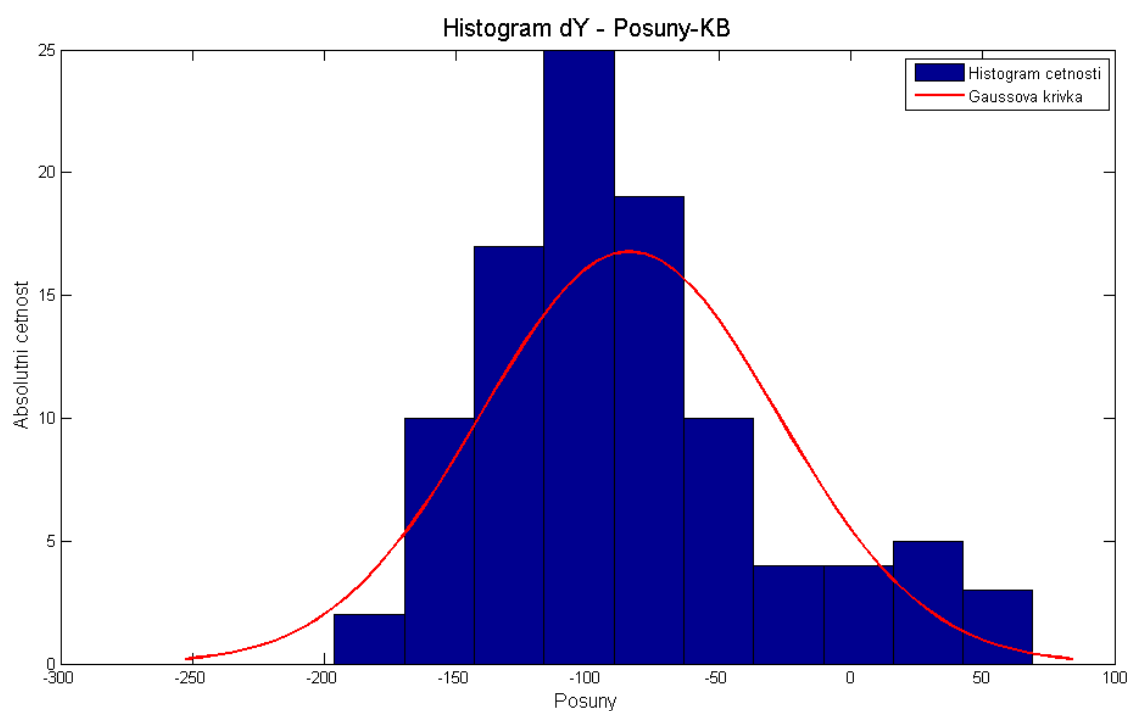
Obr. 6.10 Norm plot pro všechny kontrolní body



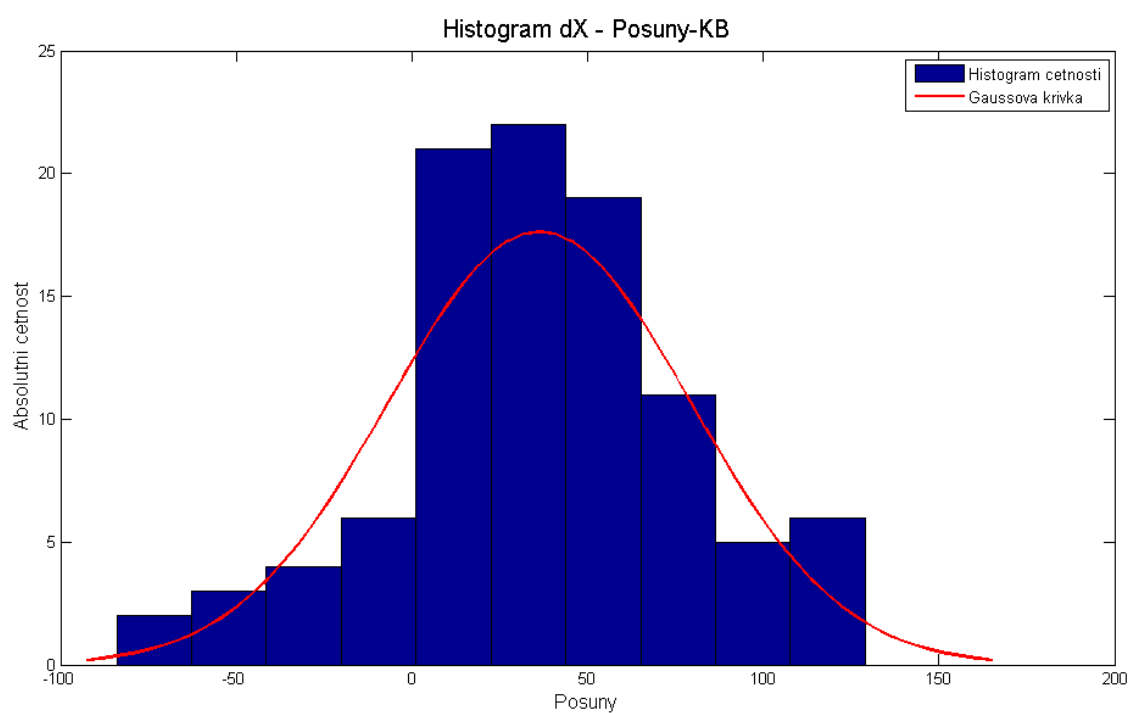
Obr. 6.11 QQ plot pro všechny kontrolní body



Obr. 6.12 Empirická sčítaná distribuční funkce pro všechny kontrolní body



Obr. 6.13 Histogram absolutních četností pro dY



Obr. 6.14 Histogram absolutních četností pro dX

6.6.2 Výsledky pro vybrané kontrolní body

Následují výsledky bez pochybných nebo nekompaktních posunů kontrolních bodů, jak je psáno v části 6.5.

Základní charakteristiky souboru KB [m]					
$\overline{dY}$	$\overline{dX}$	s_{dY}	s_{dX}	s_{dYdX}	n
-106	31	36	36	36	70

Tab. 6.6 Základní charakteristiky souboru KB podle vzorců 1.19, 1.21 a 1.15

Koeficient korelace			
r	t	$t_{\alpha/2}$	α
0.08	0.62	2.00	5 %

Tab. 6.7 Koeficient korelace a testovací charakteristiky

Výběrový koeficient korelace r z výběru o rozsahu 70 odpovídá výběru ze základního souboru s koeficientem korelace $\rho = 0$.

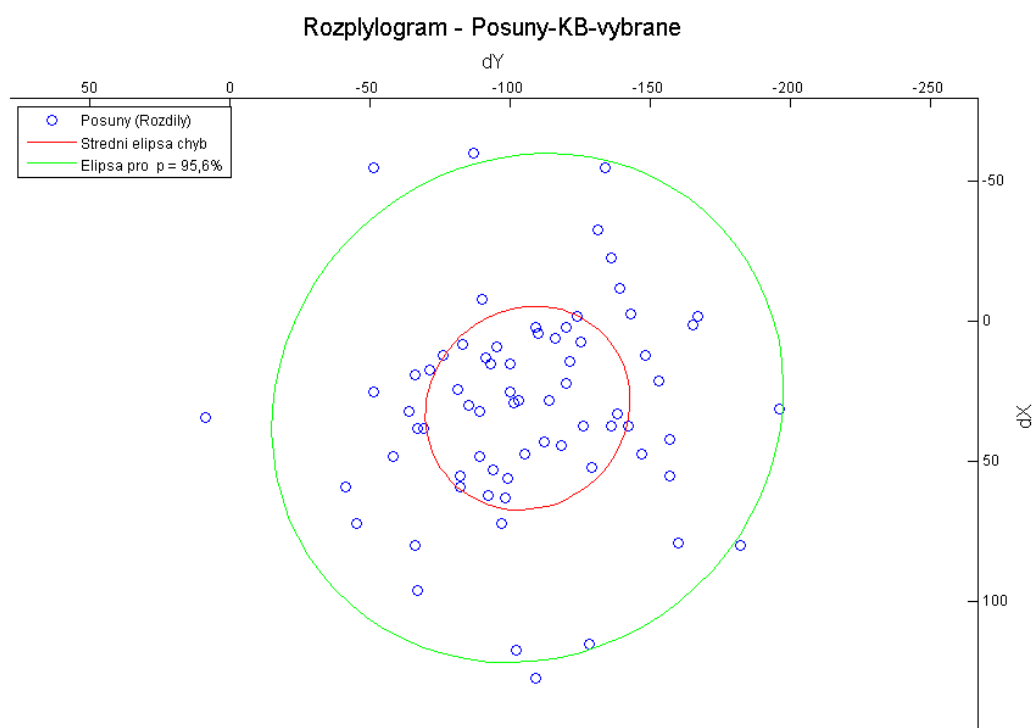
Testování normality výběru dY											
Působení system. Chyby [m]				Zkouška asymetrie				Zkouška excusu			
$ \nu_1 = c $	$t_\alpha \sigma_1$	α	$ \nu_1 : \sigma_1$	A	$t_\alpha \sigma_A$	α	$A : \sigma_A$	E	$t_\alpha \sigma_E$	α	$E : \sigma_E$
106	26	5 %	7.99	0.14	0.55	5 %	0.51	0.44	1.03	5 %	0.84
Lillieforsův test				Jarquerův-Beraův test				Pearsonův test dobré shody			
$D_{\max}$	$D_\alpha(n, \alpha)$	α	$p\text{-value}$	JB	mez_{JB}	α	$p\text{-value}$	χ^2	χ_α^2	α	$p\text{-value}$
0.05	0.11	5 %	NaN	0.81	5.99	5 %	0.67	0.13	7.81	5 %	0.99

Tab. 6.8 Testování normality výběru dY

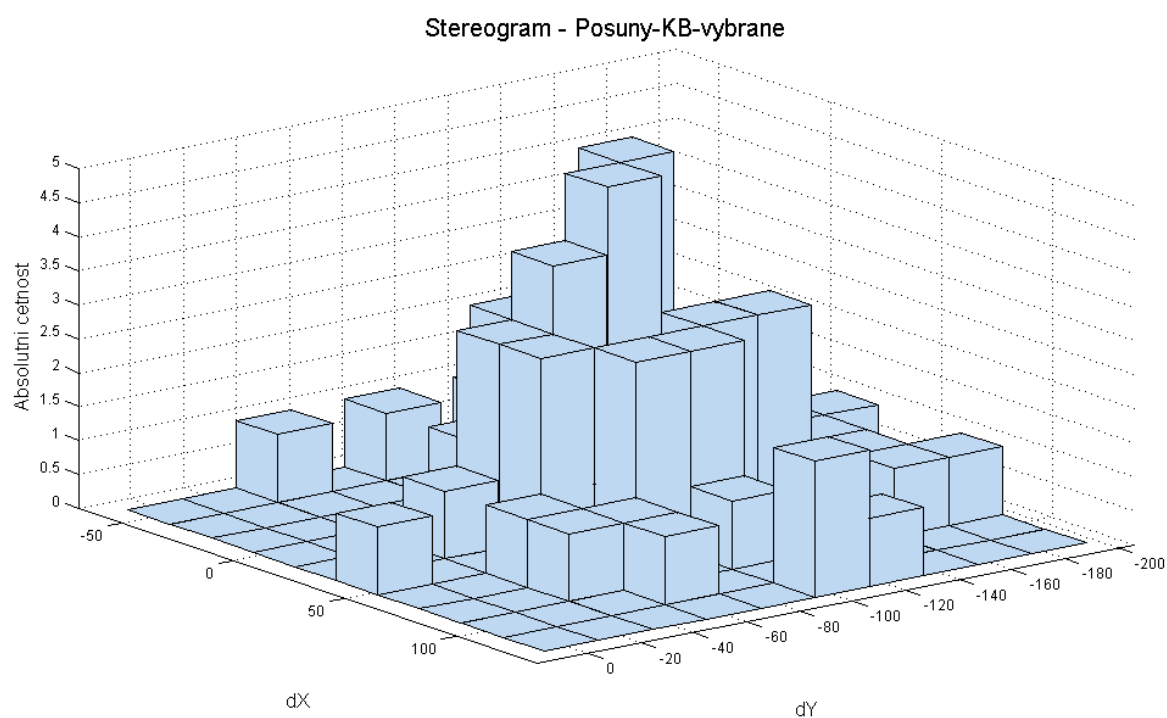
Testování normality výběru dX											
Působení system. Chyby [m]				Zkouška asymetrie				Zkouška excusu			
$ \nu_1 = c $	$t_\alpha \sigma_1$	α	$ \nu_1 : \sigma_1$	A	$t_\alpha \sigma_A$	α	$A : \sigma_A$	E	$t_\alpha \sigma_E$	α	$E : \sigma_E$
31	11	5 %	5.52	0.07	0.55	5 %	0.26	0.81	1.03	5 %	1.54
Lillieforsův test				Jarquerův-Beraův test				Pearsonův test dobré shody			
$D_{\max}$	$D_\alpha(n, \alpha)$	α	$p\text{-value}$	JB	mez_{JB}	α	$p\text{-value}$	χ^2	χ_α^2	α	$p\text{-value}$
0.08	0.11	5 %	NaN	1.97	5.99	5 %	0.37	4.40	7.81	5 %	0.22

Tab. 6.9 Testování normality výběru dY

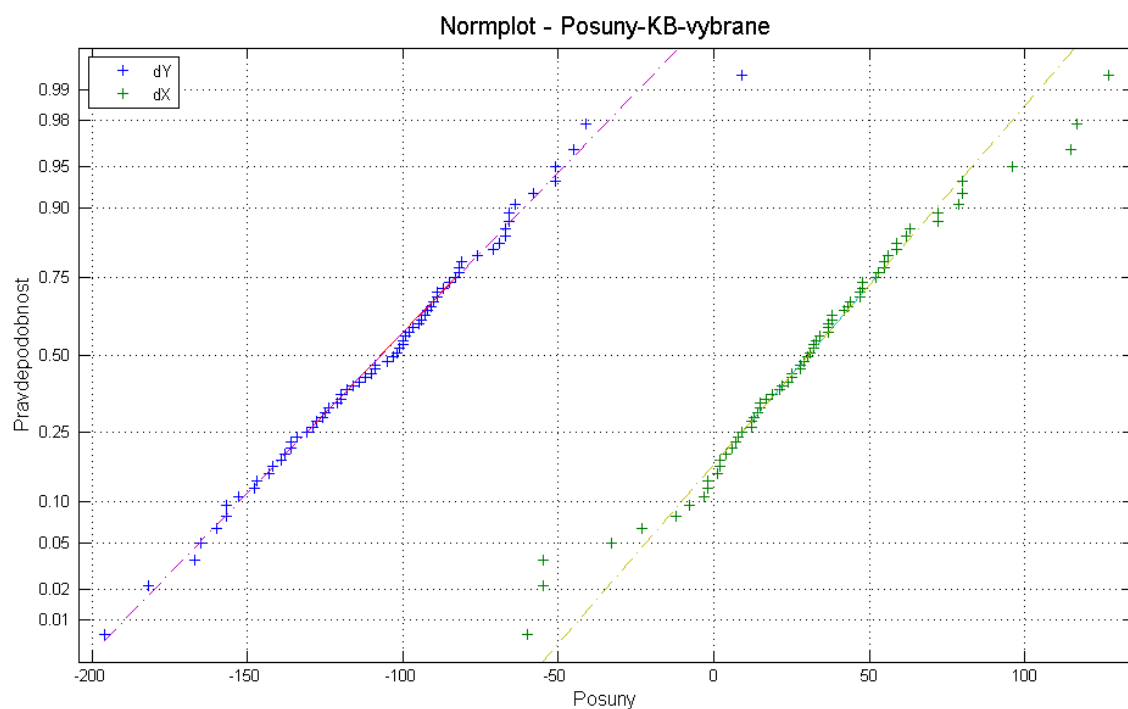
Ve výběrech dY a dX opět působí systematické chyby. Ostatní nulové hypotézy nebyly zamítnuty. Výběry jsou ze základních souborů s normálním rozdělením.



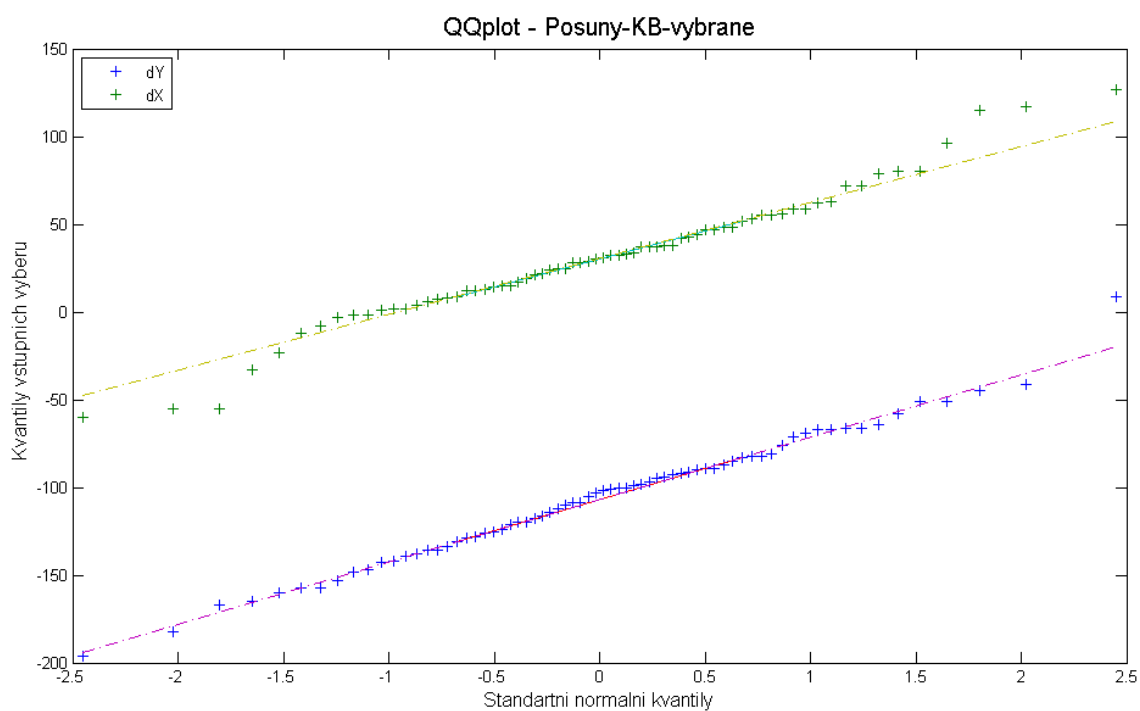
Obr. 6.15 Korelační pole pro vybrané kontrolní body



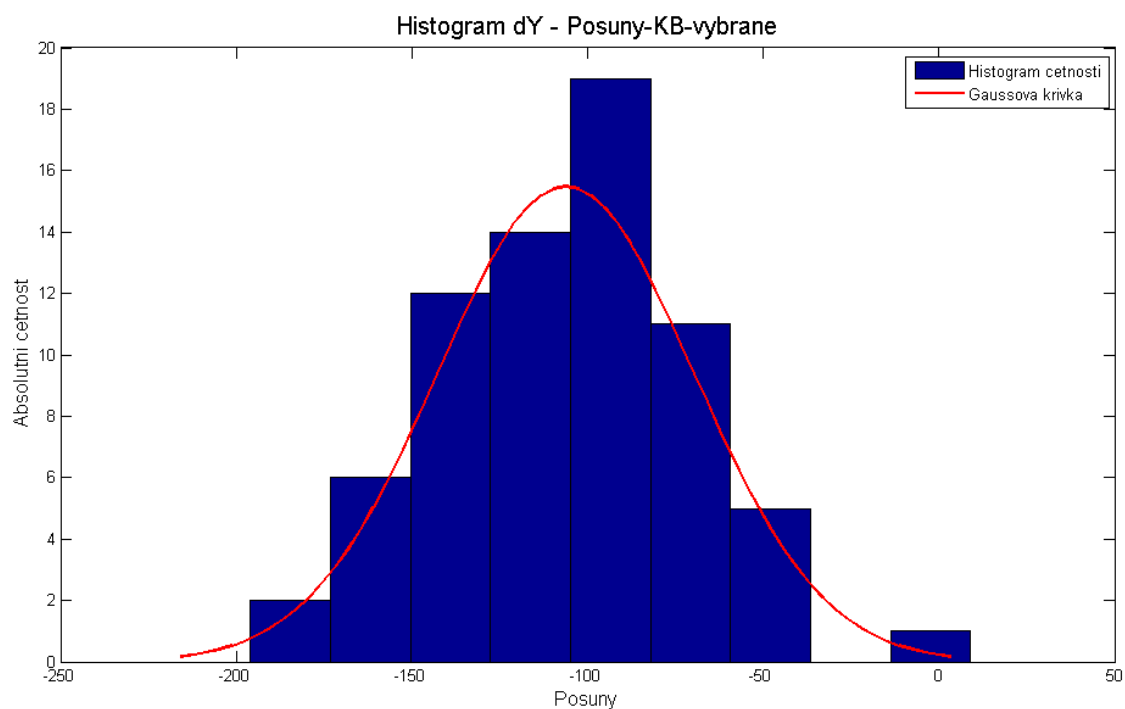
Obr. 6.16 Stereogram absolutních četností pro vybrané kontrolní body



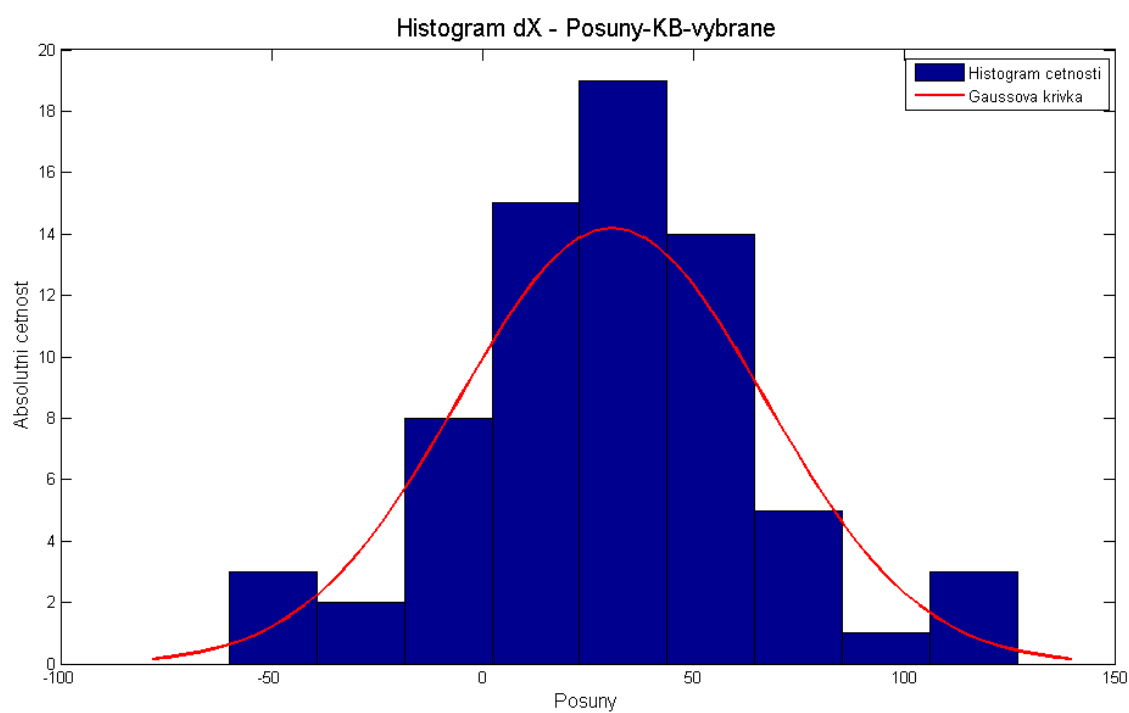
Obr. 6.17 Norm plot pro vybrané kontrolní body



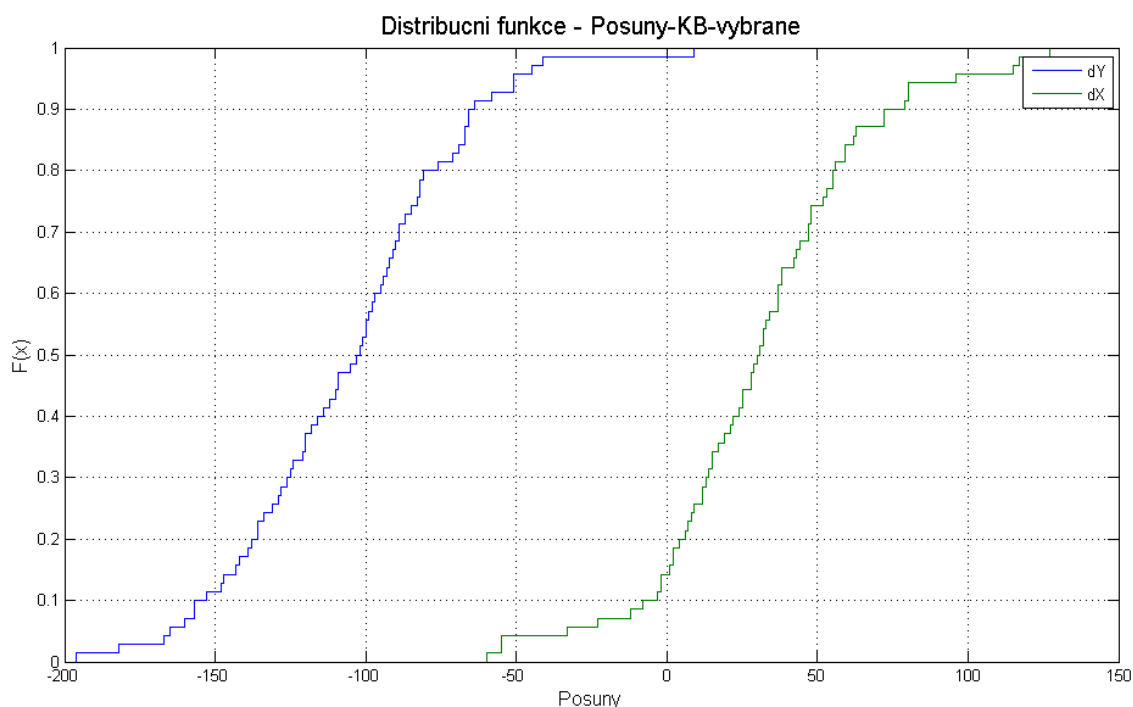
Obr. 6.18 QQ plot pro vybrané kontrolní body



Obr. 6.19 Histogram absolutních četností pro dY



Obr. 6.20 Histogram absolutních četností pro dX



Obr. 6.21 Empirická sčítaná distribuční funkce pro vybrané kontrolní body

6.6.3 Posuny KB pro čtveřice mapových listů

Vyhodnocení programem *SM75zhodnot* bylo provedeno i pro čtveřice mapových listů. U všech nebyla zamítnuta hypotéza o normalitě základního souboru (kromě systematické chyby). Taktéž výběrové korelační koeficienty odpovídají základnímu souboru s $\rho = 0$. Obrázky a protokoly ke čtveřicím jsou uloženy na DVD.

Směr $S \rightarrow J$ [m]						Směr $Z \rightarrow V$ [m]					
čtveřice	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$	s_{dY}	s_{dX}	n	čtveřice	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$	s_{dY}	s_{dX}	n
Sev. Č.	-116	32	28	31	20	Záp. Č.	-112	13	36	44	19
Vých. Č.	-100	33	39	28	20	Sev. Č.	-116	32	28	31	20
Záp. Č.	-112	13	36	44	19	Jižní M.	-90	37	33	48	20
Vých. M.	-4	65	49	41	20	Vých. Č.	-100	33	39	28	20
Jižní M.	-90	37	33	48	20	Vých. M.	-4	65	49	41	20

Tab. 6.10 Charakteristiky KB pro čtveřice ML podle vzorců 1.19 a 1.21

6.6.4 Posuny KB pro mapové listy

Obdobné srovnání výsledků v zeměpisných směrech pro jednotlivé mapové listy nabízí tab. 6.11. Údaje jsou převzaty z Přílohy s výsledky pro ML.

Směr S → J [m]						Směr Z → V [m]					
ML	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$	s_{dY}	s_{dX}	n	ML	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$	s_{dY}	s_{dX}	n
3752	-140	11	26	18	5	4049	-93	34	13	25	5
3753	-112	52	16	38	5	4149	-95	-33	13	53	4
3852	-110	24	16	16	5	4050	-162	27	23	44	5
3853	-101	43	32	29	5	4150	-94	17	24	18	5
3956	-109	33	39	30	5	3752	-140	11	26	18	5
3957	-107	39	29	30	5	3852	-110	24	16	16	5
4049	-93	34	13	25	5	3753	-112	52	16	38	5
4050	-162	27	23	44	5	3853	-101	43	32	29	5
4056	-83	31	48	35	5	4355	-108	10	35	20	5
4057	-102	28	30	9	5	4455	-82	37	26	50	5
4149	-95	-33	13	53	4	3956	-109	33	39	30	5
4150	-94	17	24	18	5	4056	-83	31	48	35	5
4160	14	53	37	57	5	4356	-73	20	21	46	5
4259	6	74	26	39	5	4456	-98	79	35	39	5
4355	-108	10	35	20	5	3957	-107	39	29	30	5
4356	-73	20	21	46	5	4057	-102	28	30	9	5
4359	-8	56	40	25	5	4259	6	74	26	39	5
4360	-26	79	70	29	5	4359	-8	56	40	25	5
4455	-82	37	26	50	5	4160	14	53	37	57	5
4456	-98	79	35	39	5	4360	-26	79	70	29	5

Tab. 6.11 Charakteristiky KB pro ML podle vzorců 1.19 a 1.21

6.6.5 Výsledky pro body kilometrové sítě S-JTSK

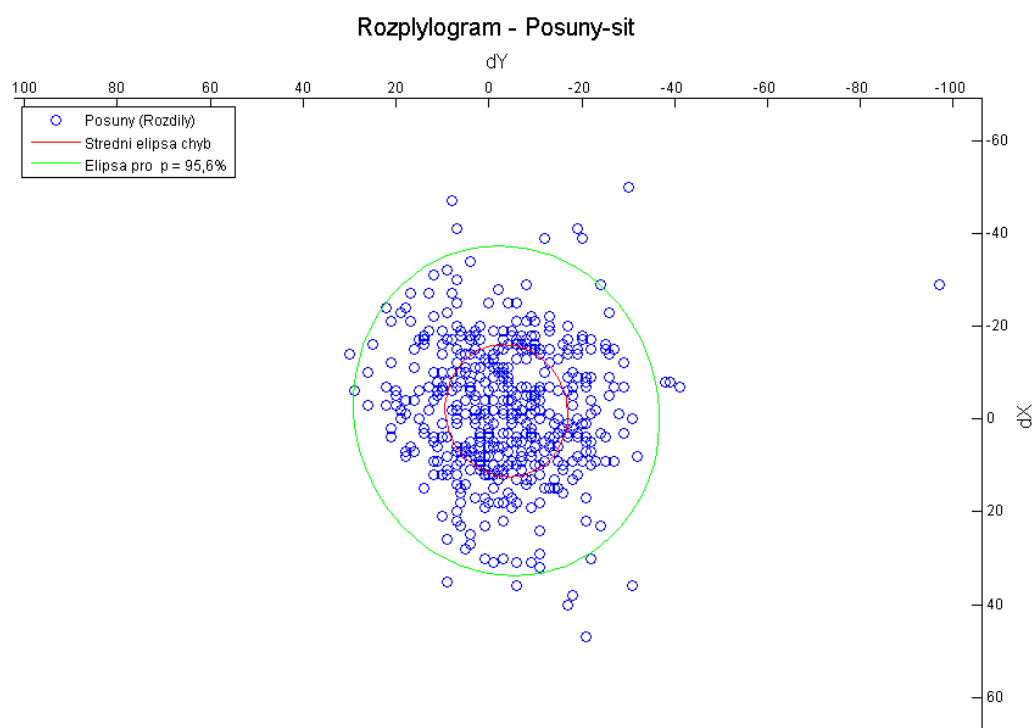
Pro zajímavost se vyhodnotil programem *SM75zhodnot* i soubor posunů bodů sítě.¹¹ Výběry pro oba souřadnicové směry pocházejí ze základního souboru s normálním rozdělením a nejsou korelované.

Základní charakteristiky souboru bodů sítě [m]					
$\overline{dY}^*$	$\overline{dX}^*$	s_{dY}^*	s_{dX}^*	s_{dYdX}^*	n
-4	-2	13	14	14	480

Tab. 6.12 Základní charakteristiky souboru bodů sítě podle vzorců 1.19, 1.21 a 1.15

Grafické znázornění posunů ilustruje *obr. 6.22*.

¹¹ Podobné zhodnocení se mělo objevit už v [1], kde byla přesnost zákresu sítě S-JTSK hlavním tématem.



Obr. 6.22 Korelační pole pro body kilometrové sítě S-JTSK

Závěr

V diplomové práci byla zjišťována vzájemná polohová přesnost mezi kilometrovou sítí S-JTSK a polohopisem kresby ve speciálních mapách 1 : 75 000. Princip porovnání vychází z dvojího určení identických kontrolních bodů – z rastrů map a ze současných interaktivních map. Pro výpočet a rozbor vlastností polohových odchylek byla vypracována sada programů v softwaru *MATLAB*. Téma navazuje na bakalářskou práci [1], ze které pochází program na vyhodnocení přesnosti zákresu sítě S-JTSK a teorie s ním spojená. Během zpracování se vyskytlo několik problémů a možností volby, které budou dále popsány a zdůvodněny.

Za programovací, či lépe řečeno skriptovací nástroj, byl vybrán software *MATLAB* a to zejména z důvodu jednoduché syntaxe jeho jazyka, množství předpřipravených funkcí, snadnosti vytváření grafických výstupů a hlavně velmi dobře zpracované nápovědy. Neméně důležitou příčinou volby bylo také zachování návaznosti na [1]. K měření souřadnic bodů z naskenovaných map se používaly programy *MicroStation* a *Groma*. S těmito softwary má autor bohaté zkušenosti, na rozdíl od alternativního systému *Kokeš* či jiných. K určení teoretických souřadnic kontrolních bodů posloužily prakticky jediné, volně dostupné mapové služby s nástroji pro vyhledávání a odečet souřadnic v Křovákové zobrazení – *IZGARD* a katastrální mapa.

Výsledky z [1] i této práce ukazují, že kartometricky měřené souřadnice bodů z rastrů lze považovat (vzhledem k měřítku mapy) za absolutně správné. Teoretické souřadnice, získané v různých interaktivních mapách, už sobě tak přesně neodpovídají. Při pečlivém výběru zdrojů a polohy kontrolních bodů se však dají taktéž brát za dostatečně přesné se zanedbatelnou střední chybou měření vzhledem k měřítku. Rozdíl souřadnic v S-JTSK (příslušných kontrolních bodů) z obou způsobů určení se pak dá považovat za pseudoskutečné chyby vzájemné polohy. Výběru kontrolních bodů byla věnována velká pozornost. Avšak i tak nelze vyloučit, že do porovnání nejsou zahrnuty neidentické body. Například přemístěné křížení komunikací.

O důvodech výběru použitých matematických metod v *SM75sit* se podrobně píše v [1] (kde se program jmenuje *SM75final*). V *SM75pol* je zajímavá otázka volby typu transformace kontrolních (podrobných) bodů. Předchozí výzkum v bakalářské práci [1] ukázal, že srážka speciálních map nabývá (velmi zhruba) dvou různých hodnot pro hlavní směry výroby papíru. K potlačení jejího vlivu se proto hodí více afinní transformace. A to

zvlášť pro malé části mapového listu, kterými jsou pole (čtverce) sítě S-JTSK. Vyrovnání transformačního klíče pak vyplynulo z jednoho nadbytečného identického bodu. Jak už bylo naznačeno, výběr testů na ověření normality souborů v *SM75zhodnot* vychází z předpřipravených funkcí *MATLABu* a také ze skript [5] a [7].

Pozorného čtenáře možná napadlo, proč jsou kontrolní body přepočítávány afinní transformací s využitím ideálních (teoretických) identických bodů sítě S-JTSK. Metoda transformace na skutečnou polohu bodů je očividně správnější. S jejím využitím se potlačí vliv nepřesnosti zákresu sítě na pozice kontrolních bodů. První možnost se tedy počítá „zbytečně“. V práci zůstala jako relikv úvahy, kdy nebudou známy skutečné souřadnice bodů sítě S-JTSK. Tento případ ale nastane pouze tehdy, když se nepoužije program *SM75sit*. (Body sítě S-JTSK se musí měřit v rastru mapy vždy, aby se získaly souřadnice identických bodů v soustavě z níž se transformuje. Poloha v soustavě, do které se transformuje, může být pak ideální – doslova opsaná z mapy, nebo skutečná – získaná použitím *SM75sit*. Jestliže ale existují data z Systému měření, není důvod nepoužít na ně *SM75sit*. Snad až na případy kdy by z nějakého důvodu program nefungoval nebo nebyl k dispozici.) Porovnáním výsledků obou variant lze však získat představu o vlivu zákresu sítě S-JTSK na polohu kontrolních bodů. Proto nebyla transformace na ideální identické body z práce vypuštěna.

A nyní už ke zhodnocení výsledků. V bakalářské práci [1] se psalo, že zákres kilometrové sítě S-JTSK v poli speciálních map je přesný. Za správný lze považovat i levý a pravý rám. Pouze body na horním a dolním rámu jsou zobrazeny nepřesně z důvodu zanedbání křivosti obrazu rovnoběžek, které nahrazují v konstrukci mapového listu úsečky. V předložené práci se měřilo velké množství bodů sítě z vnitřku mapového pole, u nichž byly určeny jejich posuny pomocí *SM75sit* stejným způsobem jako v [1]. Bakalářská práce ale neobsahovala žádné statistické zhodnocení těchto výsledků. Doplněno je až nyní. Program *SM75zhodnot*, aplikovaný na posuny bodů sítě, potvrdil závěr o přesnosti zákresu uvnitř mapového pole. Soubory rozdílů teoretických a měřených souřadnic mají normální rozdělení, nejsou korelované, pro oba směry os mají střední hodnotu velmi blízkou nule a střední chybu přibližně 0.2 mm v měřítku mapy – viz v část 6.6.5.

Souřadnice kontrolních bodů polohopisu v S-JTSK získané pomocí afinní transformace s využitím ideálních identických bodů sítě se od svých správnějších protějšků transformovaných na skutečnou polohu bodů sítě příliš neliší (viz Příloha č. 1). V některých případech by se dokonce daly s klidným svědomím zaměnit. Tento fakt je způsoben poměrně přesným zákresem sítě S-JTSK ve speciálních mapách, jak již bylo

uvedeno výše. Samotná afinní transformace nemá na polohu kontrolních bodů žádný negativní vliv, protože všechny čtveřice identických bodů si v obou soustavách věrně odpovídají.

Zajímavý je vývoj srážky map – Příloha č. 1. Měřená výška mapových listů není v žádném z případů menší než teoretická hodnota. Místo srážky by tak bylo lepší mluvit o roztažení, které bylo zřejmě způsobeno při zatahování map do průhledné plastové fólie. Délka horního a spodního rámu pak ve třech čtvrtinách případů naplňuje pojem srážka. U zbylých mapových listů jsou měřené rozměry horního a spodního rámu opět prodloužené. Srážka uvnitř polí (čtverců) sítě S-JTSK odpovídá v relativních hodnotách těm pro celý ML, kde nabývá rozmezí 99,4 % až 100,7 %.

Výsledky z odstavce 6.6.1 ukazují, že soubor všech posunů pro souřadnici Y není výběrem z normálního rozdělení. A i když soubor všech dX je, není možné se příliš spoléhat na vypočtené odhady středních hodnot a středních náhodných chyb. Přeneseně to znamená, že na různých místech České republiky mají posuny spíše náhodný směr a velikost.

Slova „spíše náhodný směr“ ale neplatí pro šestnáct mapových listů z Čech a jižní Moravy. Soubory posunů bez dat z východu republiky, nekompaktních a pochybných údajů (část 6.6.2) už kritéria pro normalitu splňují. V Úvodu se předpokládalo, že polohové odchylky kontrolních bodů mají nulovou střední hodnotu s neznámou střední náhodnou chybou – podobně jako posuny bodů sítě S-JTSK. Tato domněnka se nepotvrdila. Posuny dY mají odhadované normální rozdělení $N(-106, 36^2)$ a dX $N(31, 36^2)$ v metrech v systému S-JTSK. Což odpovídá v měřítku mapy a milimetrech přibližně $N(1.4, 0.5^2)$ pro dY a $N(0.4, 0.5^2)$ pro dX . Přesnost zákresu KB je asi dvaapůlkrát horší než u sítě S-JTSK. Navíc se polohopis vůči skutečným souřadnicím Křovákova zobrazení posunuje zhruba o 106 m po ose Y směrem od počátku a o zhruba 31 m po ose X směrem k počátku. Je třeba zdůraznit, že na obrázcích v Příloze č. 1 jsou vektory polohových odchylek znázorněny v opačných směrech, protože směřují z pozice měřené do pozice teoretické. Obou souborech tedy působí systematické chyby přibližně konstantní hodnoty. Významně ale pouze ve směru osy Y .

Z části 6.6.3 a 6.6.4 pak plyne, že velikost odhadů systematických chyb posunů kontrolních bodů pro čtveřice i jednotlivé mapové listy se systematicky nemění v závislosti na poloze. A to ani od západu na východ, ani od severu na jih. Dobrou představu o tomto poznatku podává i obrázek České republiky s vektory polohových odchylek na konci Přílohy č. 1.

Jako závěrečné stanovisko lze konstatovat, že polohopis speciálních map je posunut vůči ideálním Křovákovým souřadnicím s přibližně konstantní systematickou chybou, která se však může lišit ve dvou různých územních celcích větší rozlohy. Její velikost a směr nezávisí na poloze. V malém počtu případů mohou být polohové odchylky i zcela nepředvídatelné. Výhodné by bylo vyhodnotit i další mapové listy, aby se uvedená tvrzení případně potvrdila nebo vyvrátila s ohledem na celou rozlohu našeho státu.

Použitá literatura

- [1] SEEMANN, Pavel. *Kartometrické hodnocení zákresu kilometrové sítě S-JTSK ve speciální mapě 1 : 75 000*. [s.l.], 2007. 73 s. , 1 DVD. Práce byla obhájena 4. 9. 2007 na Katedře mapování a kartografie na Fakultě stavební ČVUT v Praze. Vedoucí bakalářské práce Prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc. Dostupný z WWW: <<http://www.finc.cz/skola/semestr8/bakpr-hodnoceni-zakresu-site-sjtsk-v-sm75.pdf>>.
- [2] VEVERKA, Bohuslav. *Topografická a tematická kartografie 10*. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2004. 220 s. ISBN 80-01-02381-8.
- [3] BUCHAR, Petr. *Matematická kartografie*. 2. přeprac. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2005. 203 s. ISBN 80-01-02534-9.
- [4] RATIBORSKÝ, Jan. *Geodézie 10*. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2000. 234 s. ISBN 80-01-02198-X.
- [5] HAMPACHER, Miroslav, RADOUCH, Vladimír. *Teorie chyb a vyrovňovací počet 10*. 2. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2003. 159 s. ISBN 80-01-02833-X.
- [6] HAMPACHER, Miroslav, RADOUCH, Vladimír. *Teorie chyb a vyrovňovací počet 2*. 2. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2004. 140 s. ISBN 80-01-03012-1.
- [7] HAMPACHER, Miroslav, RADOUCH, Vladimír. *Teorie chyb a vyrovňovací počet 10, 20. Příklady a návody na cvičení*. 4. přeprac. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2000. 163 s. ISBN 80-01-02250-1.
- [8] KOČANDRLOVÁ, Milada. *Interpolační funkce a křivky*. 8 s. Dostupný z WWW: <<http://mat.fsv.cvut.cz/ma6g/soubory/Interp.pdf>>.
- [9] ČECHUROVÁ, Monika. *Výpočty v kladu listů rakouských topografických map ze III. vojenského mapování*. [s.l.], 2002. 74 s. ČVUT, Fakulta stavební, Katedra mapování a kartografie. Vedoucí dizertační práce Prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc.
- [10] NETOLICKÁ, Veronika. *Testy normality*. [s.l.], 2008. 51 s. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Katedra matematické analýzy a aplikací matematiky. Vedoucí bakalářské práce RNDr. Eva Fišerová, Ph.D. Dostupný z WWW: <<http://mant.upol.cz/soubory/OdevzdanePrace/b08-06-vn.pdf>>.

- [11] Wikimedia Foundation, Inc.. *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. [2008] [cit. 2008-11, 2008-12]. Dostupný z WWW: <http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page>.
- [12] *The MathWorks - Online Documentation* [online]. c1994-2008 [cit. 2008-12]. Dostupný z WWW: <<http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/helpdesk.html>>.
- [13] POLÁČEK, Petr, IVICA, Peter. *INTERNETOVÝ ZOBRAZOVAČ GEOGRAFICKÝCH DAT* [online]. [2007] , 05.12.2008 [cit. 2008-11]. Dostupný z WWW: <<http://izgard.cenia.cz/ceniaizgard/uvod.php>>.
- [14] ČÚZK. *Český úřad zeměměřický a katastrální : Webové mapové služby pro katastrální mapy (WMS KN)* [online]. [2007] , 15.10.2008 [cit. 2008-11]. Dostupný z WWW: <http://www.cuzk.cz/Dokument.aspx?PRARESKOD=998&MENUID=0&AKCE=DOC:10-WMS_PRO_KM>.
- [15] CENIA. *Mapové služby Portálu veřejné správy : Návod k aplikaci Mapové služby Portálu veřejné správy* [online]. c2005-2008 [cit. 2008-11]. Dostupný z WWW: <http://geoportal.cenia.cz/cenia_docs/help/ims_wms.html>.
- [16] ČÚZK; Intergraph ČR, spol. s r.o.. *WMS PORTAL ZU* [online]. c2007 [cit. 2008-11]. Dostupný z WWW: <<http://geoportal.cuzk.cz/wmsportal/>>.
- [17] JIRÁNEK, Jan, ŘÍHA, Jan. *WMS - vše o WMS, vyhledávání a více* [online]. [2007-2008] [cit. 2008-11]. Dostupný z WWW: <<http://geo2.fsv.cvut.cz/wms/index.php>>.
- [18] SEHNAL, Jan. *Groma - Geodetický software* [online]. 2004- , 29.09.2004 [cit. 2007-05-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.groma.cz/cz/showpage.php?id=groma.htm>>.

Seznam tabulek

Tab. 5.1 Formát vstupního souboru pro <i>SM75sit</i>	43
Tab. 5.2 Formát vstupních souborů pro <i>SM75pol</i>	44
Tab. 5.3 Formát vstupního souboru pro <i>SM75zhodnot</i>	45
Tab. 6.1 Seznam hodnocených mapových listů.....	47
Tab. 6.2 Základní charakteristiky souboru všech KB podle vzorců 1.19, 1.21 a 1.15	53
Tab. 6.3 Koeficient korelace a testovací charakteristiky	53
Tab. 6.4 Testování normality výběru <i>dY</i>	53
Tab. 6.5 Testování normality výběru <i>dX</i>	54
Tab. 6.6 Základní charakteristiky souboru KB podle vzorců 1.19, 1.21 a 1.15	58
Tab. 6.7 Koeficient korelace a testovací charakteristiky	58
Tab. 6.8 Testování normality výběru <i>dY</i>	58
Tab. 6.9 Testování normality výběru <i>dY</i>	58
Tab. 6.10 Charakteristiky KB pro čtveřice ML podle vzorců 1.19 a 1.21	62
Tab. 6.11 Charakteristiky KB pro ML podle vzorců 1.19 a 1.21	63
Tab. 6.12 Základní charakteristiky souboru bodů sítě podle vzorců 1.19, 1.21 a 1.15	63

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Konstrukce listu speciální mapy [2]	11
Obr. 1.2 Skládání mapových listů SM75 [3]	12
Obr. 1.3 Klad a značení listů speciální mapy 1 : 75 000 [2].....	12
Obr. 1.4 Výřez z reambulované speciální mapy [1]	13
Obr. 1.5 Křivákovo zobrazení [3]	15
Obr. 1.6 Interpolace v přímce [1]	17
Obr. 1.7 Newtonův interpolační polynom pro 3 body [1]	18
Obr. 1.8 Podobnostní transformace souřadnic [1]	25
Obr. 2.1 Systém mapa [1]	30
Obr. 2.2 Systém měření [1].....	30
Obr. 2.3 Systém S-JTSK [1]	30
Obr. 2.4 Označení hlavních bodů ML [1].....	31
Obr. 2.5 Označení bodů sítě S-JTSK [1]	31
Obr. 3.1 Důvod výpočtu Newtonovým interpolačním polynomem [1].....	34
Obr. 3.2 Metoda transformace po přímkách [1]	36
Obr. 4.1 Transformace kontrolních bodů do S-JTSK.....	39
Obr. 6.1 Poloha mapových listů.....	47
Obr. 6.2 Vzor rozložení kontrolních bodů.....	48
Obr. 6.3 Volba polohy kontrolních bodů v ML.....	48
Obr. 6.4 Typické kontrolní body ($SM75 \times RETM25$)	48
Obr. 6.5 Vyhledávání a měření souřadnic S-JTSK v IZGRAD	49
Obr. 6.6 Vzorové parametry připojení rastru.....	50
Obr. 6.7 Odečítání souřadnic v <i>MicroStationu</i> pomocí <i>Gromy</i>	51
Obr. 6.8 Korelační pole pro všechny kontrolní body	54
Obr. 6.9 Stereogram absolutních četností pro všechny kontrolní body.....	55
Obr. 6.10 Norm plot pro všechny kontrolní body.....	55
Obr. 6.11 QQ plot pro všechny kontrolní body	56
Obr. 6.12 Empirická sčítaná distribuční funkce pro všechny kontrolní body	56
Obr. 6.13 Histogram absolutních četností pro dY	57
Obr. 6.14 Histogram absolutních četností pro dX	57
Obr. 6.15 Korelační pole pro vybrané kontrolní body.....	59

Obr. 6.16 Stereogram absolutních četností pro vybrané kontrolní body	59
Obr. 6.17 Norm plot pro vybrané kontrolní body	60
Obr. 6.18 QQ plot pro vybrané kontrolní body	60
Obr. 6.19 Histogram absolutních četností pro dY	61
Obr. 6.20 Histogram absolutních četností pro dX	61
Obr. 6.21 Empirická sčítaná distribuční funkce pro vybrané kontrolní body	62
Obr. 6.22 Korelační pole pro body kilometrové sítě S-JTSK	64

Použité zkratky

ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
ČVUT	České vysoké učení technické
DMÚ25	Digitální model území 1 : 25 000
DPI	Dots per inch (bodů na palec; <i>1 palec = 25,4 milimetru</i>),
KB	Kontrolní bod(y)
ML	Mapový list
RETM25	Rastrová ekvivalent topografické mapy 1 : 25 000
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
SM75	Speciální mapa 1 : 75 000

Seznam příloh

Příloha č. 1 – Výsledky pro ML

Příloha č. 2 – Ukázky výstupů programů

Příloha č. 3 – Zdrojové kódy programů

Příloha č. 4 – Stručný postup vyhodnocení

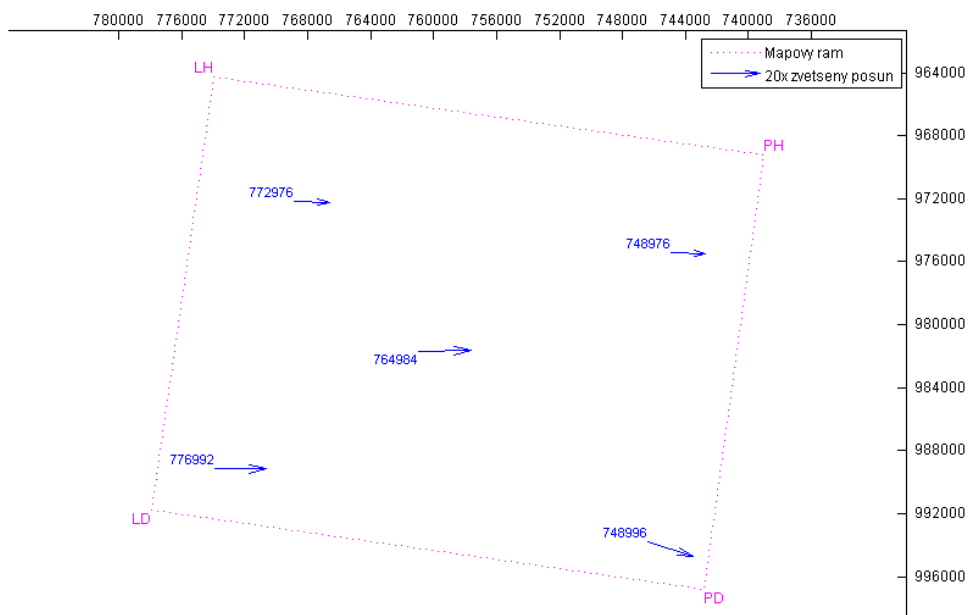
Příloha č. 5 – Obsah DVD

Příloha č. 1

Výsledky pro ML

3752 – Litoměřice

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohy z SM75sit): 3752-Litoměřice



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
748976	744803	975426	744912	975424	-109	2	109	-140	11
748996	746274	993820	746420	993773	-147	47	154	S_{dY}	S_{dX}
764984	760786	981675	760953	981677	-167	-2	167	26	18
772976	768732	972172	768842	972167	-110	4	110	S_{dYdX}	
776992	773764	989140	773930	989139	-165	1	165	22	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
748976	744803	975426	744910	975416	-107	10	108	-136	9
748996	746274	993820	746421	993787	-148	32	151	S_{dY}	S_{dX}
764984	760786	981675	760942	981674	-156	1	156	26	13
772976	768732	972172	768834	972162	-102	9	102	S_{dYdX}	
776992	773764	989140	773930	989147	-166	-8	166	21	

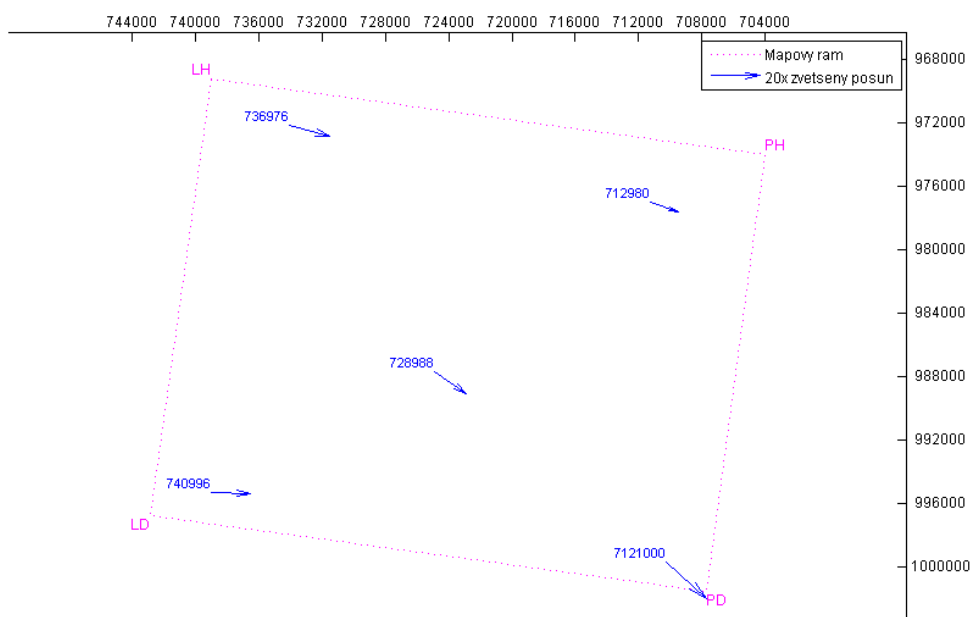
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %.
LH-PH	470.45	470.18	0.27	99.9431
PH-PD	370.77	371.66	-0.89	100.2408
PD-LD	472.93	471.84	1.09	99.7693
LD-LH	370.77	371.95	-1.19	100.3196

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
748976	0.04	-0.13	99.9158	100.2370
748996	0.10	-0.11	99.8111	100.2094
764984	0.07	-0.15	99.8688	100.2796
772976	0.04	-0.17	99.9158	100.3111
776992	0.09	-0.16	99.8225	100.3051

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$max\ m_{YX}$	$max\ m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$max\ m_{Y'X'}$	$max\ m_{P'}$
2	3	776992	4	5	0.01	0.01	776992	0.01	0.02

3753 – Česká Lípa

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 3753-Ceska-Lipa



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
712980	711182	977018	711270	976985	-89	32	94	-112	52
728988	724769	987743	724866	987671	-97	72	121	S_{dY}	S_{dX}
736976	733937	972137	734063	972100	-126	37	131	16	38
740996*	738899	995324	739022	995318	-123	6	123	S_{dYdX}	
7121000	710148	999817	710276	999701	-128	115	172	29	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
712980	711182	977018	711283	976992	-102	26	105	-104	49
728988	724769	987743	724843	987672	-74	70	102	S_{dY}	S_{dX}
736976	733937	972137	734051	972107	-115	30	118	19	37
740996*	738899	995324	738997	995316	-98	8	98	S_{dYdX}	
7121000	710148	999817	710281	999705	-133	111	173	29	

Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	470.44	471.54	-1.11	100.2356
PH-PD	370.76	372.33	-1.57	100.4228
PD-LD	472.95	473.99	-1.04	100.2208
LD-LH	370.76	372.49	-1.72	100.4647

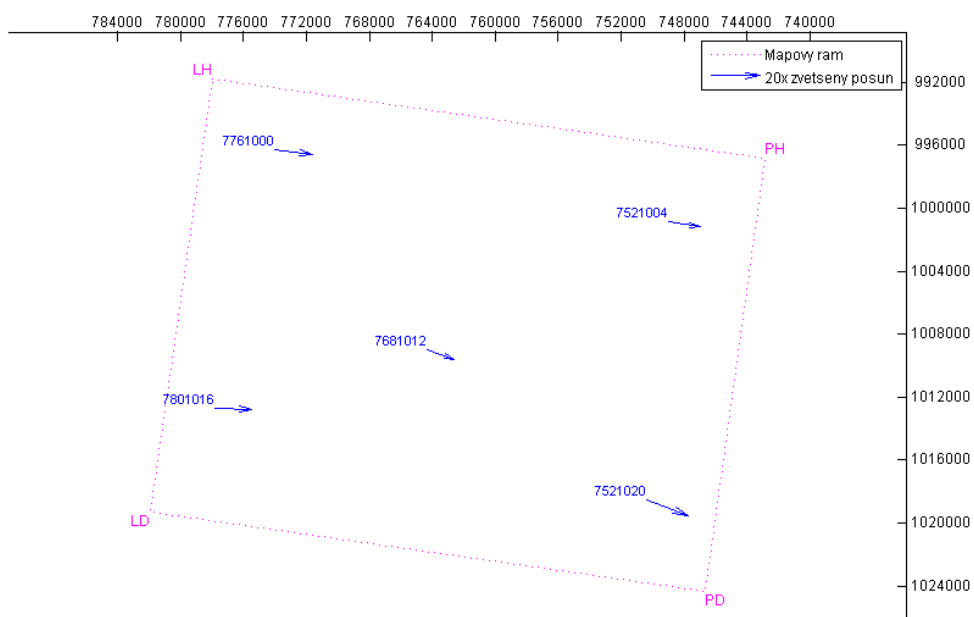
Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
712980	-0.14	-0.22	100.2615	100.4068
728988	-0.14	-0.23	100.2586	100.4232
736976	-0.14	-0.24	100.2628	100.4417
740996	-0.14	-0.23	100.2556	100.4351
7121000	-0.14	-0.21	100.2545	100.3979

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$max\ m_{YX}$	$max\ m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$max\ m_{Y'X'}$	$max\ m_{P'}$
1	2	712980	2	3	0.01	0.01	7121000	0.01	0.02

* Jednou měřené teoretické souřadnice

3852 – Roudnice nad Labem

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 3852-Roudnice



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
7521004	748889	1000900	748989	1000884	-100	15	101	-110	24
7521020	750220	1018550	750349	1018498	-129	52	139	S_{dY}	S_{dX}
7681012	764231	1009004	764316	1008973	-85	30	91	16	16
7761000	773918	996304	774040	996290	-121	14	122	S_{dYdX}	
7801016	777729	1012694	777845	1012688	-116	6	117	16	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
7521004	748889	1000900	748993	1000901	-104	-1	104	-104	26
7521020	750220	1018550	750357	1018459	-136	91	164	S_{dY}	S_{dX}
7681012	764231	1009004	764308	1008956	-77	48	91	19	41
7761000	773918	996304	774020	996332	-102	-28	106	S_{dYdX}	
7801016	777729	1012694	777828	1012675	-99	19	101	32	

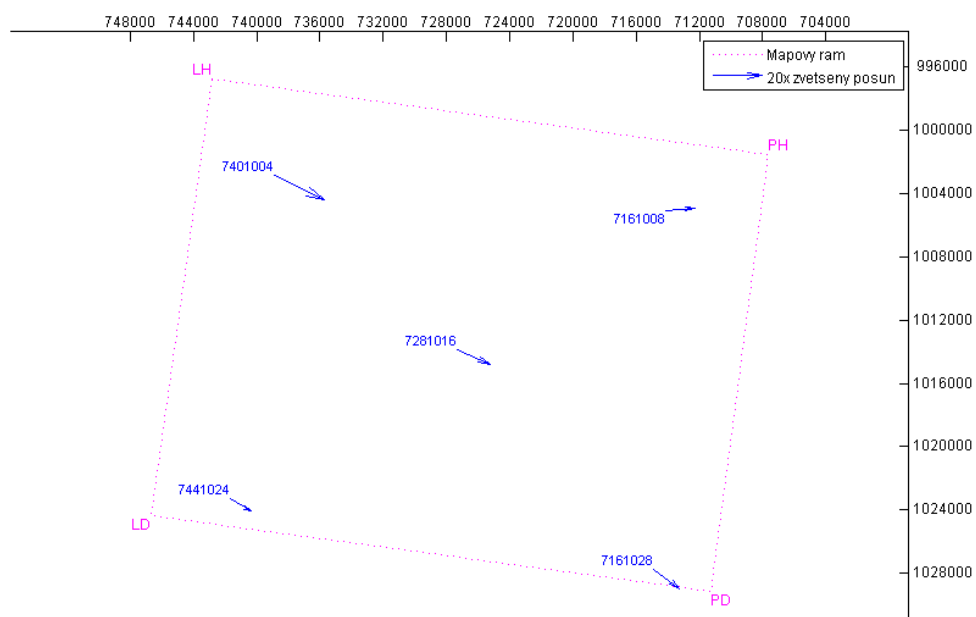
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	472.93	473.62	-0.69	100.1456
PH-PD	370.74	372.73	-1.99	100.5361
PD-LD	475.43	475.70	-0.26	100.0554
LD-LH	370.74	373.50	-2.76	100.7438

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
7521004	-0.06	-0.31	100.1176	100.5858
7521020	-0.04	-0.30	100.0804	100.5533
7681012	-0.05	-0.36	100.0986	100.6724
7761000	-0.07	-0.40	100.1262	100.7500
7801016	-0.05	-0.40	100.0891	100.7388

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$\max m_{YX}$	$\max m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$\max m_{Y'X'}$	$\max m_{P'}$
2	3	7761000	3	4	0.01	0.01	7801016	0.01	0.02

3853 – Mělník

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 3853-Mělník



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
7161008	714025	1005066	714115	1005074	-90	-8	91	-101	43
7161028	714804	1027833	714886	1027774	-82	59	101	S_{dY}	S_{dX}
7281016	727203	1013923	727307	1013877	-105	47	114	32	29
7401004	738727	1002915	738887	1002836	-160	79	178	S_{dYdX}	
7441024	741585	1023353	741652	1023315	-67	38	77	31	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
7161008	714025	1005066	714115	1005095	-90	-29	95	-100	25
7161028	714804	1027833	714894	1027778	-90	55	105	S_{dY}	S_{dX}
7281016	727203	1013923	727294	1013905	-91	18	93	32	30
7401004	738727	1002915	738890	1002867	-162	48	169	S_{dYdX}	
7441024	741585	1023353	741653	1023321	-68	32	75	31	

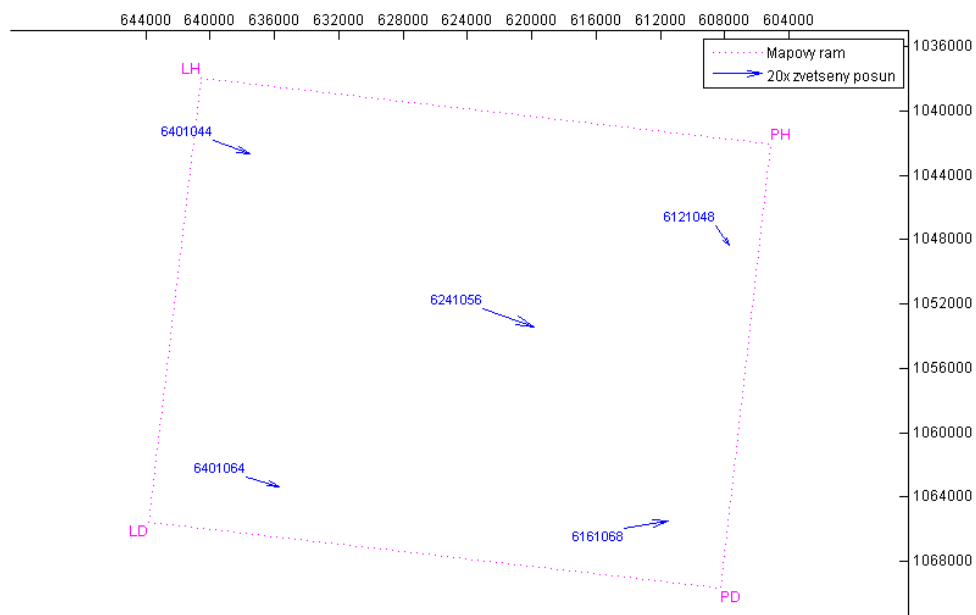
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	472.95	471.91	1.04	99.7807
PH-PD	370.74	371.93	-1.19	100.3207
PD-LD	475.43	473.20	2.23	99.5318
LD-LH	370.74	372.32	-1.58	100.4263

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
7161008	0.14	-0.17	99.7299	100.3273
7161028	0.23	-0.16	99.5758	100.2937
7281016	0.18	-0.20	99.6620	100.3704
7401004	0.13	-0.24	99.7572	100.4401
7441024	0.22	-0.23	99.5944	100.4259

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$\max m_{YX}$	$\max m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$\max m_{Y'X'}$	$\max m_{P'}$
4	6	7401004	9	13	0.01	0.01	7441024	0.01	0.02

3956 – Rychnov nad Kněžnou

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 3956-Rychnov



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
6121048	608476	1047221	608517	1047162	-41	59	72	-109	33
6161068	614118	1065930	614254	1065953	-136	-23	138	S_{dY}	S_{dX}
6241056	622877	1052363	623035	1052309	-157	55	166	39	30
6401044	639679	1041876	639791	1041832	-112	43	120	S_{dYdX}	
6401064	637651	1062795	637752	1062766	-101	29	106	35	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
6121048	608476	1047221	608508	1047168	-32	53	62	-106	28
6161068	614118	1065930	614262	1065959	-144	-30	147	S_{dY}	S_{dX}
6241056	622877	1052363	623030	1052312	-153	51	161	43	30
6401044	639679	1041876	639784	1041839	-105	37	111	S_{dYdX}	
6401064	637651	1062795	637749	1062765	-98	30	103	37	

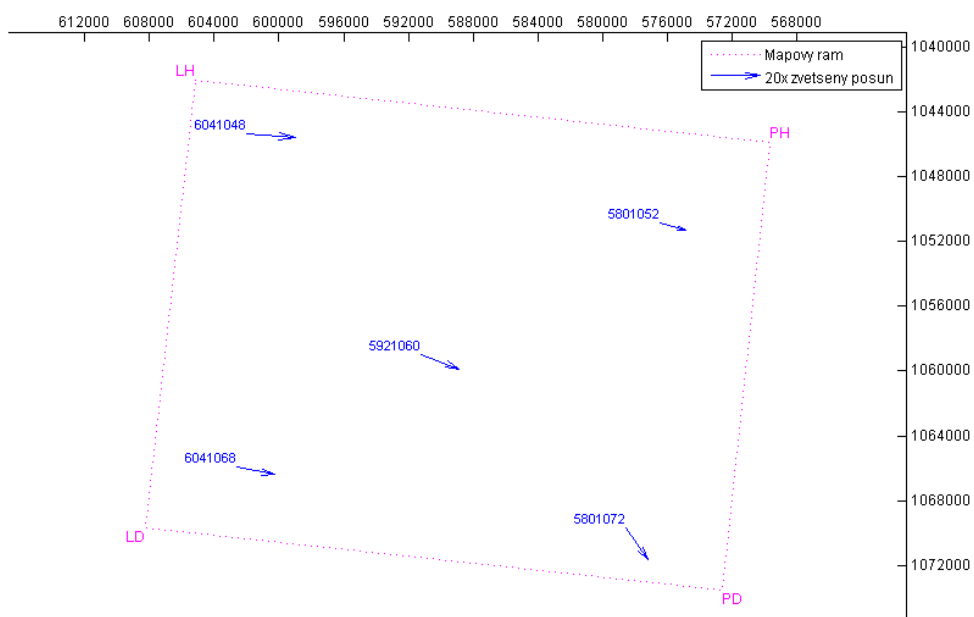
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	475.44	473.52	1.92	99.5962
PH-PD	370.73	371.93	-1.21	100.3260
PD-LD	477.91	476.30	1.60	99.6648
LD-LH	370.73	372.34	-1.62	100.4363

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
6121048	0.20	-0.18	99.6264	100.3364
6161068	0.17	-0.17	99.6790	100.3235
6241056	0.19	-0.19	99.6489	100.3643
6401044	0.20	-0.23	99.6181	100.4224
6401064	0.17	-0.22	99.6713	100.4037

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$max\ m_{YX}$	$max\ m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$max\ m_{Y'X'}$	$max\ m_{P'}$
3	4	6401064	4	6	0.01	0.01	6161068	0.01	0.02

3957 – Žamberk

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 3957-Zamberk



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
5801052*	576390	1050895	576471	1050873	-82	22	85	-107	39
5801072	578458	1069809	578525	1069713	-67	96	117	S_{dY}	S_{dX}
5921060	591106	1059018	591224	1058974	-118	44	126	29	30
6041048	601823	1045330	601972	1045317	-148	12	149	S_{dYdX}	
6041068	602513	1065979	602633	1065957	-120	22	122	30	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
5801052*	576390	1050895	576493	1050869	-103	26	106	-109	44
5801072	578458	1069809	578534	1069705	-76	104	129	S_{dY}	S_{dX}
5921060	591106	1059018	591222	1058964	-116	54	128	22	33
6041048	601823	1045330	601969	1045314	-145	16	146	S_{dYdX}	
6041068	602513	1065979	602620	1065957	-107	22	109	28	

Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	475.42	477.02	-1.60	100.3368
PH-PD	370.73	371.36	-0.63	100.1699
PD-LD	477.92	479.38	-1.46	100.3058
LD-LH	370.73	371.94	-1.21	100.3276

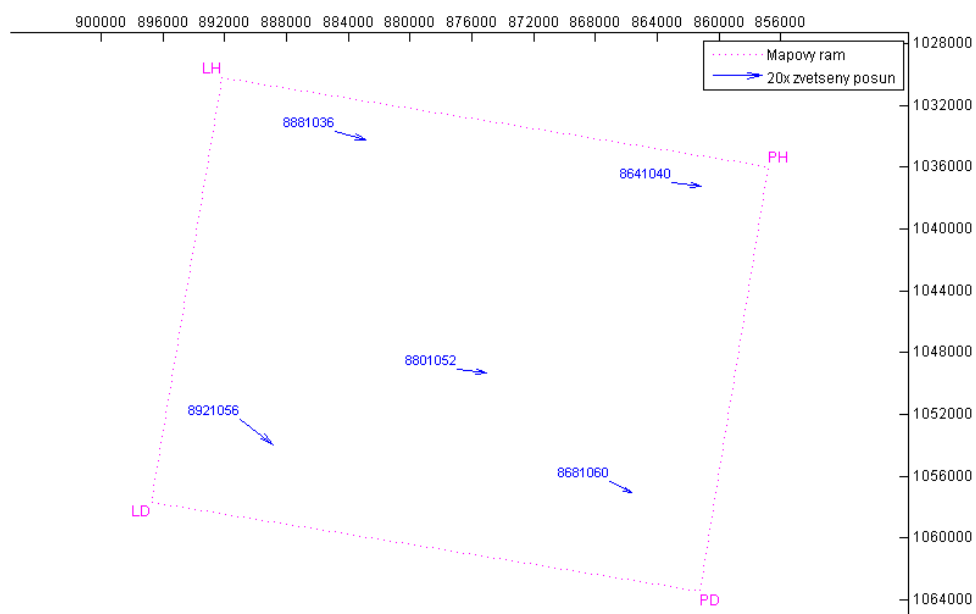
Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
5801052	-0.17	-0.11	100.3239	100.2113
5801072	-0.17	-0.10	100.3119	100.1786
5921060	-0.17	-0.14	100.3188	100.2581
6041048	-0.17	-0.18	100.3257	100.3314
6041068	-0.17	-0.16	100.3137	100.3044

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$\max m_{YX}$	$\max m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$\max m_{Y'X'}$	$\max m_{P'}$
3	4	5801072	5	8	0.01	0.01	5921060	0.01	0.02

* Jednou měřené teoretické souřadnice

4049 – Mariánské Lázně

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohy z SM75sit): 4049-Mar-Lazne



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
8641040	862985	1037034	863080	1037024	-95	9	96	-93	34
8681060	866987	1056372	867056	1056334	-69	38	79	S_{dY}	S_{dX}
8801052	876851	1049067	876944	1049051	-93	15	94	13	25
8881036	884766	1033727	884866	1033701	-100	25	103	S_{dYdX}	
8921056*	890907	1052435	891017	1052354	-110	81	136	20	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
8641040	862985	1037034	863088	1037046	-103	-13	104	-92	23
8681060	866987	1056372	867055	1056333	-68	39	78	S_{dY}	S_{dX}
8801052	876851	1049067	876941	1049062	-91	5	91	14	31
8881036	884766	1033727	884857	1033716	-91	10	92	S_{dYdX}	
8921056*	890907	1052435	891014	1052360	-107	75	131	24	

Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	477.92	478.98	-1.06	100.2218
PH-PD	370.72	371.99	-1.28	100.3439
PD-LD	480.38	479.45	0.93	99.8059
LD-LH	370.72	371.94	-1.22	100.3288

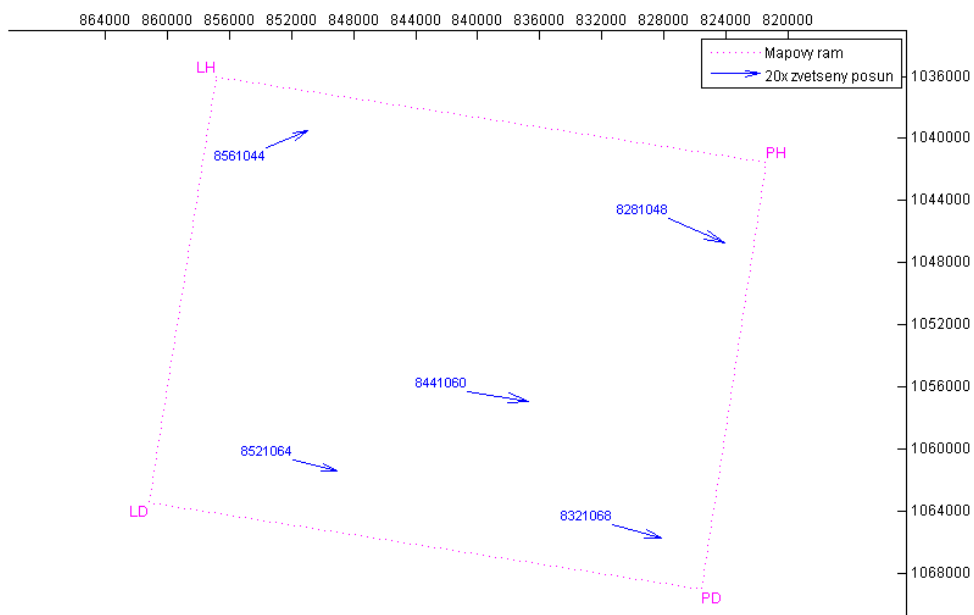
Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
8641040	-0.09	-0.16	100.1731	100.2936
8681060	0.06	-0.15	99.8936	100.2811
8801052	0.00	-0.17	99.9951	100.3168
8881036	-0.11	-0.19	100.2026	100.3567
8921056	0.03	-0.18	99.9359	100.3386

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$max\ m_{YX}$	$max\ m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$max\ m_{Y'X'}$	$max\ m_{P'}$
5	7	8881036	9	13	0.01	0.02	8681060	0.02	0.02

* Jednou měřené teoretické souřadnice

4050 – Město Teplá

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 4050-Mesto-Tepla



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
8281048	827542	1045208	827724	1045128	-182	80	199	-162	27
8321068	831161	1064915	831317	1064873	-157	42	162	S_{dY}	S_{dX}
8441060	840491	1056307	840687	1056277	-196	31	199	23	44
8521064	851750	1060740	851892	1060703	-142	37	146	S_{dYdX}	
8561044	853484	1040573	853618	1040628	-134	-55	145	36	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
8281048	827542	1045208	827716	1045108	-174	100	200	-149	34
8321068	831161	1064915	831308	1064861	-147	54	157	S_{dY}	S_{dX}
8441060	840491	1056307	840670	1056273	-180	34	183	24	51
8521064	851750	1060740	851877	1060704	-127	36	132	S_{dYdX}	
8561044	853484	1040573	853603	1040629	-119	-56	132	40	

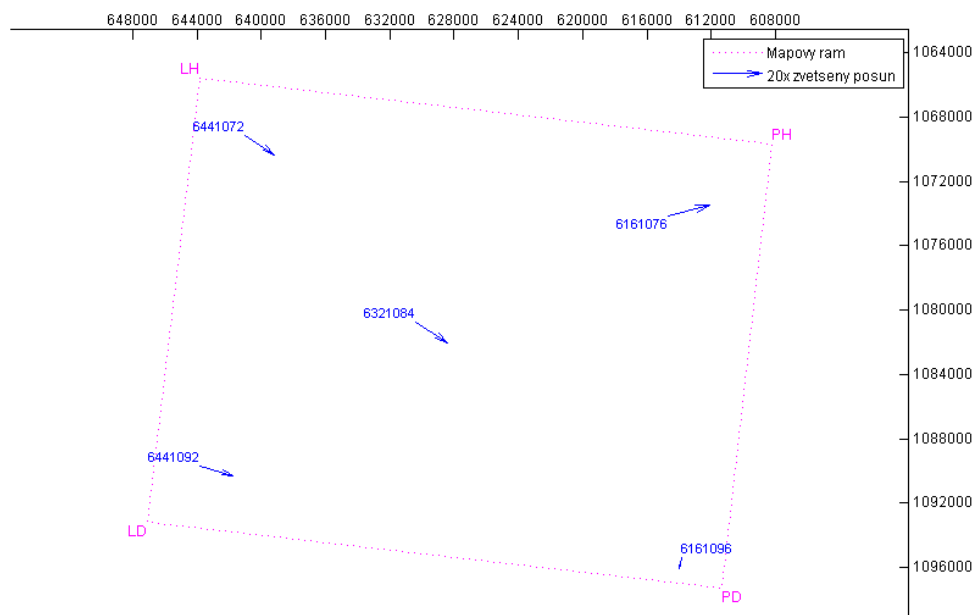
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	477.91	477.49	0.43	99.9107
PH-PD	370.72	370.69	0.03	99.9931
PD-LD	480.38	479.70	0.68	99.8584
LD-LH	370.72	371.16	-0.44	100.1192

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
8281048	0.05	-0.00	99.9145	100.0003
8321068	0.06	0.01	99.8912	99.9750
8441060	0.05	-0.02	99.8987	100.0467
8521064	0.06	-0.03	99.8937	100.0577
8561044	0.04	-0.06	99.9188	100.1158

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$\max m_{YX}$	$\max m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$\max m_{Y'X'}$	$\max m_{P'}$
2	3	8561044	3	4	0.01	0.01	8441060	0.01	0.02

4056 – Vysoké Mýto

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohy z SM75sit): 4056-Vysoke-Myto



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
6161076	614549	1074078	614680	1074111	-131	-33	135	-83	31
6161096	613853	1095427	613844	1095393	9	34	35	S_{dY}	S_{dX}
6321084	630286	1080808	630384	1080745	-98	63	116	48	35
6441072	640951	1069170	641043	1069109	-92	62	111	S_{dYdX}	
6441092	643713	1089740	643816	1089712	-103	28	107	42	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
6161076	614549	1074078	614693	1074117	-143	-38	148	-84	36
6161096	613853	1095427	613853	1095376	0	51	51	S_{dY}	S_{dX}
6321084	630286	1080808	630383	1080736	-97	72	121	47	38
6441072	640951	1069170	641035	1069117	-84	53	100	S_{dYdX}	
6441092	643713	1089740	643809	1089697	-96	43	105	43	

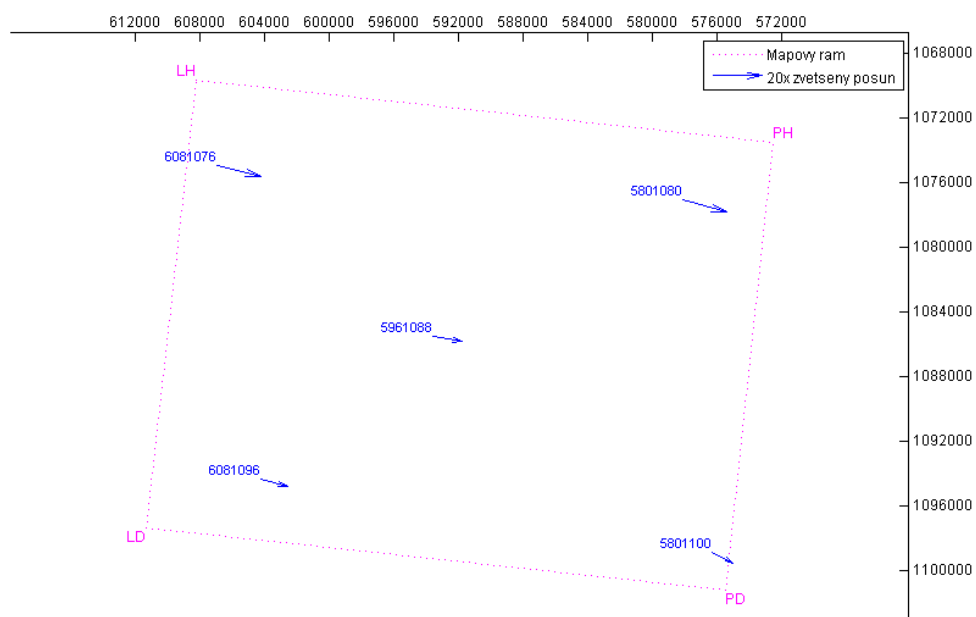
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel. %
LH-PH	477.91	477.42	0.48	99.8986
PH-PD	370.71	372.47	-1.76	100.4736
PD-LD	480.39	480.49	-0.10	100.0204
LD-LH	370.71	371.64	-0.92	100.2495

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
6161076	0.03	-0.24	99.9386	100.4484
6161096	-0.00	-0.26	100.0064	100.4909
6321084	0.02	-0.19	99.9677	100.3532
6441072	0.04	-0.13	99.9272	100.2486
6441092	0.00	-0.15	99.9968	100.2859

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$\max m_{YX}$	$\max m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$\max m_{Y'X'}$	$\max m_{P'}$
3	5	6441092	4	6	0.01	0.01	6441092	0.01	0.01

4057 – Česká Třebová

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 4057-Ceska-Trebova



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
5801080	578035	1077093	578171	1077056	-136	37	141	-102	28
5801100	576267	1098887	576331	1098855	-64	32	72	S_{dY}	S_{dX}
5961088	593491	1085540	593581	1085527	-91	13	92	30	9
6081076	606854	1074989	606992	1074956	-138	33	142	S_{dYdX}	
6081096	604150	1094327	604231	1094303	-81	24	85	22	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
5801080	578035	1077093	578184	1077062	-149	31	152	-103	22
5801100	576267	1098887	576334	1098865	-67	22	70	S_{dY}	S_{dX}
5961088	593491	1085540	593580	1085538	-89	2	89	30	12
6081076	606854	1074989	606981	1074953	-127	36	131	S_{dYdX}	
6081096	604150	1094327	604233	1094307	-83	20	85	23	

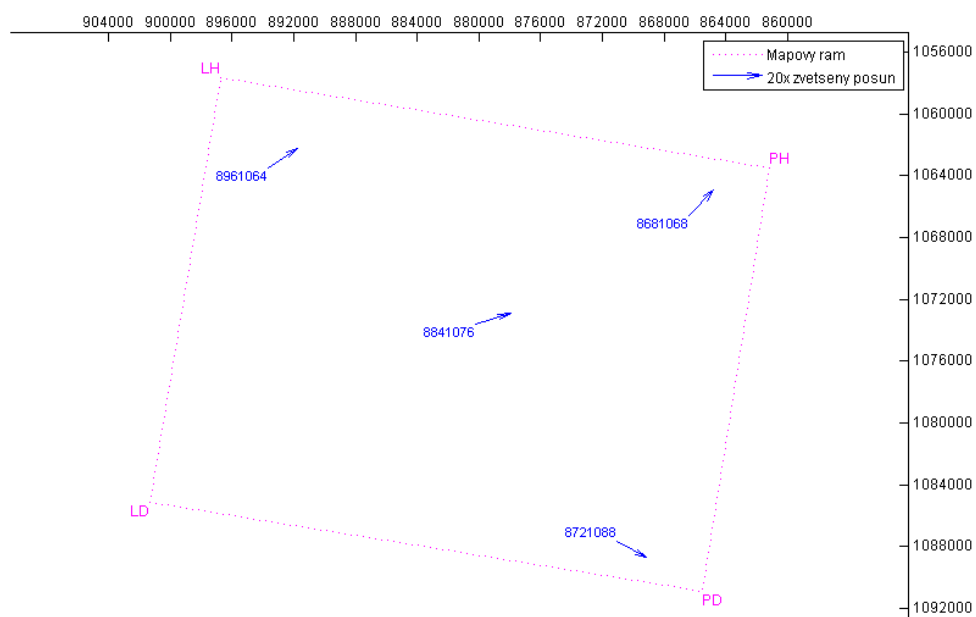
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	477.92	478.68	-0.77	100.1602
PH-PD	370.71	370.58	0.13	99.9645
PD-LD	480.38	478.56	1.82	99.6218
LD-LH	370.71	371.11	-0.40	100.1084

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
5801080	-0.02	0.02	100.0453	99.9588
5801100	0.16	0.04	99.6938	99.9226
5961088	0.06	-0.02	99.8945	100.0457
6081076	-0.06	-0.07	100.1060	100.1400
6081096	0.14	-0.06	99.7441	100.1078

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$max\ m_{YX}$	$max\ m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$max\ m_{Y'X'}$	$max\ m_{P'}$
6	8	6081076	8	11	0.01	0.01	5801100	0.01	0.01

4149 – Přimda

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 4149-Primda



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
8681068 [†]	866308	1066506	866387	1066591	-79	-84	116	-95	-33
8721088	870939	1087688	871033	1087635	-94	53	108	S_{dY}	S_{dX}
8841076*	880135	1073564	880250	1073599	-115	-35	120	13	53
8961064*	893528	1063440	893621	1063506	-93	-66	114	S_{dYdX}	
								38	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
8681068 [†]	866308	1066506	866412	1066583	-104	-77	130	-109	-17
8721088	870939	1087688	871046	1087610	-106	78	132	S_{dY}	S_{dX}
8841076*	880135	1073564	880270	1073575	-135	-11	136	16	60
8961064*	893528	1063440	893618	1063499	-90	-59	108	S_{dYdX}	
								44	

Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel. %
LH-PH	480.38	480.44	-0.05	100.0114
PH-PD	370.70	371.90	-1.20	100.3244
PD-LD	482.85	483.49	-0.64	100.1318
LD-LH	370.70	371.90	-1.20	100.3227

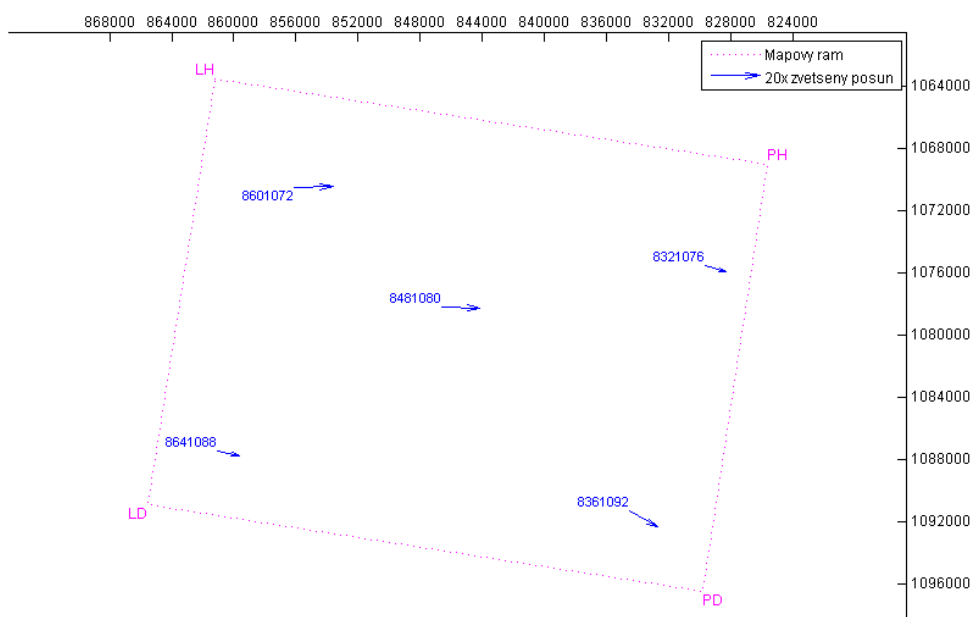
Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
8681068	-0.02	-0.18	100.0305	100.3377
8721088	-0.06	-0.18	100.1099	100.3417
8841076	-0.03	-0.18	100.0648	100.3283
8961064	-0.01	-0.17	100.0209	100.3158

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$\max m_{YX}$	$\max m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$\max m_{Y'X'}$	$\max m_{P'}$
2	3	8681068	3	5	0.01	0.02	8681068	0.02	0.03

* Jednou měřené teoretické souřadnice, [†] Odlehlý posun dX

4150 – Horšovský Týn

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 4150-Hors-Tyn



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
8321076	829564	1075565	829630	1075547	-66	19	68	-94	17
8361092	834424	1091391	834513	1091343	-89	48	102	S_{dY}	S_{dX}
8481080	846459	1078210	846580	1078208	-120	2	120	24	18
8601072	855963	1070458	856087	1070460	-124	-2	124	S_{dYdX}	
8641088	861016	1087458	861087	1087441	-71	17	73	21	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
8321076	829564	1075565	829642	1075546	-78	19	80	-97	19
8361092	834424	1091391	834522	1091328	-98	63	117	S_{dY}	S_{dX}
8481080	846459	1078210	846576	1078204	-117	6	117	18	25
8601072	855963	1070458	856079	1070471	-116	-13	117	S_{dYdX}	
8641088	861016	1087458	861091	1087439	-74	19	77	22	

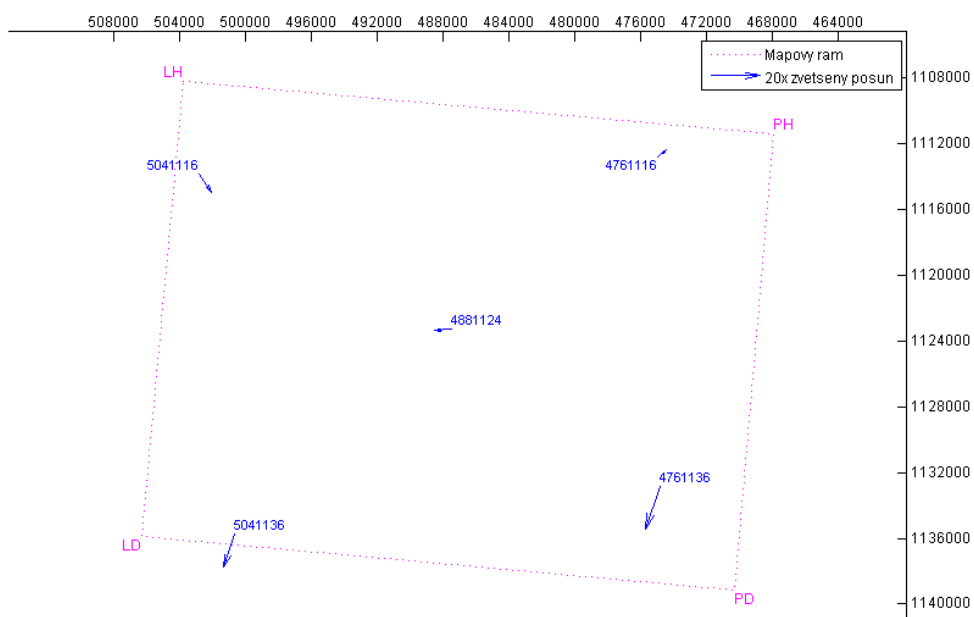
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	480.38	479.98	0.40	99.9164
PH-PD	370.70	371.43	-0.73	100.1961
PD-LD	482.84	481.54	1.30	99.7308
LD-LH	370.70	372.09	-1.39	100.3746

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
8321076	0.07	-0.11	99.8644	100.2044
8361092	0.12	-0.10	99.7743	100.1904
8481080	0.08	-0.16	99.8411	100.2926
8601072	0.06	-0.20	99.8848	100.3831
8641088	0.11	-0.20	99.7945	100.3706

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$\max m_{YX}$	$\max m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$\max m_{Y'X'}$	$\max m_{P'}$
3	4	8361092	5	7	0.01	0.01	8361092	0.01	0.02

4160 – Nový Jičín

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohy z SM75sit): 4160-Nový-Jicín



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
4761116	474895	1112840	474918	1112863	-23	-22	32	14	53
4761136	474849	1132972	474803	1132843	46	129	137	S_{dY}	S_{dX}
4881124	487495	1123320	487442	1123319	52	2	52	37	57
5041116	502782	1113907	502819	1113851	-38	57	68	S_{dYdX}	
5041136	500677	1135808	500644	1135708	33	100	106	48	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
4761116	474895	1112840	474928	1112856	-34	-15	37	14	60
4761136	474849	1132972	474807	1132841	42	130	137	S_{dY}	S_{dX}
4881124	487495	1123320	487443	1123301	52	19	56	38	56
5041116	502782	1113907	502811	1113855	-30	52	60	S_{dYdX}	
5041136	500677	1135808	500635	1135693	42	115	123	48	

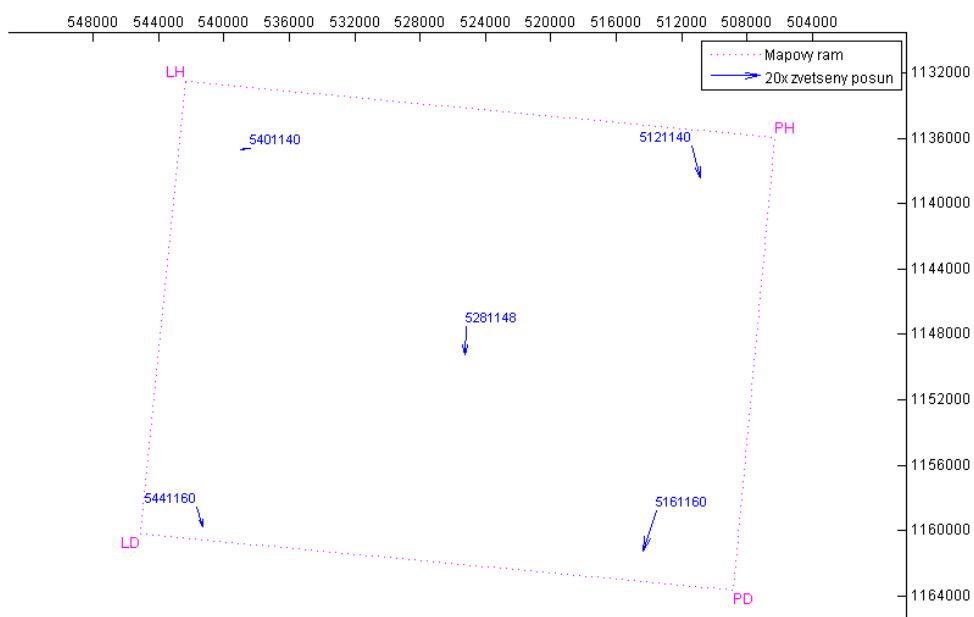
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	480.39	479.35	1.03	99.7846
PH-PD	370.69	372.33	-1.64	100.4414
PD-LD	482.86	481.72	1.14	99.7643
LD-LH	370.69	373.68	-2.99	100.8057

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
4761116	0.11	-0.26	99.8019	100.4874
4761136	0.10	-0.24	99.8051	100.4535
4881124	0.11	-0.32	99.8032	100.5933
5041116	0.11	-0.41	99.8019	100.7701
5041136	0.10	-0.39	99.8051	100.7268

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$max\ m_{YX}$	$max\ m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$max\ m_{Y'X'}$	$max\ m_{P'}$
5	8	5041136	7	10	0.01	0.01	4761116	0.01	0.01

4259 – Přerov

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 4259-Prerov



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
5121140	511345	1136579	511372	1136482	-27	97	101	6	74
5161160	513610	1158915	513572	1158793	39	121	127	S_{dY}	S_{dX}
5281148	525206	1147616	525204	1147531	2	85	85	26	39
5401140	538387	1136603	538356	1136597	31	6	32	S_{dYdX}	
5441160	541626	1158607	541642	1158547	-16	60	62	33	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
5121140	511345	1136579	511385	1136480	-40	99	107	3	78
5161160	513610	1158915	513586	1158789	25	126	128	S_{dY}	S_{dX}
5281148	525206	1147616	525209	1147523	-3	92	92	29	41
5401140	538387	1136603	538342	1136596	45	6	45	S_{dYdX}	
5441160	541626	1158607	541637	1158543	-11	65	66	36	

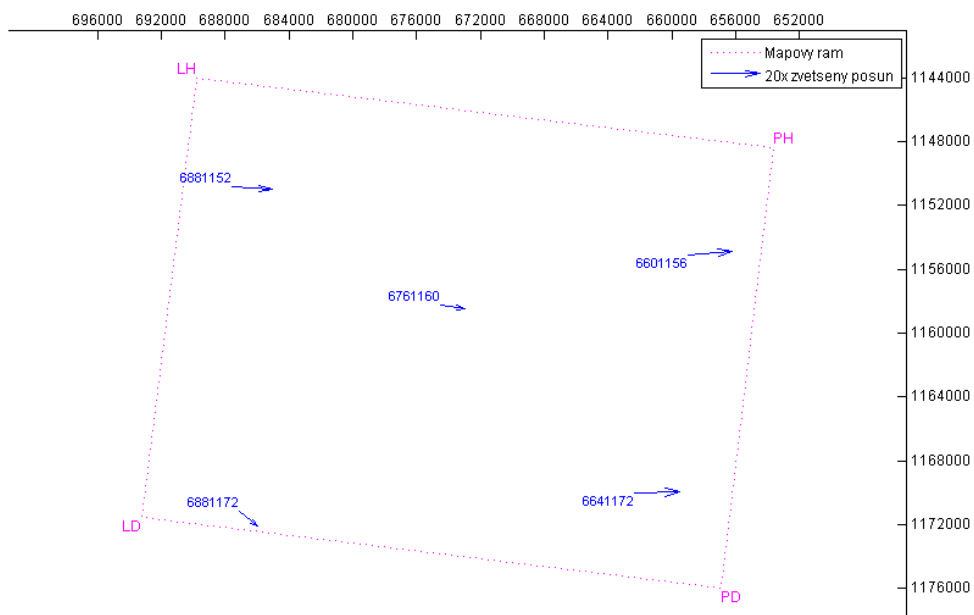
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	482.84	480.85	1.99	99.5879
PH-PD	370.68	372.00	-1.32	100.3565
PD-LD	485.30	483.47	1.83	99.6226
LD-LH	370.68	371.95	-1.26	100.3405

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
5121140	0.21	-0.19	99.6100	100.3522
5161160	0.19	-0.19	99.6339	100.3544
5281148	0.20	-0.18	99.6196	100.3463
5401140	0.21	-0.18	99.6100	100.3402
5441160	0.20	-0.18	99.6339	100.3396

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$\max m_{YX}$	$\max m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$\max m_{Y'X'}$	$\max m_{P'}$
7	10	5281148	10	14	0.01	0.01	5281148	0.02	0.02

4355 – Moravské Budějovice

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 4355-Mor-Budejovice



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
6601156	658832	1155107	658971	1155119	-139	-12	139	-108	10
6641172	662188	1170007	662330	1170010	-143	-3	143	S_{dY}	S_{dX}
6761160	674443	1158254	674518	1158242	-76	12	77	35	20
6881152	687416	1150852	687541	1150845	-125	7	125	S_{dYdX}	
6881172	687053	1171202	687111	1171154	-58	48	75	28	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
6601156	658832	1155107	658960	1155099	-128	8	129	-100	17
6641172	662188	1170007	662347	1169998	-159	9	159	S_{dY}	S_{dX}
6761160	674443	1158254	674517	1158237	-74	17	76	47	20
6881152	687416	1150852	687532	1150855	-116	-3	116	S_{dYdX}	
6881172	687053	1171202	687076	1171147	-23	55	60	36	

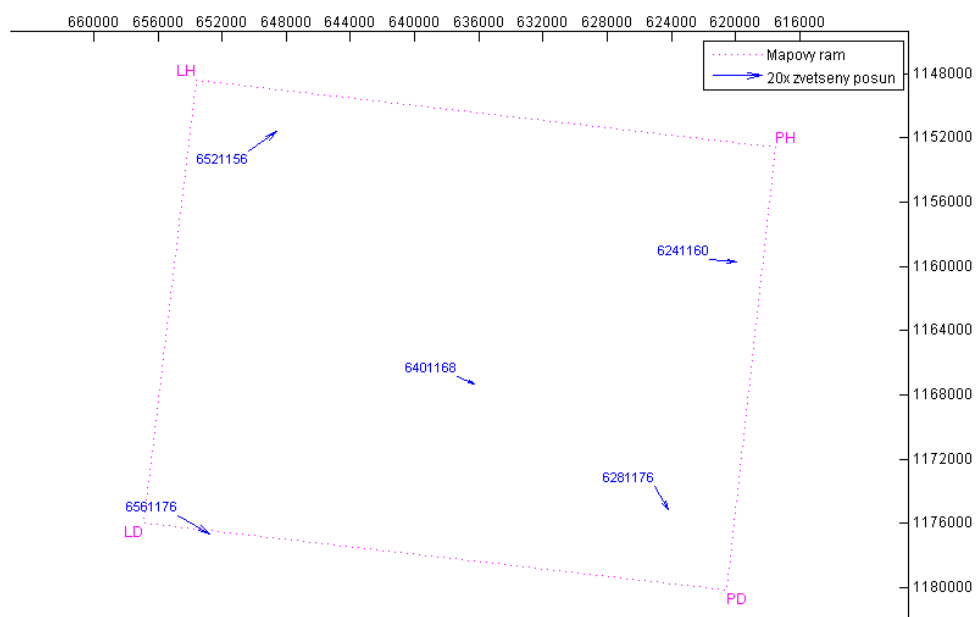
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	485.30	484.48	0.82	99.8317
PH-PD	370.66	372.51	-1.85	100.4980
PD-LD	487.76	487.99	-0.23	100.0479
LD-LH	370.66	372.03	-1.37	100.3694

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
6601156	0.04	-0.26	99.9269	100.4797
6641172	-0.02	-0.26	100.0420	100.4820
6761160	0.02	-0.22	99.9562	100.4140
6881152	0.05	-0.19	99.8993	100.3491
6881172	-0.02	-0.21	100.0421	100.3861

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$\max m_{YX}$	$\max m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$\max m_{Y'X'}$	$\max m_{P'}$
4	5	6881152	5	7	0.01	0.01	6881172	0.01	0.02

4356 – Třebíč

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 4356-Třebíč



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
6241160	621542	1159584	621625	1159577	-83	8	83	-73	20
6281176	625025	1173777	625070	1173705	-45	72	85	S_{dY}	S_{dX}
6401168	637266	1166856	637317	1166830	-51	25	57	21	46
6521156	650235	1152748	650322	1152808	-87	-60	106	S_{dYdX}	
6561176	654634	1175584	654733	1175529	-99	56	113	36	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
6241160	621542	1159584	621625	1159562	-84	23	87	-75	33
6281176	625025	1173777	625066	1173691	-41	85	95	S_{dY}	S_{dX}
6401168	637266	1166856	637322	1166815	-55	41	69	24	47
6521156	650235	1152748	650321	1152799	-87	-51	100	S_{dYdX}	
6561176	654634	1175584	654741	1175518	-107	66	126	37	

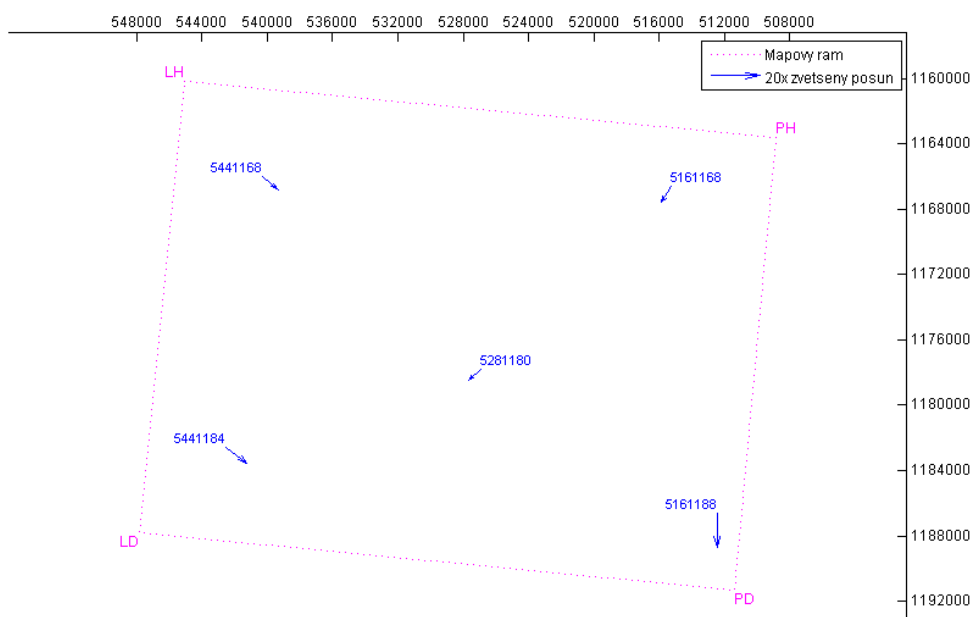
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	485.31	484.75	0.56	99.8844
PH-PD	370.67	372.13	-1.47	100.3962
PD-LD	487.76	485.40	2.35	99.5176
LD-LH	370.67	372.28	-1.62	100.4362

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
6241160	0.10	-0.19	99.8217	100.3601
6281176	0.21	-0.19	99.6141	100.3640
6401168	0.15	-0.21	99.7178	100.3967
6521156	0.07	-0.23	99.8702	100.4372
6561176	0.21	-0.23	99.6141	100.4324

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$\max m_{YX}$	$\max m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$\max m_{Y'X'}$	$\max m_{P'}$
3	5	6241160	5	7	0.01	0.02	6281176	0.01	0.02

4359 – Uherské Hradiště

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 4359-Uh-Hradiste



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
5161168	515286	1166658	515254	1166609	32	49	59	-8	56
5161188	512462	1186722	512463	1186619	-0	103	103	S_{dY}	S_{dX}
5281180	526987	1177830	526951	1177796	36	33	49	40	25
5441168	540233	1166013	540280	1165971	-47	41	62	S_{dYdX}	
5441184	542425	1182607	542487	1182557	-62	50	80	33	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
5161168	515286	1166658	515267	1166598	19	60	63	-12	74
5161188	512462	1186722	512469	1186593	-6	129	129	S_{dY}	S_{dX}
5281180	526987	1177830	526960	1177770	27	60	66	33	28
5441168	540233	1166013	540277	1165963	-44	49	66	S_{dYdX}	
5441184	542425	1182607	542480	1182535	-55	72	91	31	

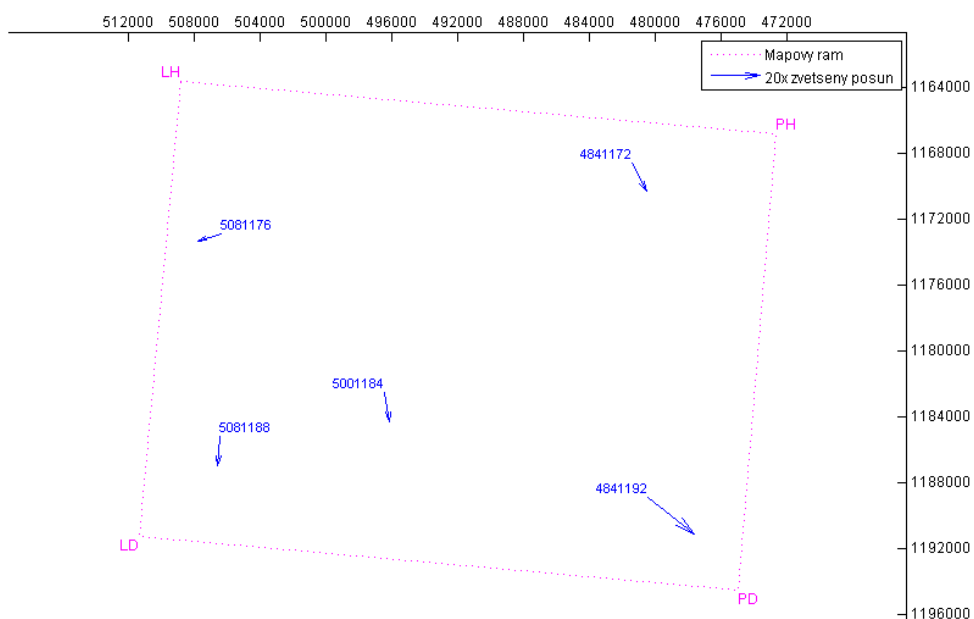
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	485.30	484.95	0.36	99.9261
PH-PD	370.67	372.85	-2.18	100.5875
PD-LD	487.74	486.56	1.19	99.7563
LD-LH	370.67	372.69	-2.02	100.5449

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
5161168	0.04	-0.31	99.9171	100.5749
5161188	0.11	-0.31	99.7938	100.5797
5281180	0.08	-0.30	99.8427	100.5726
5441168	0.04	-0.30	99.9171	100.5585
5441184	0.10	-0.30	99.8180	100.5631

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$max\ m_{YX}$	$max\ m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$max\ m_{Y'X'}$	$max\ m_{P'}$
5	7	5161168	7	10	0.01	0.02	5441184	0.01	0.01

4360 – Vizovice

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohů z SM75sit): 4360-Vizovice



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
4841172*	481371	1168666	481418	1168580	-47	86	98	-26	79
4841192*	480325	1189012	480469	1188902	-144	111	182	S_{dY}	S_{dX}
5001184	496452	1182621	496469	1182532	-17	88	90	70	29
5081176†	506455	1172872	506385	1172848	69	24	73	S_{dYdX}	
5081188	506468	1185310	506461	1185224	7	86	86	54	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
4841172*	481371	1168666	481403	1168590	-32	77	83	-21	66
4841192*	480325	1189012	480465	1188905	-140	107	176	S_{dY}	S_{dX}
5001184	496452	1182621	496458	1182547	-6	73	74	68	32
5081176†	506455	1172872	506384	1172863	70	9	71	S_{dYdX}	
5081188	506468	1185310	506467	1185243	0	67	67	53	

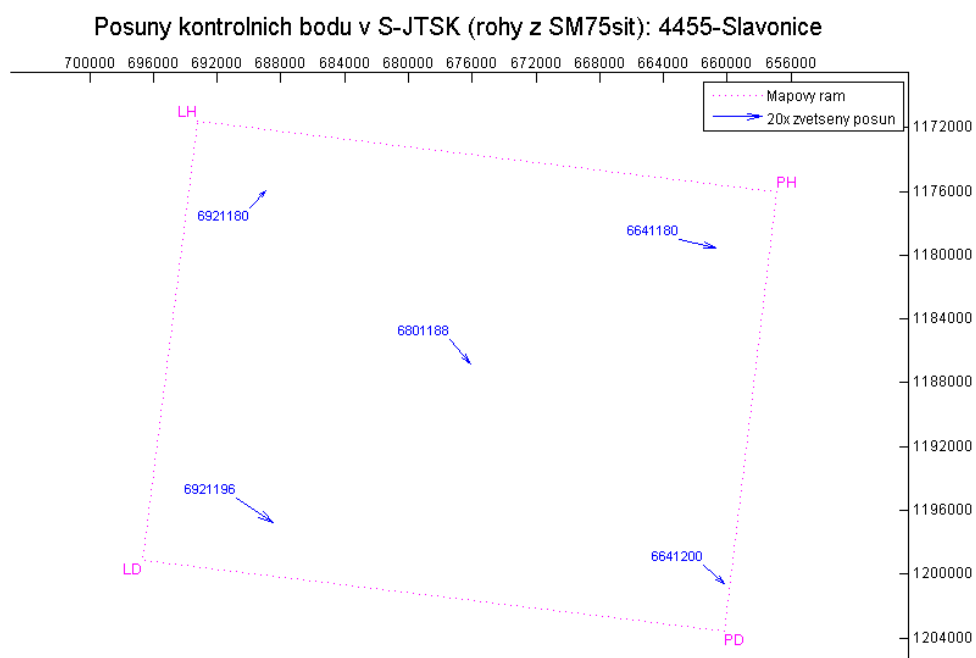
Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	485.30	483.04	2.26	99.5347
PH-PD	370.67	371.86	-1.19	100.3205
PD-LD	487.76	484.82	2.94	99.3978
LD-LH	370.67	372.07	-1.40	100.3772

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
4841172	0.26	-0.18	99.5150	100.3445
4841192	0.31	-0.18	99.4213	100.3330
5001184	0.29	-0.20	99.4577	100.3740
5081176	0.27	-0.21	99.4958	100.3936
5081188	0.30	-0.21	99.4387	100.3860

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastry mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$max\ m_{YX}$	$max\ m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$max\ m_{Y'X'}$	$max\ m_{P'}$
4	6	5081176	7	10	0.01	0.01	5081188	0.01	0.02

* Jednou měřené teoretické souřadnice, † Odlehlý posun dY

4455 – Slavonice



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
6641180	662889	1179025	663003	1178997	-114	28	118	-82	37
6641200*	661416	1199508	661480	1199450	-64	58	87	S_{dY}	S_{dX}
6801188	677336	1185339	677402	1185259	-66	80	104	26	50
6921180	689889	1176976	689939	1177032	-51	-55	75	S_{dYdX}	
6921196*	690656	1195306	690767	1195229	-112	77	136	40	

Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
6641180	662889	1179025	662988	1178987	-99	38	107	-79	54
6641200*	661416	1199508	661456	1199405	-40	103	111	S_{dY}	S_{dX}
6801188	677336	1185339	677404	1185241	-69	98	119	31	64
6921180	689889	1176976	689947	1177041	-59	-65	87	S_{dYdX}	
6921196*	690656	1195306	690783	1195209	-127	96	160	50	

Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel %
LH-PH	487.76	485.76	2.00	99.5899
PH-PD	370.65	373.07	-2.42	100.6530
PD-LD	490.19	487.61	2.58	99.4738
LD-LH	370.65	373.12	-2.47	100.6653

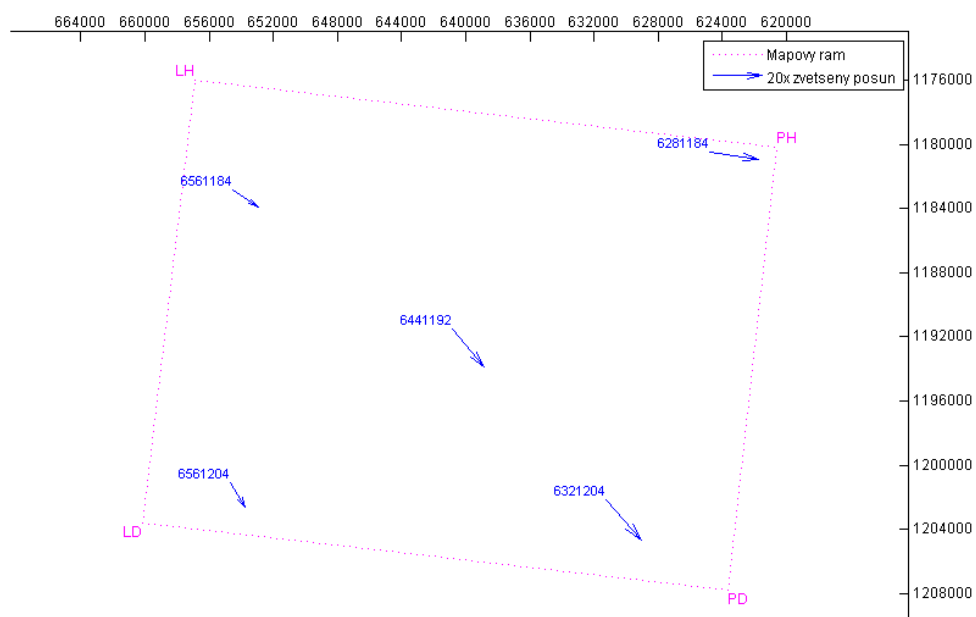
Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
6641180	0.22	-0.34	99.5914	100.6351
6641200	0.26	-0.34	99.5111	100.6314
6801188	0.24	-0.35	99.5585	100.6470
6921180	0.22	-0.35	99.5914	100.6586
6921196	0.25	-0.35	99.5258	100.6576

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastru mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$max\ m_{YX}$	$max\ m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$max\ m_{Y'X'}$	$max\ m_{P'}$
6	8	6921180	9	13	0.01	0.01	6921196	0.01	0.01

* Jednou měřené teoretické souřadnice

4456 – Znojmo

Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (rohy z SM75sit): 4456-Znojmo



Kontrolní body – transformace na skutečnou polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
6281184	624625	1180523	624778	1180502	-153	21	155	-98	79
6321204*	631138	1202259	631247	1202131	-109	127	168	S_{dY}	S_{dX}
6441192	640758	1191654	640859	1191537	-102	117	155	35	39
6561184	654459	1182877	654541	1182822	-82	55	98	S_{dYdX}	
6561204	654640	1201173	654687	1201097	-46	76	89	37	

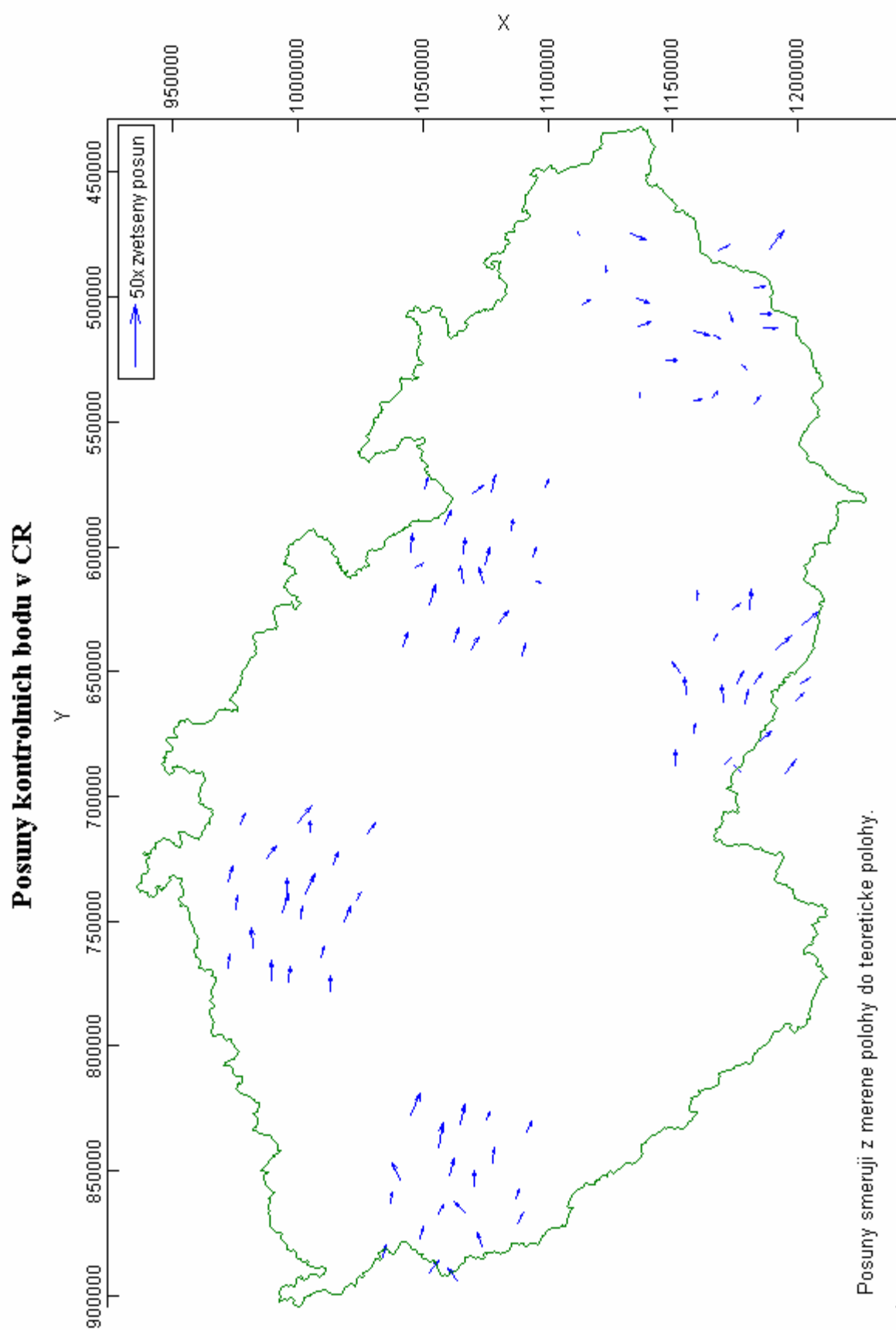
Kontrolní body – transformace na ideální polohu bodů km sítě S-JTSK [m]									
ČB	Y_{teo}	X_{teo}	Y_{mer}	X_{mer}	dY	dX	D	$\overline{dY}$	$\overline{dX}$
6281184	624625	1180523	624779	1180510	-154	13	154	-94	77
6321204*	631138	1202259	631245	1202132	-107	127	166	S_{dY}	S_{dX}
6441192	640758	1191654	640852	1191543	-94	111	145	36	41
6561184	654459	1182877	654524	1182828	-64	49	81	S_{dYdX}	
6561204	654640	1201173	654689	1201091	-49	83	96	38	

Srážka mapového listu [mm]				
strana	S_{teo}	S_{mer}	abs.	rel. %
LH-PH	487.76	487.12	0.63	99.8699
PH-PD	370.65	371.43	-0.78	100.2103
PD-LD	490.20	488.59	1.61	99.6723
LD-LH	370.65	371.78	-1.13	100.3054

Srážka ve čtvercích sítě SJTSK [mm]				
čtverec	abs. Y	absl. X	rel. Y %	rel. X %
6281184	0.07	-0.11	99.8617	100.2122
6321204	0.14	-0.11	99.7283	100.2045
6441192	0.10	-0.14	99.8081	100.2540
6561184	0.07	-0.16	99.8617	100.3032
6561204	0.15	-0.15	99.7283	100.2743

Vybrané střední chyby									
Měření teoretických souřadnic [m]					Měření z rastry mapy [mm]				
M_{YX}	M_P	ČB	$max\ m_{YX}$	$max\ m_P$	$M_{Y'X'}$	$M_{P'}$	ČB	$max\ m_{Y'X'}$	$max\ m_{P'}$
2	2	6441192	2	3	0.01	0.01	6281184	0.01	0.02

* Jednou měřené teoretické souřadnice



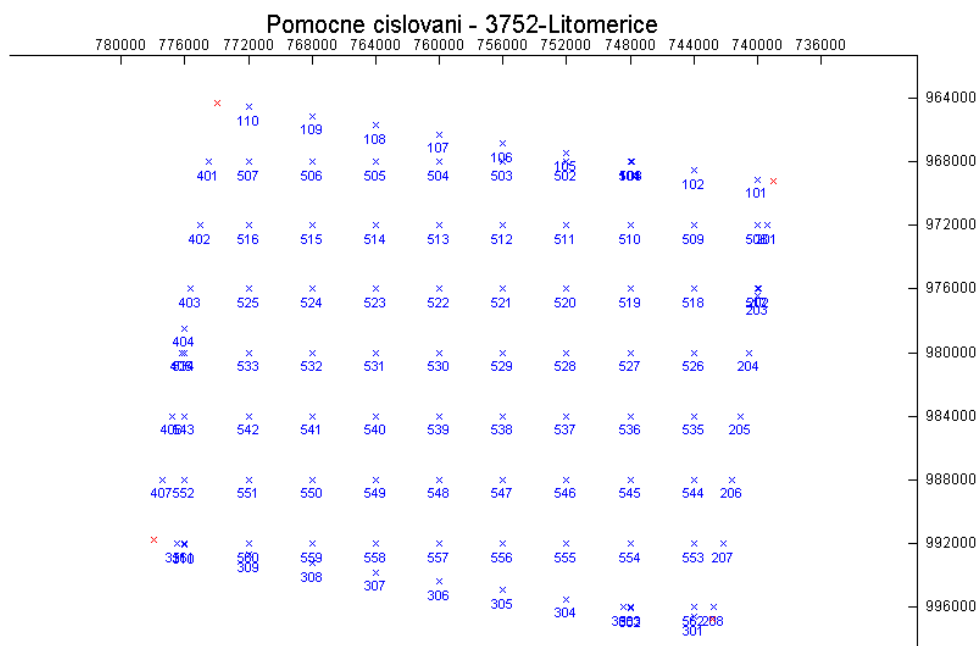
Příloha č. 2

Ukázky výstupů programů

Druhá příloha obsahuje ukázku výstupů pro jeden mapový list – 3752 Litoměřice. Pro ostatní jsou tyto údaje uloženy na přiloženém DVD.

SM75připrav

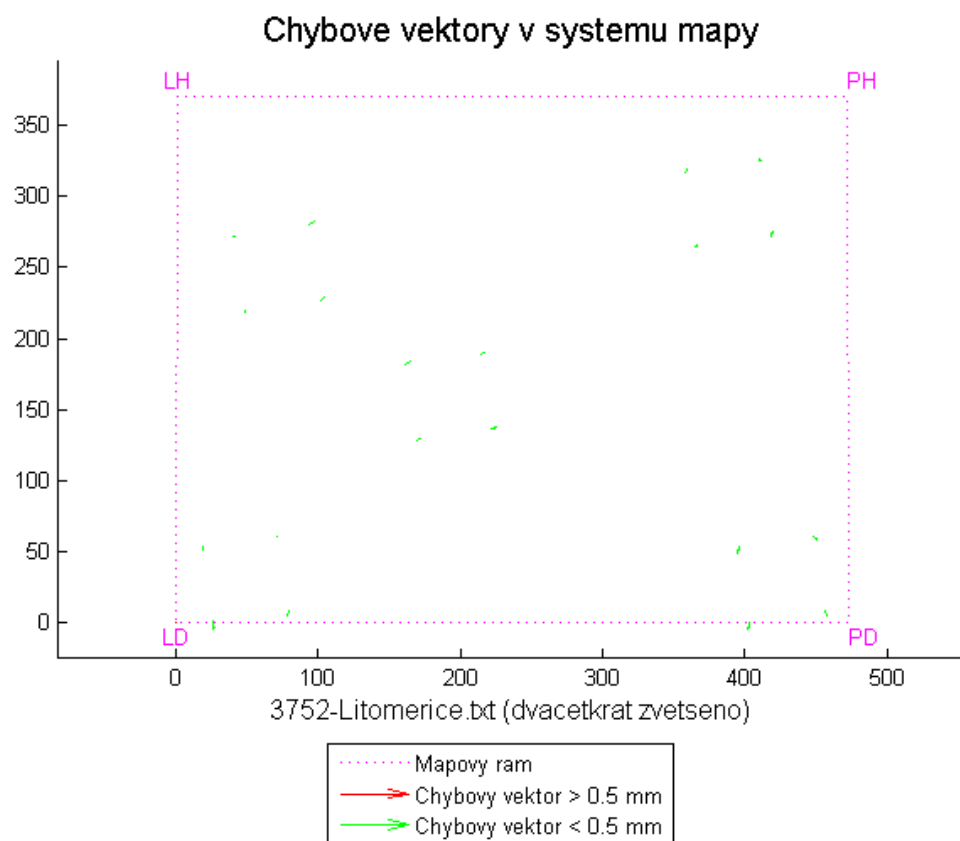
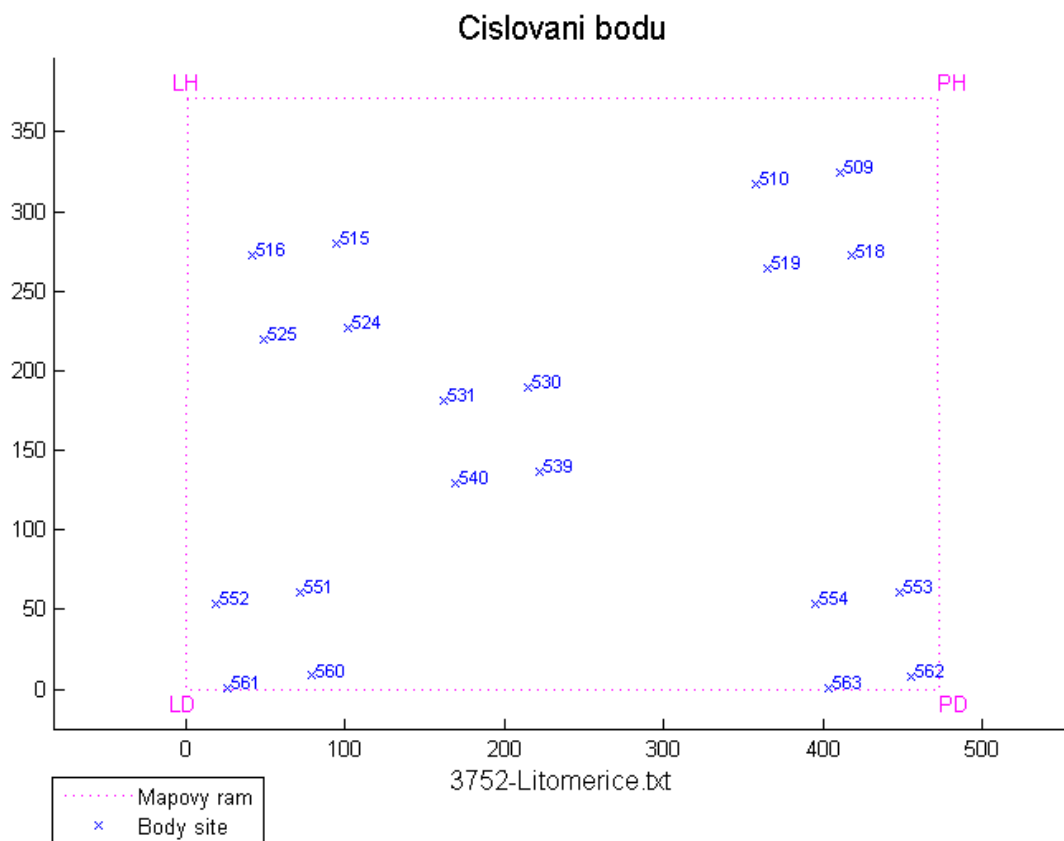
Kromě níže uvedeného obrázku s číslováním bodů sítě, který slouží k orientaci při měření, vytváří *SM75připrav* i vstupy pro *SM75sit* a *SM75pol*. Jejich příklady jsou v tabulkách 5.1a 5.2 levá část.



SM75sit

První grafický výstup slouží jako pomůcka k určení polohy bodů sítě S-JTSK (podobně jako předchozí obrázek). Druhý pak zachycuje chybové vektory v Systému mapa, které jsou oproti skutečnosti dvacetkrát zvětšeny. Směřují z měřené polohy do teoretické polohy bodů sítě. Červeně jsou označeny ty z vektorů, které překročily svojí délkou mezní velikost zadanou při spuštění programu.

Z dvou textových výstupů je uveden pouze hlavní protokol. Úplný protokol je příliš obsáhlý, ale nachází se opět na DVD.



Hlavní protokol (Protokol - 3752-Litomerice.txt)

```
#####
#          Hodnocení zakresu site S-JTSK ve Specialní mapě 1:75 000          #
#          3752-Litomerice.txt          #
#####
Pozn.: Udaje k bodům s měřeními souřadnicemi [0 0] jsou do protokolu
zaznamenány - (pomlčkou).
```

SIT	S-JTSK [m]						
CB	Y(teo)	X(teo)	Y(mer)	X(mer)	dY	dX	D

LH	773934	964276	-	-	-	-	-
PH	739003	969242	-	-	-	-	-
PD	742825	996784	-	-	-	-	-
LD	777939	991792	-	-	-	-	-
101	740000	969104	-	-	-	-	-
102	744000	968546	-	-	-	-	-
103	747898	968000	-	-	-	-	-
104	748000	967986	-	-	-	-	-
105	752000	967422	-	-	-	-	-
106	756000	966855	-	-	-	-	-
107	760000	966285	-	-	-	-	-
108	764000	965712	-	-	-	-	-
109	768000	965136	-	-	-	-	-
110	772000	964557	-	-	-	-	-
201	739386	972000	-	-	-	-	-
202	739941	976000	-	-	-	-	-
203	740000	976427	-	-	-	-	-
204	740496	980000	-	-	-	-	-
205	741051	984000	-	-	-	-	-
206	741606	988000	-	-	-	-	-
207	742161	992000	-	-	-	-	-
208	742716	996000	-	-	-	-	-
301	744000	996621	-	-	-	-	-
302	748000	996063	-	-	-	-	-
303	748452	996000	-	-	-	-	-
304	752000	995502	-	-	-	-	-
305	756000	994939	-	-	-	-	-
306	760000	994372	-	-	-	-	-
307	764000	993802	-	-	-	-	-
308	768000	993229	-	-	-	-	-
309	772000	992653	-	-	-	-	-
310	776000	992074	-	-	-	-	-
311	776508	992000	-	-	-	-	-
401	774476	968000	-	-	-	-	-
402	775058	972000	-	-	-	-	-
403	775640	976000	-	-	-	-	-
404	776000	978470	-	-	-	-	-
405	776223	980000	-	-	-	-	-
406	776805	984000	-	-	-	-	-
407	777387	988000	-	-	-	-	-
501	748000	968000	-	-	-	-	-
502	752000	968000	-	-	-	-	-
503	756000	968000	-	-	-	-	-
504	760000	968000	-	-	-	-	-
505	764000	968000	-	-	-	-	-
506	768000	968000	-	-	-	-	-
507	772000	968000	-	-	-	-	-
508	740000	972000	-	-	-	-	-
509	744000	972000	743997	972005	3	-5	6
510	748000	972000	748006	972005	-6	-5	8
511	752000	972000	-	-	-	-	-
512	756000	972000	-	-	-	-	-
513	760000	972000	-	-	-	-	-
514	764000	972000	-	-	-	-	-
515	768000	972000	768011	972007	-11	-7	14
516	772000	972000	771998	971997	2	3	3
517	740000	976000	-	-	-	-	-
518	744000	976000	744004	976011	-4	-11	11
519	748000	976000	748003	976004	-3	-4	4
520	752000	976000	-	-	-	-	-
521	756000	976000	-	-	-	-	-
522	760000	976000	-	-	-	-	-
523	764000	976000	-	-	-	-	-

524	768000	976000	768011	976006	-11	-6	13
525	772000	976000	772000	975997	-0	3	3
526	744000	980000	-	-	-	-	-
527	748000	980000	-	-	-	-	-
528	752000	980000	-	-	-	-	-
529	756000	980000	-	-	-	-	-
530	760000	980000	760011	980002	-11	-2	11
531	764000	980000	764013	980007	-13	-7	15
532	768000	980000	-	-	-	-	-
533	772000	980000	-	-	-	-	-
534	776000	980000	-	-	-	-	-
535	744000	984000	-	-	-	-	-
536	748000	984000	-	-	-	-	-
537	752000	984000	-	-	-	-	-
538	756000	984000	-	-	-	-	-
539	760000	984000	760010	984002	-10	-2	11
540	764000	984000	764009	984001	-9	-1	9
541	768000	984000	-	-	-	-	-
542	772000	984000	-	-	-	-	-
543	776000	984000	-	-	-	-	-
544	744000	988000	-	-	-	-	-
545	748000	988000	-	-	-	-	-
546	752000	988000	-	-	-	-	-
547	756000	988000	-	-	-	-	-
548	760000	988000	-	-	-	-	-
549	764000	988000	-	-	-	-	-
550	768000	988000	-	-	-	-	-
551	772000	988000	772000	987998	0	2	2
552	776000	988000	776002	987992	-2	8	8
553	744000	992000	744007	991991	-7	9	11
554	748000	992000	747994	991985	6	15	17
555	752000	992000	-	-	-	-	-
556	756000	992000	-	-	-	-	-
557	760000	992000	-	-	-	-	-
558	764000	992000	-	-	-	-	-
559	768000	992000	-	-	-	-	-
560	772000	992000	771995	991986	5	14	14
561	776000	992000	775999	991977	1	23	23
562	744000	996000	744007	995989	-7	11	13
563	748000	996000	747993	995980	7	20	21

System Mapa [mm]

CB	y(teo)	x(teo)	y(mer)	x(mer)	dy	dx	d
LH	1.24	370.76	-	-	-	-	-
PH	471.69	370.76	-	-	-	-	-
PD	472.93	0.00	-	-	-	-	-
LD	0.00	0.00	-	-	-	-	-
101	458.27	370.72	-	-	-	-	-
102	404.42	370.57	-	-	-	-	-
103	351.94	370.47	-	-	-	-	-
104	350.57	370.46	-	-	-	-	-
105	296.70	370.40	-	-	-	-	-
106	242.83	370.37	-	-	-	-	-
107	188.96	370.39	-	-	-	-	-
108	135.08	370.45	-	-	-	-	-
109	81.19	370.54	-	-	-	-	-
110	27.30	370.68	-	-	-	-	-
201	471.82	333.64	-	-	-	-	-
202	472.00	279.79	-	-	-	-	-
203	472.02	274.05	-	-	-	-	-
204	472.18	225.94	-	-	-	-	-
205	472.36	172.09	-	-	-	-	-
206	472.54	118.25	-	-	-	-	-
207	472.71	64.40	-	-	-	-	-
208	472.89	10.55	-	-	-	-	-
301	457.11	-0.05	-	-	-	-	-
302	403.26	-0.20	-	-	-	-	-
303	397.18	-0.21	-	-	-	-	-
304	349.40	-0.30	-	-	-	-	-
305	295.54	-0.37	-	-	-	-	-
306	241.67	-0.39	-	-	-	-	-
307	187.79	-0.37	-	-	-	-	-
308	133.91	-0.32	-	-	-	-	-
309	80.03	-0.22	-	-	-	-	-
310	26.14	-0.08	-	-	-	-	-

311	19.29	-0.06	-	-	-	-	-
401	1.07	320.59	-	-	-	-	-
402	0.90	266.69	-	-	-	-	-
403	0.72	212.79	-	-	-	-	-
404	0.61	179.50	-	-	-	-	-
405	0.54	158.89	-	-	-	-	-
406	0.36	104.99	-	-	-	-	-
407	0.18	51.10	-	-	-	-	-
501	350.59	370.27	-	-	-	-	-
502	297.79	362.77	-	-	-	-	-
503	244.98	355.26	-	-	-	-	-
504	192.18	347.75	-	-	-	-	-
505	139.37	340.25	-	-	-	-	-
506	86.57	332.74	-	-	-	-	-
507	33.76	325.23	-	-	-	-	-
508	463.71	332.48	-	-	-	-	-
509	410.90	324.98	410.95	324.92	-0.05	0.06	0.08
510	358.10	317.47	358.02	317.39	0.08	0.08	0.11
511	305.29	309.96	-	-	-	-	-
512	252.49	302.46	-	-	-	-	-
513	199.68	294.95	-	-	-	-	-
514	146.88	287.44	-	-	-	-	-
515	94.07	279.93	93.94	279.82	0.14	0.12	0.18
516	41.27	272.43	41.29	272.47	-0.03	-0.04	0.05
517	471.22	279.68	-	-	-	-	-
518	418.41	272.17	418.38	272.02	0.04	0.15	0.15
519	365.61	264.66	365.58	264.61	0.03	0.05	0.06
520	312.80	257.16	-	-	-	-	-
521	260.00	249.65	-	-	-	-	-
522	207.19	242.14	-	-	-	-	-
523	154.39	234.64	-	-	-	-	-
524	101.58	227.13	101.44	227.03	0.14	0.10	0.17
525	48.77	219.62	48.77	219.66	0.01	-0.03	0.03
526	425.92	219.37	-	-	-	-	-
527	373.11	211.86	-	-	-	-	-
528	320.31	204.35	-	-	-	-	-
529	267.50	196.84	-	-	-	-	-
530	214.70	189.34	214.55	189.29	0.14	0.04	0.15
531	161.89	181.83	161.74	181.71	0.15	0.12	0.19
532	109.09	174.32	-	-	-	-	-
533	56.28	166.82	-	-	-	-	-
534	3.48	159.31	-	-	-	-	-
535	433.43	166.56	-	-	-	-	-
536	380.62	159.05	-	-	-	-	-
537	327.81	151.55	-	-	-	-	-
538	275.01	144.04	-	-	-	-	-
539	222.20	136.53	222.07	136.48	0.13	0.05	0.14
540	169.40	129.03	169.29	129.00	0.11	0.03	0.12
541	116.59	121.52	-	-	-	-	-
542	63.79	114.01	-	-	-	-	-
543	10.98	106.50	-	-	-	-	-
544	440.93	113.76	-	-	-	-	-
545	388.13	106.25	-	-	-	-	-
546	335.32	98.74	-	-	-	-	-
547	282.52	91.23	-	-	-	-	-
548	229.71	83.73	-	-	-	-	-
549	176.91	76.22	-	-	-	-	-
550	124.10	68.71	-	-	-	-	-
551	71.30	61.21	71.29	61.23	0.00	-0.03	0.03
552	18.49	53.70	18.45	53.81	0.04	-0.11	0.11
553	448.44	60.95	448.33	61.06	0.10	-0.11	0.15
554	395.63	53.44	395.69	53.66	-0.05	-0.21	0.22
555	342.83	45.94	-	-	-	-	-
556	290.02	38.43	-	-	-	-	-
557	237.22	30.92	-	-	-	-	-
558	184.41	23.42	-	-	-	-	-
559	131.61	15.91	-	-	-	-	-
560	78.80	8.40	78.84	8.59	-0.04	-0.19	0.19
561	26.00	0.89	25.97	1.20	0.03	-0.30	0.30
562	455.95	8.14	455.84	8.28	0.11	-0.14	0.18
563	403.14	0.64	403.19	0.91	-0.05	-0.27	0.28

Presnost zakresu site [m] - Empirická střední chyba z rozdílu souřadnic
n mY_emX_emXY_e (n = počet merených bodů site)

20 7.1 9.9 8.6

Teoretické a skutečné rozměry ML [mm]

Strana s(teo) s(mer) ds

LH-PH 470.45 470.18 0.27
PH-PD 370.77 371.66 -0.89
PD-LD 472.93 471.84 1.09
LD-LH 370.77 371.95 -1.19

Vybrané střední chyby měření [mm]

CB mx my mxy mp

LH 0.01 0.01 0.01 0.02
PH 0.02 0.01 0.01 0.02
PD 0.01 0.01 0.01 0.02
LD 0.00 0.00 0.00 0.00

Střední souřadnicová chyba bodu site

Mxy = 0.00

Střední polohová chyba bodu site

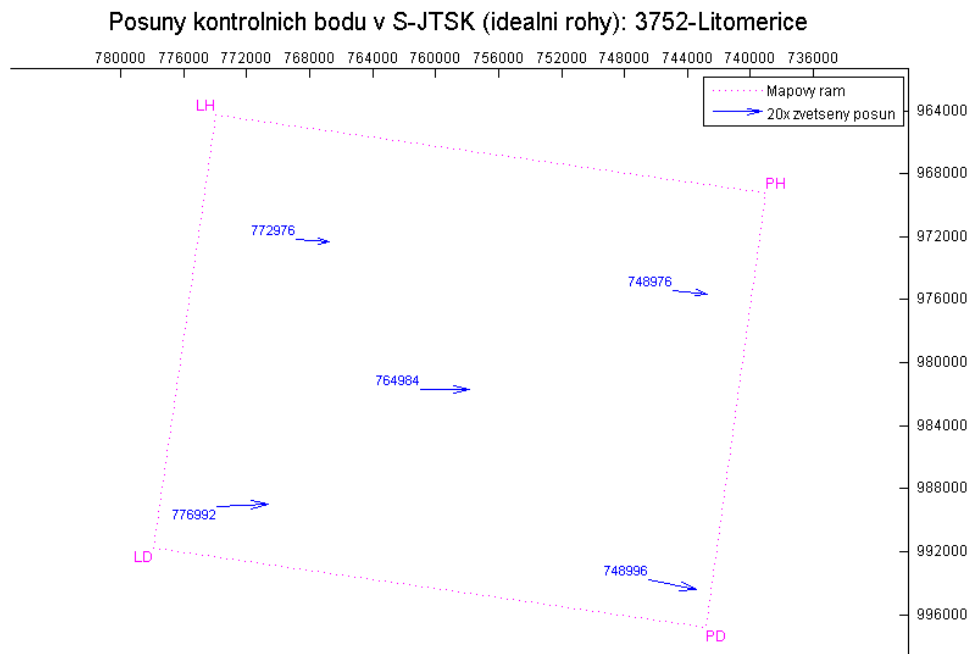
Mp = 0.01

Maximální střední souřadnicová a polohová chyba bodu site

CB mxy mp
562 0.02 0.03

SM75pol

Grafické výstupy s vektory posunů pro kontrolní body získané z transformace na skutečnou polohu bodů sítě jsou v Příloze č. 1. Druhý výstup pro body transformované na ideální polohu bodů sítě se nachází níže.



Hlavní protokol (Protokol SM75pol - 3752-Litomerice.txt)

```
#####
#   Kartometricka analyza polohoveho souladu mapove kresby a site S-JTSK v SM75   #
#   3752-Litomerice                                                                #
#####
```

KB S-JTSK [m] - Transformace na rohy z SM75sit

CB	Y(teo)	X(teo)	Y(mer)	X(mer)	dY	dX	D
748976	744803	975426	744912	975424	-109	2	109
748996	746274	993820	746420	993773	-147	47	154
764984	760786	981675	760953	981677	-167	-2	167
772976	768732	972172	768842	972167	-110	4	110
776992	773764	989140	773930	989139	-165	1	165

Presnost polohoveho souladu [m] - Systematicka chyba a stredni (nahodna) chyba z rozdilu souradnic

n dY_p dX_p sY_p sX_p sXY_p (n = pocet kontrolnich bodu)

5 -140 11 26 18 22

KB S-JTSK [m] - Transformace na idealni rohy

CB	Y(teo)	X(teo)	Y(mer)	X(mer)	dY	dX	D
748976	744803	975426	744910	975416	-107	10	108
748996	746274	993820	746421	993787	-148	32	151
764984	760786	981675	760942	981674	-156	1	156
772976	768732	972172	768834	972162	-102	9	102
776992	773764	989140	773930	989147	-166	-8	166

Presnost polohoveho souladu [m] - Systematicka chyba a stredni (nahodna) chyba z rozdilu souradnic

n dY_p dX_p sY_p sX_p sXY_p (n = pocet kontrolnich bodu)

5 -136 9 26 13 23

Teoreticke a skutecne rozmery ML [mm] - Srazka mapy

Strana	s(teo)	s(mer)	absolutni	relativni
LH-PH	470.45	470.18	0.27	99.9431 %
PH-PD	370.77	371.66	-0.89	100.2408 %
PD-LD	472.93	471.84	1.09	99.7693 %
LD-LH	370.77	371.95	-1.19	100.3196 %

Srazka mapy pro ctverce S-JTSK ve smerech os [mm]

(Ctverce oznaceny podrobnym bodem, který v nich lezi.)

CB	absY	absX	relY	relX
748976	0.04	-0.13	99.9158 %	100.2370 %
748996	0.10	-0.11	99.8111 %	100.2094 %
764984	0.07	-0.15	99.8688 %	100.2796 %
772976	0.04	-0.17	99.9158 %	100.3111 %
776992	0.09	-0.16	99.8225 %	100.3051 %

Vybrane stredni chyby mereni teoretickych souradnic [m]

Stredni souradnicova chyba podrobného bodu

MX_Y = 2

Stredni polohova chyba podrobného bodu

MP = 3

Maximalni stredni souradnicova a polohova chyba podrobného bodu

CB	mXY	mP
776992	4	5

Vybrane stredni chyby mereni ze skenu mapy [mm]

Stredni souradnicova chyba podrobneho bodu
Mxy` = 0.01

Stredni polohova chyba podrobneho bodu
Mp` = 0.01

Maximalni stredni souradnicova a polohova chyba podrobneho bodu
CB mxy`            mp`
776992 0.01 0.02

(Podrobnejsi vysledky jsou ulozeny v: Uplny Protokol SM75pol - 3752-Litomerice.txt)

Úplný protokol (*Uplny Protokol SM75pol - 3752-Litomerice.txt*)

```
#####
#   Kartometricka analyza polohoveho souladu mapove kresby a site S-JTSK v SM75   #
#                                     3752-Litomerice                               #
#####
```

! Veliciny jsou razeny tak, jak jsou postupne pocitany !

1) Volby modu a nacteni dat

Mod nacteni: 1

Jmena vstupnich souboru:
3752-Litomerice-Izgard.txt
3752-Litomerice-PBm.txt
3752-Litomerice-SM75pol.mat

2) Zpracovani namerenych hodnot

a) "Presne" souradnice v S-JTSK [m]

Stredni chyba jednoho mereni: mYi, mXi
Stredni chyba arit. prumeru: mY, mX
Stredni souradnicova chyba: mXY
Stredni polohova chyba: mP

Pocet mereni podrobnych bodu: 2

CB	Y	X	mYi	mXi	mY	mX	mXY	mP
748976	744803	975426	1	0	0	0	0	1
748996	746274	993820	2	1	1	1	1	2
764984	760786	981675	1	1	1	1	1	1
772976	768732	972172	1	3	1	2	2	2
776992	773764	989140	7	3	5	2	4	5

Stredni chyba z celeho mereni (pro jedno mereni)
MYi = 2 MXi = 2

Stredni chyba z celeho mereni (pro arit. prumer z poctu opakovani mereni)
MY = 2 MX = 2

Stredni souradnicova a polohova chyba pro cele mereni
MXY = 2 MP = 3

Maximalni stredni souradnicova a polohova chyba bodu site
CB mXY mP
776992 4 5

Minimalni stredni souradnicova a polohova chyba bodu site
CB mXY mP
748976 0 1

b) Merene PB z mapy [mm]

Stredni chyba jednoho mereni: $myi^{\prime}$, $mxi^{\prime}$
 Stredni chyba arit. prumeru: $my^{\prime}$, $mx^{\prime}$
 Stredni souradnicova chyba: $mxy^{\prime}$
 Stredni polohova chyba: $mp^{\prime}$

Pocet mereni podrobných bodu: 3

CB	$y^{\prime}$	$x^{\prime}$	$myi^{\prime}$	$mxi^{\prime}$	$my^{\prime}$	$mx^{\prime}$	$mxy^{\prime}$	$mp^{\prime}$
748976	519.25	4676.17	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
748996	506.21	4921.90	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
764984	719.62	4788.21	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
772976	840.95	4676.58	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
776992	877.22	4910.73	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02

Stredni chyba z celeho mereni (pro jedno mereni)

$Myi^{\prime} = 0.01$ $Mxi^{\prime} = 0.01$

Stredni chyba z celeho mereni (pro arit. prumer z poctu opakovani mereni)

$My^{\prime} = 0.01$ $Mx^{\prime} = 0.01$

Stredni souradnicova a polohova chyba pro cele mereni

$Mxy^{\prime} = 0.01$ $Mp^{\prime} = 0.01$

Maximalni stredni souradnicova a polohova chyba bodu site

CB	$mxy^{\prime}$	$mp^{\prime}$
776992	0.01	0.02

Minimalni stredni souradnicova a polohova chyba bodu site

CB	$mxy^{\prime}$	$mp^{\prime}$
772976	0.00	0.00

3) Vypočty pro jednotlivé ctverce

Ctverec pro bod: 748976

a) Vyhledani potrebných údajů k rohům site pro PB

Teoretické souradnice rohu ctverce

Y	X
748000	972000
744000	972000
744000	976000
748000	976000

Dalsi udaje

CB	Y(ide)	X(ide)	Y(SM75sit)	X(SM75sit)	$y^{\prime}$	$x^{\prime}$
509	744000	972000	743997	972005	513.32	4629.22
510	748000	972000	748006	972005	566.24	4636.52
518	744000	976000	744004	976011	506.22	4682.28
519	748000	976000	748003	976004	558.99	4689.47

b) Afinní transformace s vyrovnaním - na prepóčtené rohy z SM75sit

Pretransformovaný podrobný bod

CB	Y(mer)	X(mer)
748976	744912	975424

Transformační klic

a11	a12	a21	a22	tX	tY
74.12133	-10.22246	10.09616	74.38113	634128	659078

Opravy na identických bodech - rozích [m]

CB	vY	vX
509	-0.23	0.13
510	0.23	-0.13
518	0.23	-0.13
519	-0.23	0.13

Střední chyby klíče [m]

mX mY m0
0.15 0.27 0.38

c) Afinní transformace s vyrovnaním - na ideální rohy

Pretransformovaný podrobný bod

CB	Y(mer)	X(mer)
748976	744910	975416

Transformační klíč

a11	a12	a21	a22	tX	tY
74.08971	-10.15661	10.05359	74.31160	634234	659311

Opravy na identických bodech - rozích [m]

CB	vY	vX
509	-3.00	-1.73
510	3.00	1.73
518	3.01	1.73
519	-3.01	-1.74

Střední chyby klíče [m]

mX mY m0
2.00 3.47 4.91

d) Údaje o srazce

Rozměry čtverce na mapě [mm]

Strana	teo.	mer.
lh-ph	53.46	53.42
ph-pd	53.41	53.53
pd-ld	53.31	53.26
ld-lh	53.31	53.44

Srazka mapy ve směrech os S-JTSK [mm]

absY	absX	relY	relX
0.04	-0.13	99.9158 %	100.2370 %

Čtverec pro bod: 748996

a) Vyhledání potřebných údajů k rohům site pro PB

Teoretické souřadnice rohu čtverce

Y	X
748000	992000
744000	992000
744000	996000
748000	996000

Další údaje

CB	Y(ide)	X(ide)	Y(SM75sit)	X(SM75sit)	y`	x`
553	744000	992000	744007	991991	477.59	4893.90
554	748000	992000	747994	991985	530.16	4901.09
562	744000	996000	744007	995989	470.43	4946.83
563	748000	996000	747993	995980	523.00	4954.00

b) Afinní transformace s vyrovnaním - na přepočtené rohy z SM75sit

Pretransformovaný podrobný bod

CB	Y(mer)	X(mer)
748996	746420	993773

Transformační klíč

a11	a12	a21	a22	tX	tY
74.13625	-10.26587	10.06834	74.46433	634078	659170

Opravy na identických bodech - rozích [m]

CB	vY	vX
553	-0.01	-0.01
554	0.01	0.01
562	0.01	0.01
563	-0.01	-0.01

Střední chyby klíče [m]

mX mY m0
0.01 0.01 0.02

c) Afinní transformace s vyrovnáním - na ideální rohy

Pretransformovaný podrobný bod

CB Y(mer) X(mer)
748996 746421 993787

Transformační klíč

a11 a12 a21 a22 tX tY
74.21381 -10.14067 10.10443 74.71075 633648 658869

Opravy na identických bodech - rozích [m]

CB vY vX
553 -0.15 -0.52
554 0.15 0.52
562 0.15 0.52
563 -0.15 -0.52

Střední chyby klíče [m]

mX mY m0
0.60 0.17 0.77

d) Údaje o srazce

Rozměry čtverce na mapě [mm]

Strana	teo.	mer.
lh-ph	53.46	53.42
ph-pd	53.41	53.53
pd-ld	53.31	53.26
ld-lh	53.31	53.44

Srazka mapy ve směrech os S-JTSK [mm]

absY	absX	relY	relX
0.10	-0.11	99.8111 %	100.2094 %

Čtverec pro bod: 764984

a) Vyhledání potřebných údajů k rohům site pro PB

Teoretické souřadnice rohu čtverce

Y	X
764000	980000
760000	980000
760000	984000
764000	984000

Další údaje

CB	Y(ide)	X(ide)	Y(SM75sit)	X(SM75sit)	y`	x`
530	760000	980000	760011	980002	710.22	4764.30
531	764000	980000	764013	980007	763.00	4771.66
539	760000	984000	760010	984002	702.98	4817.29
540	764000	984000	764009	984001	755.72	4824.56

b) Afinní transformace s vyrovnáním - na přepočtené rohy z SM75sit

Pretransformovaný podrobný bod

CB Y(mer) X(mer)
764984 760953 981677

Transformační klíč

a11 a12 a21 a22 tX tY
74.08716 -10.23606 10.16078 74.40813 634298 658756

Opravy na identických bodech - rozích [m]

CB vY vX
530 -0.23 0.13
531 0.23 -0.13
539 0.23 -0.13
540 -0.23 0.13

Střední chyby klíče [m]

mX mY m0
0.15 0.27 0.38

c) Afinní transformace s vyrovnaním - na ideální rohy

Pretransformovaný podrobný bod

CB Y(mer) X(mer)
764984 760942 981674

Transformační klíč

a11 a12 a21 a22 tX tY
74.13762 -10.28350 10.20381 74.40371 634088 658542

Opravy na identických bodech - rozích [m]

CB vY vX
530 -1.03 -1.56
531 1.03 1.56
539 1.03 1.56
540 -1.03 -1.57

Střední chyby klíče [m]

mX mY m0
1.81 1.19 2.65

d) Údaje o srazce

Rozměry čtverce na mapě [mm]

Strana teo. mer.
lh-ph 53.46 53.42
ph-pd 53.41 53.53
pd-ld 53.31 53.26
ld-lh 53.31 53.44

Srazka mapy ve směrech os S-JTSK [mm]

absY absX relY relX
0.07 -0.15 99.8688 % 100.2796 %

Čtverec pro bod: 772976

a) Vyhledání potřebných údajů k rohům site pro PB

Teoretické souřadnice rohu čtverce

Y X
772000 972000
768000 972000
768000 976000
772000 976000

Další údaje

CB Y(ide) X(ide) Y(SM75sit) X(SM75sit) y` x`
515 768000 972000 768011 972007 830.28 4672.95
516 772000 972000 771998 971997 882.91 4680.07
524 768000 976000 768011 976006 823.01 4725.93
525 772000 976000 772000 975997 875.66 4733.08

b) Afinní transformace s vyrovnaním - na přepočtené rohy z SM75sit

Pretransformovaný podrobný bod

CB Y(mer) X(mer)
772976 768842 972167

Transformační klíč

a11 a12 a21 a22 tX tY
74.06626 -10.21537 10.20094 74.36672 634381 658598

Opravy na identických bodech - rozích [m]

CB vY vX
515 -0.24 0.12
516 0.24 -0.12
524 0.24 -0.12
525 -0.23 0.12

Střední chyby klíče [m]

mX mY m0
0.14 0.27 0.37

c) Afinní transformace s vyrovnaním - na ideální rohy

Pretransformovaný podrobný bod

CB Y(mer) X(mer)
772976 768834 972162

Transformační klíč

a11 a12 a21 a22 tX tY
74.10245 -10.04522 10.21108 74.60148 634064 658345

Opravy na identických bodech - rozích [m]

CB vY vX
515 0.42 0.49
516 -0.42 -0.49
524 -0.42 -0.49
525 0.41 0.48

Střední chyby klíče [m]

mX mY m0
0.56 0.48 0.90

d) Údaje o srazce

Rozměry čtverce na mapě [mm]

Strana teo. mer.
lh-ph 53.46 53.42
ph-pd 53.41 53.53
pd-ld 53.31 53.26
ld-lh 53.31 53.44

Srazka mapy ve směrech os S-JTSK [mm]

absY absX reY relX
0.04 -0.17 99.9158 % 100.3111 %

Čtverec pro bod: 776992

a) Vyhledání potřebných údajů k rohům site pro PB

Teoretické souřadnice rohu čtverce

Y X
776000 988000
772000 988000
772000 992000
776000 992000

Další údaje

CB	Y(ide)	X(ide)	Y(SM75sit)	X(SM75sit)	y`	x`
551	772000	988000	772000	987998	853.85	4892.10
552	776000	988000	776002	987992	906.63	4899.31
560	772000	992000	771995	991986	846.55	4944.93
561	776000	992000	775999	991977	899.35	4952.12

b) Afinní transformace s vyrovnaním - na přepočtené rohy z SM75sit

Pretransformovaný podrobný bod

CB Y(mer) X(mer)
776992 773930 989139

Transformační klíč

a11 a12 a21 a22 tX tY
74.06565 -10.25232 10.20030 74.43759 634416 658540

Opravy na identických bodech - rozích [m]

CB vY vX
551 -0.22 0.12
552 0.22 -0.12
560 0.22 -0.12
561 -0.22 0.12

Střední chyby klíče [m]

mX mY m0
0.14 0.26 0.36

c) Afinní transformace s vyrovnaním - na ideální rohy

Pretransformovaný podrobný bod

CB Y(mer) X(mer)
776992 773930 989147

Transformační klíč

a11 a12 a21 a22 tX tY
74.32753 -10.14111 10.26385 74.37753 633041 658281

Opravy na identických bodech - rozích [m]

CB vY vX
551 0.19 -0.57
552 -0.19 0.57
560 -0.19 0.57
561 0.19 -0.57

Střední chyby klíče [m]

mX mY m0
0.66 0.22 0.85

d) Udaje o srazce

Rozměry čtverce na mapě [mm]

Strana	teo.	mer.
lh-ph	53.46	53.42
ph-pd	53.41	53.53
pd-ld	53.31	53.26
ld-lh	53.31	53.44

Srazka mapy ve směrech os S-JTSK [mm]

absY	absX	relY	relX
0.09	-0.16	99.8225 %	100.3051 %

4) Souhrnné výsledky

KB S-JTSK [m] - Transformace na rohy z SM75sit

CB	Y(teo)	X(teo)	Y(mer)	X(mer)	dY	dX	D
748976	744803	975426	744912	975424	-109	2	109
748996	746274	993820	746420	993773	-147	47	154
764984	760786	981675	760953	981677	-167	-2	167
772976	768732	972172	768842	972167	-110	4	110
776992	773764	989140	773930	989139	-165	1	165

Presnost polohového souladu [m] - Systematická chyba a střední (náhodná) chyba z rozdílu souřadnic

n	dY_p	dX_p	sY_p	sX_p	sXY_p	(n = počet kontrolních bodů)
5	-140	11	26	18	22	

KB S-JTSK [m] - Transformace na ideální rohy

CB	Y(teo)	X(teo)	Y(mer)	X(mer)	dY	dX	D
748976	744803	975426	744910	975416	-107	10	108
748996	746274	993820	746421	993787	-148	32	151
764984	760786	981675	760942	981674	-156	1	156
772976	768732	972172	768834	972162	-102	9	102
776992	773764	989140	773930	989147	-166	-8	166

Presnost polohového souladu [m] - Systematická chyba a střední (náhodná) chyba z rozdílu souřadnic

n	dY_p	dX_p	sY_p	sX_p	sXY_p	(n = počet kontrolních bodů)
5	-136	9	26	13	23	

5) Srazka mapového listu

Teoretické a skutečné rozměry ML [mm]

Strana	s(teo)	s(mer)	absolutní	relativní
LH-PH	470.45	470.18	0.27	99.9431 %
PH-PD	370.77	371.66	-0.89	100.2408 %
PD-LD	472.93	471.84	1.09	99.7693 %
LD-LH	370.77	371.95	-1.19	100.3196 %

SM75zhodnot

Ukázky grafických výstupů se nacházejí v části 6.6. Protokol pro všechny měřené kontrolní body je níže.

Protokol (Zhodnoceni-Posuny-KB.txt)

```
#####
                          Vyhodnoceni dat pro: Posuny-KB
#####

-----
Korelacni koeficient mezi dY a dX + Test hypotezy Ro = 0
r   |   tr       talfa/2   alfa
-----
0.24 |   2.49       1.98     0.05
V zakladnim souboru neni koeficient korelace roven 0.

Stredni souradnicova chyba posunu
sXY = 50

#####
                          Zhodnoceni pro dY
#####

-----
1) Zkouska pusobeni systematicke chyby
n   E(eps) = c = [eps]/n   sigma       1.96*mez1
-----
99  -84                56           20
Systematicka chyba pusobi.

Prekrocena mezni chyba 140 (pro t = 2.5) u mereni:
153

-----
2) Zkouska asymetrie/sikmosti
A       1.96*mezA       t
-----
0.77    0.47           3.21
Zjistena asymetrie.

-----
3) Zkouska spicatosti/excesu
E       1.96*mezE       t
-----
0.21    0.90           0.46
Exces nezjisten.

-----
4) Lillieforsuv test (Kolmogorovuv-Smirnovuv test pro neznamou distribuci fci)
LKS     mezLKS    p     alfa
-----
0.11    0.09      NaN   0.05
Zamitnuta hypoteza o normalite.

-----
5) Jarqueruv-Berauv test
JB       mezJB       p     alfa
-----
9.88    5.99       0.01    0.05
Vyber nema normalni rozdeleni

-----
6) Chi-kvadrat test dobre shody
CHI2     mezCHI2    p     alfa
-----
14.30   11.07       0.01    0.05
Vyber neni z normalniho rozdeleni.
```


6) Chi-kvadrat test dobre shody			
CHI2	mezCHI2	p	alfa

4.37	9.49	0.36	0.05
Vyber je nahodny vyber z normalniho rozdeleni.			

Příloha č. 3

Zdrojové kódy programů

Zdrojové kódy jsou poměrně obsáhlé. Jejich podstatnou část tvoří rutinní kód pro výpis protokolů. V zájmu úspory místa je tento kód vynechán u programů *SM75sit*, *SM75pol* a *SM75zhodnot*. Úplné verze se nacházejí na DVD.

SM75pripstav

```
#####
%                               DIPLOMOVA PRACE
#####
%                               Pomocny program na zpracovani mereni
%-----
% Podminky pouziti
% Mod 1: Spravne zadat Fi, Lambda a vystupni soubor s merenim
% Mod 2: Spravne zadat Fi, Lambda, pocet vstupnich souboru a jejich spravne
% nazvy, nazev vystupniho souboru. Ve vstupnich souborech musi byt zmereny
% stejne body. Tj. aby odpovidal pocet a kazdy bod byl zmeren n-krat, kde n
% je pocet souboru. Nejde tedy kombinovat mereni site + rohy a mereni pouze
% rohu a podobne. Pokud jsou rohy mereny vickrat nez sit dopln nadbytecna
% mereni do vstupniho souboru pro SM75sit rucne.
% Poradi souradnic: y x

% vycisteni pameti
clear all
clc
%-----
% 0)   Volba modu
%-----

volba = menu('Co chces pripstavit?', 'Pouze teoreticke souradnice site S-JTSK pro ML.', ...
            'Zpracovat mereni ze seznamu souradnic pro SM75sit a SM75pol.');
```

```
% fprintf('Co chces pripstavit?\n')
% fprintf('Pouze teoreticke souradnice site S-JTSK pro ML. [zadej 1]\n')
% fprintf('Zpracovat mereni ze seznamu souradnic pro SM75sit. [zadej 2]\n')
% volba = str2double(input('','s'));

%-----
% 1)   Nacteni dat
%-----

% a) Zemepisne Souradnice LEVEHO HORNIHO rohu mapoveho listu
fprintf('\nZadejte zemepisne souradnice LEVEHO HORNIHO rohu mapoveho listu SM75')
filH = input('\nFi ve stupnich = ');
lambdaLH = input('\nLambda ve stupnich (od Ferra) = ');

%-----
% 2)   Vypocet rohu mapoveho listu v S-JTSK
%-----

% Vypocet rohu v zem. souradnicich (poradi rohu LH PH PD LD)
rohy_filambda = [filH, lambdaLH; filH, lambdaLH+0.5; filH-0.25, lambdaLH+0.5; filH-0.25,
lambdaLH; ];
stredy_filambda = [filH, lambdaLH+0.25; filH-0.25, lambdaLH+0.25; ];

%Prevod do S-JTSK (zaokrouhlene na metry)
for i = 1:length(rohy_filambda)
    rohy_SJTSK(i,:) = round(bessel2sjtsk(rohy_filambda(i,1), rohy_filambda(i,2) ));
end

for i = 1:length(stredy_filambda)
    stredy_SJTSK(i,:) = round(bessel2sjtsk(stredy_filambda(i,1), stredy_filambda(i,2) ));
end

% SH SD
stredy_SJTSK = [ stredy_SJTSK(1,:); 0,0; stredy_SJTSK(2,:); 0,0;];

%-----
% 3)   Vypocet teoreticke polohy krizku site S-JTSK v SM75
%-----
format rational
%Uprava rohu
```

```

rohy_SJTSK2 = [rohy_SJTSK; rohy_SJTSK(1,:)];

%a) Body na mapovém ramu
n = 0; %celkový počet bodů site
for i = 1:4

    dY(1,i) = rohy_SJTSK2(i,1) - rohy_SJTSK2(i+1,1);
    dX(1,i) = rohy_SJTSK2(i,2) - rohy_SJTSK2(i+1,2);

    m = 0; %počet bodů site na ramu mezi 2 rohy

    %Výpočet parametru Newtonova interpolačního polynomu
    if i == 1 || i == 3
        %Výpočet polynomu
        NIP_X(:,i) = [rohy_SJTSK2(i,2); stredy_SJTSK(i,2); rohy_SJTSK2(i+1,2)];
        NIP_A(1,:) = [1, 0, 0];
        NIP_A(2,:) = [1, stredy_SJTSK(i,1)-rohy_SJTSK2(i,1), 0];
        NIP_A(3,:) = [1, rohy_SJTSK2(i+1,1)-rohy_SJTSK2(i,1), (rohy_SJTSK2(i+1,1)-
        rohy_SJTSK2(i,1))*(rohy_SJTSK2(i+1,1)-stredy_SJTSK(i,1))];
        %Koefficienty
        NIP_h(:,i) = ((NIP_A)^(-1))*NIP_X(:,i);
        %Parametry kvadratické rovnice
        NIP_a(1,i) = NIP_h(3,i);
        NIP_b(1,i) = NIP_h(2,i) - NIP_h(3,i)*(stredy_SJTSK(i,1)+rohy_SJTSK2(i,1));
        NIP_c(1,i) = NIP_h(1,i) + NIP_h(3,i)*stredy_SJTSK(i,1)*rohy_SJTSK2(i,1) -
        NIP_h(2,i)*rohy_SJTSK2(i,1);
    end

    %Interpolace ve směru osy X (1. způsob)
    for k = rohy_SJTSK2(i,2):(-1*sign(dX(i))):rohy_SJTSK2(i+1,2)

        if rem(k,4000) == 0
            n = n + 1;
            m = m + 1;
            sit_SJTSK(n,3) = k;
            %X bodu

            %Interpolace v přímce (pro levý a pravý ram)
            if i == 2 || i == 4
                dx = rohy_SJTSK2(i,2) - sit_SJTSK(n,3);
                sit_SJTSK(n,2) = rohy_SJTSK2(i,1) - dx * dY(i)/dX(i);
                %Y bodu

                %Interpolace Newtonovým IP 2. řádu pro horní a dolní ram
            else
                sit_SJTSK(n,2) = (-NIP_b(1,i) - sqrt(NIP_b(1,i)^2 -
                4*NIP_a(1,i)*(NIP_c(1,i)-k)))/(2*NIP_a(1,i)); %Y bodu
            end
        end
    end

    %Interpolace ve směru osy Y (1. způsob)
    for j = rohy_SJTSK2(i,1):(-1*sign(dY(i))):rohy_SJTSK2(i+1,1)

        if rem(j,4000) == 0
            n = n + 1;
            m = m + 1;
            sit_SJTSK(n,2) = j;
            %Y bodu

            %Interpolace v přímce (pro levý a pravý ram)
            if i == 2 || i == 4
                dy = rohy_SJTSK2(i,1) - sit_SJTSK(n,2);
                sit_SJTSK(n,3) = rohy_SJTSK2(i,2) - dy * dX(i)/dY(i);
                %X bodu

                %Interpolace Newtonovým IP 2. řádu pro horní a dolní ram
            else
                %X bodu
                sit_SJTSK(n,3) = NIP_h(1,i) + NIP_h(2,i)*(j-rohy_SJTSK2(i,1)) +
                NIP_h(3,i)*(j-rohy_SJTSK2(i,1))*(j-stredy_SJTSK(i,1));
            end
        end
    end

    %Očíslování bodů a jejich seřazení (ve směru souřad. os)
    if rem(i,2) == 0

```

```

        sit_SJTSK((n-m+1):n,:) = sortrows(sit_SJTSK((n-m+1):n,:),3); %razení podle X
        sit_SJTSK((n-m+1):n,1) = ((i*100+1):(i*100 + m))'; %cislo bodu
    else
        sit_SJTSK((n-m+1):n,:) = sortrows(sit_SJTSK((n-m+1):n,:),2); %razení podle Y
        sit_SJTSK((n-m+1):n,1) = ((i*100+1):(i*100 + m))'; %cislo bodu
    end
end

%b) Body uvnitř mapového ramu - interpolace ve směru osy Y
%Vyber okrouhlých hodnot Y
%Konstrukce vhodné vynechava body prímek || Y, které prochází rohy ML
h = 1;
poc_uPH = 0;
poc_uLD = 0;
for i = 1:n

    if rem(sit_SJTSK(i,3),4000)== 0
        % Vynechání všech bodů blízky LH (1 m)
        if (abs(sit_SJTSK(i,2) - rohy_SJTSK(1,1)) < 1) && (abs(sit_SJTSK(i,3) -
            rohy_SJTSK(1,2)) < 1)
            % Vynechání všech bodů blízky PD (1 m)
            elseif (abs(sit_SJTSK(i,2) - rohy_SJTSK(3,1)) < 1) && (abs(sit_SJTSK(i,3) -
            rohy_SJTSK(3,2)) < 1)
            % Ponechání 1 bodu blízky PH (1 m) - je potřeba pro prímku
            elseif (abs(sit_SJTSK(i,2) - rohy_SJTSK(2,1)) < 1) && (abs(sit_SJTSK(i,3) -
            rohy_SJTSK(2,2)) < 1)
                if poc_uPH == 0
                    Y_primky(h,:) = sit_SJTSK(i,:);
                    h = h + 1;
                    poc_uPH = poc_uPH + 1;
                end
            % Ponechání 1 bodu blízky LD (1 m) - je potřeba pro prímku
            elseif (abs(sit_SJTSK(i,2) - rohy_SJTSK(4,1)) < 1) && (abs(sit_SJTSK(i,3) -
            rohy_SJTSK(4,2)) < 1)
                if poc_uLD == 0
                    Y_primky(h,:) = sit_SJTSK(i,:);
                    h = h + 1;
                    poc_uLD = poc_uLD + 1;
                end
            else
                Y_primky(h,:) = sit_SJTSK(i,:);
                h = h + 1;
            end
        end
    end
end

%Srovnání
Y_primky = sortrows(Y_primky,3);

%Interpolace (2. způsob, méně náročný na výpočty)
s = 0;
for i = 1:length(Y_primky)/2

    %Vyhledání nejbližší nížší hodnoty Y
    bod = rem(Y_primky(2*i-1,2),4000);
    bod = Y_primky(2*i-1,2) - bod;

    %Výpočet bodu v jedné přímce
    while (bod < (Y_primky(2*i,2)-4000))
        s = s + 1; %celkový počet bodů uvnitř ramu
        n = n + 1; %celkový počet bodů
        sit_SJTSK(n,1) = 500 + s; %cislo bodu
        bod = bod + 4000;
        sit_SJTSK(n,2) = bod; %Y bodu
        sit_SJTSK(n,3) = Y_primky(2*i-1,3); %X bodu
    end
end

format long g
%-----
% 4) Mod 1 - výpis souřadnic site S-JTSK pro zvolený ML
%-----
if volba == 1

    protokol_sit = input('Zadejte jméno výstupního souboru (*.txt)\n', 's');
    fid = fopen(protokol_sit,'w');
    for i = 1:length(sit_SJTSK)

```

```

        fprintf(fid, '%.0f\t%.0f\t%.0f\n', sit_SJTSK(i,:));
    end
    fclose(fid);
    fprintf(['\nVysledky jsou ulozeny v: ' protokol_sit '\n']);

% Graficke znazorneni (nastaveni prevzato ze SM75pol)
scrsz = get(0, 'ScreenSize');

figure('Name', ['Pomocne cislovani - ' protokol_sit(1:(length(protokol_sit)-
4))], 'NumberTitle', 'off', 'Position', ...
[scrsz(3)/4 scrsz(4)/4 scrsz(3)/2 scrsz(4)/2], ...
'FileName', ['Pomocne cislovani - ' protokol_sit(1:(length(protokol_sit)-4))
'.png']);
xlim([rohy_SJTSK(3,1), rohy_SJTSK(4,1)]);
ylim([rohy_SJTSK(1,2)-3000, rohy_SJTSK(3,2)+2000]);
axis equal
hold on
%Krovakovske osy (ale Ykrovak = Xmatlab, Xkrovak = Ymatlab)
set(gca, 'YDir', 'reverse', 'XDir', 'reverse', 'XAxisLocation', 'top', 'YAxisLocation',
'right', 'FontSize', 9);

%Nastaveni popisu os
ZnamenkaY(1) = rohy_SJTSK(2,1) - rem(rohy_SJTSK(2,1), 4000);
ZnamenkaX(1) = rohy_SJTSK(1,2) - rem(rohy_SJTSK(1,2), 4000);
i = 1;
while ZnamenkaY(i) < rohy_SJTSK(4,1)
    ZnamenkaY(i + 1) = ZnamenkaY(i) + 4000;
    i = i + 1;
end
j = 1;
while ZnamenkaX(j) < rohy_SJTSK(3,2)
    ZnamenkaX(j + 1) = ZnamenkaX(j) + 4000;
    j = j + 1;
end
set(gca, 'Xtick', ZnamenkaY, 'Ytick', ZnamenkaX, 'XtickLabel', num2str(ZnamenkaY),
'YtickLabel', num2str(ZnamenkaX));

title(['Pomocne cislovani - ' protokol_sit(1:(length(protokol_sit)-4))], 'FontSize', 15)
%Konec nastaveni

plot(sit_SJTSK(:,2), sit_SJTSK(:,3), 'xb')
text(sit_SJTSK(:,2), sit_SJTSK(:,3)+350, num2str(sit_SJTSK(:,1)), 'FontSize', 8,
'Color', 'b', ...
'VerticalAlignment', 'top', 'HorizontalAlignment', 'center');

plot(rohy_SJTSK(:,1), rohy_SJTSK(:,2), 'xr')

end

%-----
% 5) Mod 2 - zpracovani mereni pro SM75sit
%-----
if volba == 2

    %Nacteni dat
    pocet_souboru = input('Zadejte pocet vstupnich souboru s merenim.\n');

    for i = 1:pocet_souboru
        vstup = input(['\nZadejte jmeno ' num2str(i) '. vstupniho souboru s merenim
(*.txt)\n'], 's');
        fid = fopen(vstup);
        udaje = textscan(fid, '%s %f %f');
        fclose(fid);

        %Prevod LH, PH, PD, LD na 1001, 1002, 1003, 1004
        for j = 1:length(udaje{1})
            if strcmp(udaje{1}(j), 'LH')
                udaje{1}(j) = {'1001'};
            elseif strcmp(udaje{1}(j), 'PH')
                udaje{1}(j) = {'1002'};
            elseif strcmp(udaje{1}(j), 'PD')
                udaje{1}(j) = {'1003'};
            elseif strcmp(udaje{1}(j), 'LD')
                udaje{1}(j) = {'1004'};
            end
        end
    end
end

```

```

        end
    end
    mereni(:,1,i) = str2double(udaje{1});
    mereni(:,2,i) = udaje{2};
    mereni(:,3,i) = udaje{3};
end

vystup = input('\nZadejte jmeno vystupniho souboru s merenim (*.txt)\n', 's');

%Cisla bodu pro ML
sit_cisla(:,1) = [1001; 1002; 1003; 1004; sit_SJTSK(:,1)];

%Umisteni merenych bodu site
n = 0; %citac poctu mereni podrobnych bodu
for i = 1:pocet_souboru
    sit_mereni(:,1,i) = sit_cisla(:,1);
    for k = 1:length(mereni(:,1,1))
        for j = 1:length(sit_cisla)
            if sit_cisla(j,1) == mereni(k,1,i)
                sit_mereni(j,2:3,i) = mereni(k,2:3,i); %body site
            end
        end
        if mereni(k,1,1) > 2000
            n = n + 1;
            podrobne_body(n,:) = mereni(k,:,i); %podrobne body
        end
    end
    %Preskupeni do jedne matice
    if i == 1
        sit_mereni2 = sit_mereni(:, :, 1);
    else
        sit_mereni2 = [sit_mereni2; sit_mereni(:, :, i)];
    end
end

%Pomocne odstraneni mereni bodu s c.b < 500
for i = 1:length(sit_mereni2)
    if sit_mereni2(i,1) < 500
        sit_mereni2(i,2:3) = [ 0 0 ];
    end
end

%Setrideni
sit_mereni2 = sortrows(sit_mereni2,1);
podrobne_body = sortrows(podrobne_body,1);
d = length(sit_SJTSK)*pocet_souboru; %Pocet merenych bodu site
sit_mereni2 = [[pocet_souboru, pocet_souboru, 0]; sit_mereni2((d+1):end,:);
sit_mereni2(1:d,:));

%Ulozeni pro SM75sit
fid = fopen(vystup, 'w');
fprintf(fid, '%.0f\t%.0f\t%.0f\n', sit_mereni2(1,:));
for i = 2:length(sit_mereni2)
    fprintf(fid, '%.0f\t%.3f\t%.3f\n', sit_mereni2(i,:));
end
fclose(fid);
fprintf(['\nVstupni soubor pro SM75sit je ulozen v: ' vystup '\n']);

%Ulozeni pro SM75pol
vystup2 = [vystup(1:(end-4)) '-PBm.txt']; %Podrobne body merene
fid = fopen(vystup2, 'w');
fprintf(fid, '%.0f\t%.0f\t%.0f\n', [pocet_souboru 0 0]);
for i = 1:length(podrobne_body)
    fprintf(fid, '%.0f\t%.3f\t%.3f\n', podrobne_body(i,:));
end
fclose(fid);
fprintf(['\nVstupni soubor pro SM75pol je ulozen v: ' vystup2 '\n']);

end

```

SM75sit

```
#####
%                                     BAKALARSKA PRACE
#####

% vycisteni pameti
clear all
clc
%-----
% 1)   Nacteni dat
%-----

% a) Zemepisne Souradnice LEVEHO HORNIHO rohu mapoveho listu
fprintf('Zadejte zemepisne souradnice LEVEHO HORNIHO rohu mapoveho listu SM75')
filH = input('\nFi ve stupnich = ');
lambdaLH = input('\nLambda ve stupnich (od Ferra) = ');

% b) Mereni
vstup = input('\nZadejte jmeno vstupniho souboru s merenim (*.txt)\n', 's');
mereni = load(vstup);

% c) Mezni velikost chyboveho vektoru pro vyznaceni v obrazku
fprintf('\nZadejte mezni velikost chyboveho vektoru pro vyznaceni v obrazku\n')
mezni_velikost = input('Mezni velikost [mm] = ');

% d) Info o vysledcich
fprintf('\nVysledky jsou ulozeny:\n');
fprintf(['a) v hlavnim protokolu:\tProtokol - ' vstup '\n']);
fprintf(['b) v uplnem protokolu:\tUplny Protokol - ' vstup '\n']);
fprintf(['c) v vstupnim souboru pro SM75pol:\t' vstup(1:(length(vstup)-4)) '- SM75pol.mat\n\n']);

tic; %Zapnuti stopky

%-----
% 2)   Vypocet rohu mapoveho listu v S-JTSK
%-----

% Vypocet rohu v zem. souradnicich (poradi rohu LH PH PD LD)
rohy_filambda = [filH, lambdaLH; filH, lambdaLH+0.5; filH-0.25, lambdaLH+0.5; filH-0.25, lambdaLH; ];
stredy_filambda = [filH, lambdaLH+0.25; filH-0.25, lambdaLH+0.25; ];

%Prevod do S-JTSK (zaokrouhlene na metry)
for i = 1:length(rohy_filambda)
    rohy_SJTSK(i,:) = round(bessel2sjtsk(rohy_filambda(i,1), rohy_filambda(i,2) ));
end

for i = 1:length(stredy_filambda)
    stredy_SJTSK(i,:) = round(bessel2sjtsk(stredy_filambda(i,1), stredy_filambda(i,2) ));
end

% SH SD
stredy_SJTSK = [ stredy_SJTSK(1,:); 0,0; stredy_SJTSK(2,:); 0,0;];

%-----
% 3)   Vypocet teoreticke polohy krizku site S-JTSK v SM75
%-----
format rational
%Uprava rohu
rohy_SJTSK2 = [rohy_SJTSK; rohy_SJTSK(1,:)];

%a) Body na mapovem ramu
n = 0; %celkovy pocet bodu site
for i = 1:4

    dY(1,i) = rohy_SJTSK2(i,1) - rohy_SJTSK2(i+1,1);
    dX(1,i) = rohy_SJTSK2(i,2) - rohy_SJTSK2(i+1,2);

    m = 0; %pocet bodu site na ramu mezi 2 rohy

    %Vypocet parametru Newtonova interpolacniho polynomu
    if i == 1 || i == 3
        %Vypocet polynomu
        NIP_X(:,i) = [rohy_SJTSK2(i,2); stredy_SJTSK(i,2); rohy_SJTSK2(i+1,2)];
    end
end
```



```

NIP_A(1,:) = [1, 0, 0];
NIP_A(2,:) = [1, stredy_SJTSK(i,1)-rohy_SJTSK2(i,1), 0];
NIP_A(3,:) = [1, rohy_SJTSK2(i+1,1)-rohy_SJTSK2(i,1), (rohy_SJTSK2(i+1,1)-
rohy_SJTSK2(i,1))*(rohy_SJTSK2(i+1,1)-stredy_SJTSK(i,1))];
%Koeficienty
NIP_h(:,i) = ((NIP_A)^(-1))*NIP_X(:,i);
%Parametry kvadraticke rovnice
NIP_a(1,i) = NIP_h(3,i);
NIP_b(1,i) = NIP_h(2,i) - NIP_h(3,i)*(stredy_SJTSK(i,1)+rohy_SJTSK2(i,1));
NIP_c(1,i) = NIP_h(1,i) + NIP_h(3,i)*stredy_SJTSK(i,1)*rohy_SJTSK2(i,1) -
NIP_h(2,i)*rohy_SJTSK2(i,1);
end

%Interpolace ve smeru osy X (1. zpusob)
for k = rohy_SJTSK2(i,2):(-1*sign(dX(i))):rohy_SJTSK2(i+1,2)

    if rem(k,4000) == 0
        n = n + 1;
        m = m + 1;
        sit_SJTSK(n,3) = k;
        %X bodu

        %Interpolace v primce (pro levy a pravy ram)
        if i == 2 || i == 4
            dx = rohy_SJTSK2(i,2) - sit_SJTSK(n,3);
            sit_SJTSK(n,2) = rohy_SJTSK2(i,1) - dx * dY(i)/dX(i);
            %Y bodu

            %Interpolace Newtonovym IP 2. radu pro horni a dolni ram
        else
            sit_SJTSK(n,2) = (-NIP_b(1,i) - sqrt(NIP_b(1,i)^2 -
4*NIP_a(1,i)*(NIP_c(1,i)-k)))/(2*NIP_a(1,i)); %Y bodu
        end
    end
end

%Interpolace ve smeru osy Y (1. zpusob)
for j = rohy_SJTSK2(i,1):(-1*sign(dY(i))):rohy_SJTSK2(i+1,1)

    if rem(j,4000) == 0
        n = n + 1;
        m = m + 1;
        sit_SJTSK(n,2) = j;
        %Y bodu

        %Interpolace v primce (pro levy a pravy ram)
        if i == 2 || i == 4
            dy = rohy_SJTSK2(i,1) - sit_SJTSK(n,2);
            sit_SJTSK(n,3) = rohy_SJTSK2(i,2) - dy * dX(i)/dY(i);
            %X bodu

            %Interpolace Newtonovym IP 2. radu pro horni a dolni ram
        else
            %X bodu
            sit_SJTSK(n,3) = NIP_h(1,i) + NIP_h(2,i)*(j-rohy_SJTSK2(i,1)) +
NIP_h(3,i)*(j-rohy_SJTSK2(i,1))*(j-stredy_SJTSK(i,1));
        end
    end
end

%Ocislovani bodu a jejich serazeni (ve smeru sourad. os)
if rem(i,2) == 0
    sit_SJTSK((n-m+1):n,:) = sortrows(sit_SJTSK((n-m+1):n,:),3); %razeni podle X
    sit_SJTSK((n-m+1):n,1) = ((i*100+1):(i*100 + m))'; %cislo bodu
else
    sit_SJTSK((n-m+1):n,:) = sortrows(sit_SJTSK((n-m+1):n,:),2); %razeni podle Y
    sit_SJTSK((n-m+1):n,1) = ((i*100+1):(i*100 + m))'; %cislo bodu
end
end

%b) Body uvnitr mapoveho ramu - interpolace ve smeru osy Y
%Vyber okrouhlych hodnot Y
%Konstrukce vhodne vynechava body primek || Y, které prochazi rohy ML
h = 1;
poc_uPH = 0;
poc_uLD = 0;

```

```

for i = 1:n
    if rem(sit_SJTSK(i,3),4000)== 0
        % Vynechani vseh bodu blizkych LH (1 m)
        if (abs(sit_SJTSK(i,2) - rohy_SJTSK(1,1)) < 1) && (abs(sit_SJTSK(i,3) -
            rohy_SJTSK(1,2)) < 1)
            % Vynechani vseh bodu blizkych PD (1 m)
            elseif (abs(sit_SJTSK(i,2) - rohy_SJTSK(3,1)) < 1) && (abs(sit_SJTSK(i,3) -
                rohy_SJTSK(3,2)) < 1)
            % Ponechani 1 bodu blizkeho PH (1 m) - je potreba pro primku
            elseif (abs(sit_SJTSK(i,2) - rohy_SJTSK(2,1)) < 1) && (abs(sit_SJTSK(i,3) -
                rohy_SJTSK(2,2)) < 1)
                if poc_uPH == 0
                    Y_primky(h,:) = sit_SJTSK(i,:);
                    h = h + 1;
                    poc_uPH = poc_uPH + 1;
                end
            % Ponechani 1 bodu blizkeho LD (1 m) - je potreba pro primku
            elseif (abs(sit_SJTSK(i,2) - rohy_SJTSK(4,1)) < 1) && (abs(sit_SJTSK(i,3) -
                rohy_SJTSK(4,2)) < 1)
                if poc_uLD == 0
                    Y_primky(h,:) = sit_SJTSK(i,:);
                    h = h + 1;
                    poc_uLD = poc_uLD + 1;
                end
            else
                Y_primky(h,:) = sit_SJTSK(i,:);
                h = h + 1;
            end
        end
    end

    %Srovnani
    Y_primky = sortrows(Y_primky,3);

    %Interpolace (2. zbusob, mene narocny na vypocty)
    s = 0;
    for i = 1:length(Y_primky)/2

        %Vyhledani nejblizsi nizsi hodnoty Y
        bod = rem(Y_primky(2*i-1,2),4000);
        bod = Y_primky(2*i-1,2) - bod;

        %Vypocet bodu v jedne primce
        while(bod < (Y_primky(2*i,2)-4000))
            s = s + 1;
            n = n + 1;
            sit_SJTSK(n,1) = 500 + s;
            bod = bod + 4000;
            sit_SJTSK(n,2) = bod;
            sit_SJTSK(n,3) = Y_primky(2*i-1,3);
        end

        %celkovy pocet bodu uvnitr ramu
        %celkovy pocet bodu
        %cislo bodu
        %Y bodu
        %X bodu

    end

    %-----
    % 4) Vypocet rozmeru ML
    %-----
    format long g
    %Delky stran z S-JTSK
    for i = 1:2
        d_m(i,1) = sqrt( (rohy_SJTSK(2*i-1,1) - rohy_SJTSK(2*i,1))^2 + (rohy_SJTSK(2*i-1,2) -
            rohy_SJTSK(2*i,2))^2 );

        SD(1,i) = ( rohy_SJTSK(4,i) + rohy_SJTSK(3,i) )/2;
        SH(1,i) = ( rohy_SJTSK(1,i) + rohy_SJTSK(2,i) )/2;
    end

    d_m(3,1) = sqrt( ( SH(1) - SD(1) )^2 + ( SD(2) - SH(2) )^2 );

    %Oprava ze zobrazeni
    body_m = [ rohy_SJTSK; SH; SD];

    for i = 1:3
        bodS(i,1) = ( body_m(2*i-1,1) + body_m(2*i,1) )/2;
        bodS(i,2) = ( body_m(2*i-1,2) + body_m(2*i,2) )/2;
    end
end

```

```

R(i,1) = sqrt( body_m(2*i-1,1)^2 + body_m(2*i-1,2)^2 );
R(i,2) = sqrt( bodS(i,1)^2 + bodS(i,2)^2 );
R(i,3) = sqrt( body_m(2*i,1)^2 + body_m(2*i,2)^2 );

for j = 1:3
    dR(i,j) = R(i,j) - 1298039;
    m(i,j) = 0.9999 + 1.22822*(10^-14)*dR(i,j)^2 - 3.154*(10^-21)*dR(i,j)^3 +
1.848*(10^-27)*dR(i,j)^4 - 1.15*(10^-33)*dR(i,j)^5;
end

d_mo(i,1) = (d_m(i,1)*6) / ( m(i,1) + 4*m(i,2) + m(i,3) ); %opacna redukce
d_ram(i,1) = d_mo(i,1)/75; %! rozmery v mm !
end

%Rohy v systemu mapa [y, x] (poradi rohu LH PH PD LD)
rohy_mapa(1,:) = [(d_ram(2)-d_ram(1))/2, d_ram(3)];
rohy_mapa(2,:) = [(d_ram(2)-(d_ram(2)-d_ram(1))/2), d_ram(3)];
rohy_mapa(3,:) = [d_ram(2), 0];
rohy_mapa(4,:) = [0, 0];

%-----
% 5) Vypocty s merením
%-----

%Pocet opakovani mereni rohu a vlastni site
opakovani_rohy = mereni(1,1);
opakovani_sit = mereni(1,2);

% a) Vypocty pro rohy ML (poradi LH PH PD LD) - pro jedno mereni defakto nic nepocita,
chyby = 0

for i = 1:4
    rohy_mereni(i,1) = mean(mereni( (2+(i-1)*opakovani_rohy):(1+i*opakovani_rohy) ,2));
    %souradnice y
    rohy_mereni(i,2) = mean(mereni( (2+(i-1)*opakovani_rohy):(1+i*opakovani_rohy) ,3));
    %souradnice x

    %Stredni chyba (smerodatna odchylka) jednoho mereni
    rohy_mereni_std(i,1) = std(mereni( (2+(i-1)*opakovani_rohy):(1+i*opakovani_rohy) ,2));
    %my
    rohy_mereni_std(i,2) = std(mereni( (2+(i-1)*opakovani_rohy):(1+i*opakovani_rohy) ,3));
    %mx
end

%Stredni chyba (smerodatna odchylka) aritmetického prumeru
rohy_mereni_std_mean = rohy_mereni_std ./ sqrt(opakovani_rohy);

%Stredni souradnicova chyba
rohy_mereni_std_mxy = sqrt( (rohy_mereni_std_mean(:,1).^2 +
rohy_mereni_std_mean(:,2).^2)./2);

%Stredni polohova chyba
rohy_mereni_std_mp = rohy_mereni_std_mxy.*sqrt(2);

% b) Vypocty pro body site - pro jedno mereni defakto nic nepocita, chyby = 0

for i = 1:( length(mereni(:,1)) - (opakovani_rohy*4 + 1))/opakovani_sit

    e = opakovani_rohy*4 + 2 + (i-1)*opakovani_sit;
    f = opakovani_rohy*4 + 1 + i*opakovani_sit;

    sit_mereni(i,1) = mereni(e,1); %cislo bodu
    sit_mereni(i,2) = mean(mereni(e:f,2)); %souradnice y
    sit_mereni(i,3) = mean(mereni(e:f,3)); %souradnice x

    %Stredni chyba (smerodatna odchylka) jednoho mereni
    sit_mereni_std(i,1) = mereni(e,1); %cislo bodu
    sit_mereni_std(i,2) = std(mereni(e:f,2)); %my
    sit_mereni_std(i,3) = std(mereni(e:f,3)); %mx
end

%Stredni chyba (smerodatna odchylka) aritmetického prumeru
sit_mereni_std_mean(:,1) = sit_mereni(:,1);
sit_mereni_std_mean(:,2:3) = sit_mereni_std(:,2:3) ./ sqrt(opakovani_sit);

```

```

%Stredni souradnicova chyba
sit_mereni_std_mxy(:,1) = sit_mereni(:,1);
sit_mereni_std_mxy(:,2) = sqrt( (sit_mereni_std_mean(:,2).^2 +
sit_mereni_std_mean(:,3).^2)./2);

%Stredni polohova chyba
sit_mereni_std_mp(:,1) = sit_mereni(:,1);
sit_mereni_std_mp(:,2) = sit_mereni_std_mxy(:,2).*sqrt(2);

%Stredni chyba z celeho mereni (pro jedno mereni)
sit_mereni_std_My = sqrt(sum( (sit_mereni_std(:,2).^2).*(opakovani_sit-1) ) /
(opakovani_sit*length(sit_mereni_std)));
sit_mereni_std_Mx = sqrt(sum( (sit_mereni_std(:,3).^2).*(opakovani_sit-1) ) /
(opakovani_sit*length(sit_mereni_std)));

%Stredni chyba z celeho mereni (pro arit. prumer z poctu opakovani mereni)
sit_mereni_std_My_mean = sit_mereni_std_My / sqrt(opakovani_sit);
sit_mereni_std_Mx_mean = sit_mereni_std_Mx / sqrt(opakovani_sit);

%Stredni souradnicova chyba pro cele mereni
sit_mereni_std_Mxy = sqrt( (sit_mereni_std_My_mean^2 + sit_mereni_std_Mx_mean^2)/2 );

%Stredni polohova chyba pro cele mereni
sit_mereni_std_Mp = sqrt( sit_mereni_std_My_mean^2 + sit_mereni_std_Mx_mean^2 );

%Maximalni stredni souradnicova a polohova chyba
[a b] = max(sit_mereni_std_mxy(:,2));
sit_mereni_std_m_max(1,1) = sit_mereni_std_mxy(b,1);
sit_mereni_std_m_max(1,2) = a;
sit_mereni_std_m_max(1,3) = sit_mereni_std_mp(b,2);

%Minimalni stredni souradnicova a polohova chyba
[a b] = min(sit_mereni_std_mxy(:,2));
sit_mereni_std_m_min(1,1) = sit_mereni_std_mxy(b,1);
sit_mereni_std_m_min(1,2) = a;
sit_mereni_std_m_min(1,3) = sit_mereni_std_mp(b,2);

%-----
% 6) Transformace teoretickych hodnot S-JTSK do systemu mapa
%-----
%!!! Pocitano obyc. podobnostni transformaci, Helmertova nema smysl,
%(presnost neovlivni, kdyz budu transformovat jen ze 2 identickych bodu)!!!

%Sestaveni matic podobnostni transformace, vypocet klíce a transformace
%IB = LH a PD; smt jako S-JTSK -> mapa teoreticka
%vektor X [x1 y1 x2 y2]'
vecsmt_X = [rohy_mapa(1,2); rohy_mapa(1,1); rohy_mapa(3,2); rohy_mapa(3,1) ];

%Matice A [X1 -Y1 1 0; Y1 X1 0 1; X2 -Y2 1 0; Y2 X2 0 1 ]
matsmt_A(1,:) = [rohy_SJTSK(1,2) -rohy_SJTSK(1,1) 1 0];
matsmt_A(2,:) = [rohy_SJTSK(1,1) rohy_SJTSK(1,2) 0 1];
matsmt_A(3,:) = [rohy_SJTSK(3,2) -rohy_SJTSK(3,1) 1 0];
matsmt_A(4,:) = [rohy_SJTSK(3,1) rohy_SJTSK(3,2) 0 1];

%Vypocet transformacniho klíce h = [ a b tx ty]'
vecsmt_h = (matsmt_A)^(-1) * vecsmt_X;

%Vypocet uhlu stoceni [gon] a meritka
omegasmt = atan2(vecsmt_h(2),vecsmt_h(1))*200/pi;
meritkosmt = sqrt( vecsmt_h(1)^2 + vecsmt_h(2)^2 );

%Sestaveni matice podrobných bodu
j = 1;
for i = 1:length(sit_SJTSK)

    matsmt_Ap(j,:) = [sit_SJTSK(i,3) -sit_SJTSK(i,2) 1 0];
    matsmt_Ap(j+1,:) = [sit_SJTSK(i,2) sit_SJTSK(i,3) 0 1];
    j = j + 2;

end

%Vypocet podrobných bodu
pb = matsmt_Ap * vecsmt_h;

%Uprava vysledku do smysluplnejsiho formatu
for k = 1:length(pb)/2
    sit_mapa_teoreticka(k,1) = sit_SJTSK(k,1); %cislo bodu

```

```

        sit_mapa_teoreticka(k,2) = pb(2*k);           %y bodu
        sit_mapa_teoreticka(k,3) = pb(2*(k-1)+1);    %x bodu
    end

%-----
% 7) Transformace teoretických hodnot ramu ze systému mapa do systému měření
%-----
rohy_mapa2 = [rohy_mapa; rohy_mapa(1,:)];
rohy_mereni2 = [rohy_mereni; rohy_mereni(1,:)];

%Sestavení matic podobnostní transformace, výpočet klíče a transformace
j = 1;
for i = 1:4
    %Sestavení matic podobnostní transformace
    % vektor X [x'1 x'1 x'2 x'2]' (mtm jako mapa teoretická -> měření)
    vekmtm_X(:,i) = [rohy_mereni2(i,2); rohy_mereni2(i,1); rohy_mereni2(i+1,2);
        rohy_mereni2(i+1,1)];

    %Matice A [x1 -y1 1 0; y1 x1 0 1; x2 -y2 1 0; y2 x2 0 1]
    matmtm_A( 1,((i-1)*4+1):(i*4) ) = [ rohy_mapa2(i,2) -rohy_mapa2(i,1) 1 0];
    matmtm_A( 2,((i-1)*4+1):(i*4) ) = [ rohy_mapa2(i,1) rohy_mapa2(i,2) 0 1];
    matmtm_A( 3,((i-1)*4+1):(i*4) ) = [ rohy_mapa2(i+1,2) -rohy_mapa2(i+1,1) 1 0];
    matmtm_A( 4,((i-1)*4+1):(i*4) ) = [ rohy_mapa2(i+1,1) rohy_mapa2(i+1,2) 0 1];

    %Výpočet transformačního klíče h = [ a b tx ty]'
    vecmtm_h(:,i) = ( (matmtm_A(:,((i-1)*4+1):(i*4)))^(-1) ) * vekmtm_X(:,i);

    %Výpočet úhlu stocení [gon] a meritka
    omegamtmtm(i,1) = atan2(vecmtm_h(2,i),vecmtm_h(1,i))*200/pi;
    meritkmtmtm(i,1) = sqrt( vecmtm_h(1,i)^2 + vecmtm_h(2,i)^2 );

    %Sestavení matice bodu na ramu
    n = 1;
    while (sit_mapa_teoreticka(j,1) > (i*100)) && (sit_mapa_teoreticka(j,1) < ((i+1)*100))

        matmtm_Ap(n,:) = [ sit_mapa_teoreticka(j,3) -sit_mapa_teoreticka(j,2) 1 0];
        %liche radky
        matmtm_Ap(n+1,:) = [ sit_mapa_teoreticka(j,2) sit_mapa_teoreticka(j,3) 0 1]; %sude
        radky

        n = n + 2;
        j = j + 1;
    end

    %Výpočet podrobných bodů
    pb = matmtm_Ap * vecmtm_h(:,i);

    %Uprava výsledku do smysluplnějšího formátu
    for k = 1:length(pb)/2
        pb2(k,1) = i*100 + k;           %číslo bodu
        pb2(k,2) = pb(2*k);             %y bodu
        pb2(k,3) = pb(2*(k-1)+1);       %x bodu
    end

    sit_mereni_teoreticke( (j-k):(j-1),:) = pb2;
    clear pb2;
    clear matmtm_Ap
end

%-----
% 8) Oprava o vliv srážky
%-----

% a) Ramy ML
%Sestavení matic podobnostní transformace, výpočet klíče a transformace
j = 1;
for i = 1:4
    %Sestavení matic podobnostní transformace
    % vektor X [x1 y1 x2 y2]' (r jako ram)
    vekr_X(:,i) = [rohy_mapa2(i,2); rohy_mapa2(i,1); rohy_mapa2(i+1,2); rohy_mapa2(i+1,1)];

    %Matice A [x'1 -y'1 1 0; y'1 x'1 0 1; x'2 -y'2 1 0; y'2 x'2 0 1]
    matr_A( 1,((i-1)*4+1):(i*4) ) = [ rohy_mereni2(i,2) -rohy_mereni2(i,1) 1 0];
    matr_A( 2,((i-1)*4+1):(i*4) ) = [ rohy_mereni2(i,1) rohy_mereni2(i,2) 0 1];
    matr_A( 3,((i-1)*4+1):(i*4) ) = [ rohy_mereni2(i+1,2) -rohy_mereni2(i+1,1) 1 0];
    matr_A( 4,((i-1)*4+1):(i*4) ) = [ rohy_mereni2(i+1,1) rohy_mereni2(i+1,2) 0 1];

```

```

%Vypocet transformacniho klice h = [ a b tx ty]'
vecr_h(:,i) = ( (matr_A(:,((i-1)*4+1):(i*4)))^(-1) ) * vekr_X(:,i);

%Vypocet uhlu stoceni [gon] a meritka
omegar(i,1) = atan2(vecr_h(2,i),vecr_h(1,i))*200/pi;
meritkor(i,1) = sqrt( vecr_h(1,i)^2 + vecr_h(2,i)^2 );

%Sestaveni matice bodu na ramu
n = 1;
while (sit_mereni(j,1) > (i*100)) && (sit_mereni(j,1) < ((i+1)*100))

    matr_Ap(n,:) = [ sit_mereni(j,3) -sit_mereni(j,2) 1 0]; %liche radky
    matr_Ap(n+1,:) = [ sit_mereni(j,2) sit_mereni(j,3) 0 1]; %sude radky

    n = n + 2;
    j = j + 1;
end

%Vypocet podrobných bodu
pb = matr_Ap * vecr_h(:,i);

%Uprava vysledku do smysluplnejsiho formatu
for k = 1:length(pb)/2
    pb2(k,1) = i*100 + k;          %cislo bodu
    pb2(k,2) = pb(2*k);            %y bodu
    pb2(k,3) = pb(2*(k-1)+1);     %x bodu
end

sit_mapa_merena( (j-k):(j-1),:) = pb2;
clear pb2;
clear matr_Ap
end

% b) Vnitrek ML - metoda postupných transformací v primkách

%Vyber VB pro transformace (ve smeru osy Y)
for o = 1:length(sit_mereni_teoreticke)
    for p = 1:length(Y_primky)

        % V Y_primky mam cisla potrebných vlicovacích bodu
        if Y_primky(p,1) == sit_mereni_teoreticke(o,1)
            VB_mapa(p,:) = sit_mapa_teoreticka(o,:);
            VB_mereni(p,:) = sit_mereni_teoreticke(o,:);
        end
    end
end

%Vyber podrobných bodu
r = 1;
cpocet = 0;
for u = 1:length(VB_mapa)/2
    %Pocet bodu v kazde primce
    pocet(u,1) = 0;
    numero = 0;
    for w = j:length(sit_SJTSK)
        if sit_SJTSK(w,3) == Y_primky(2*u-1,3)
            pocet(u,1) = pocet(u,1) + 1;
        end
    end

    if pocet(u,1) ~= 0
        %Sestaveni matic podobnostni transformace, vypocet klice a transformace
        %Sestaveni matic podobnostni transformace
        % vektor X [X1 Y1 X2 Y2]' (s jako sit)
        veks_X(:,u) = [VB_mapa(r,3); VB_mapa(r,2); VB_mapa(r+1,3); VB_mapa(r+1,2)];

        %Matice A [x1 -y1 1 0; y1 x1 0 1; x2 -y2 1 0; y2 x2 0 1 ]
        mats_A( 1,((u-1)*4+1):(u*4) ) = [ VB_mereni(r,3) -VB_mereni(r,2) 1 0];
        mats_A( 2,((u-1)*4+1):(u*4) ) = [ VB_mereni(r,2) VB_mereni(r,3) 0 1];
        mats_A( 3,((u-1)*4+1):(u*4) ) = [ VB_mereni(r+1,3) -VB_mereni(r+1,2) 1 0];
        mats_A( 4,((u-1)*4+1):(u*4) ) = [ VB_mereni(r+1,2) VB_mereni(r+1,3) 0 1];
        r = r + 2;

        %Vypocet transformacniho klice h = [ a b tx ty]'
        vecs_h(:,u) = ( (mats_A(:,((u-1)*4+1):(u*4)))^(-1) ) * veks_X(:,u);
    end
end

```

```

%Vypocet uhlu stoceni [gon] a meritka
omegas(u,1) = atan2(vecs_h(2,u),vecs_h(1,u))*200/pi;
meritkos(u,1) = sqrt( vecs_h(1,u)^2 + vecs_h(2,u)^2 );

%Sestaveni matice podrobných bodu
for t = 1:pocet(u,1)
    mats_Ap(2*t-1,:) = [ sit_mereni(j,3)    -sit_mereni(j,2)    1 0];
    mats_Ap(2*t,:)   = [ sit_mereni(j,2)     sit_mereni(j,3)    0 1];
    j = j + 1;
end

%Vypocet podrobných bodu
pb = mats_Ap * vecs_h(:,u);

%Uprava vysledku do smysluplnejsiho formatu
for k = 1:length(pb)/2
    pb2(k,1) = 500 + k + cpocet;      %cislo bodu
    pb2(k,2) = pb(2*k);               %y bodu
    pb2(k,3) = pb(2*(k-1)+1);        %x bodu
end
pocet(u,3) = cpocet + pocet(u,1);
pocet(u,2) = pocet(u,3) - pocet(u,1) + 1;
cpocet = cpocet + pocet(u,1);

sit_mapa_merena( (j-k):(j-1),:) = pb2;
clear pb2;
clear mats_Ap
else
    r = r + 2; %preskoceni udaju pro primku, na ktere neni bod site
end
end

%-----
% 9) Transformace merených hodnot ze systemu mapa do S-JTSK
%-----
%!!! Pocitano obyc. podobnostni transformaci, Helmertova nema smysl,
%(presnost neovlivni, kdyz budu transformovat je ze 2 identickych bodu)!!!

%Sestaveni matic podobnostni transformace, vypocet klíce a transformace
%IB = LH a PD; mts jako mapa teoreticka -> S-JTSK
%vektor X [X1 Y1 X2 Y2]'
vecmts_X = [rohy_SJTSK(1,2); rohy_SJTSK(1,1); rohy_SJTSK(3,2); rohy_SJTSK(3,1) ];

%Matic A [x1 -y1 1 0; y1 x1 0 1;x2 -y2 1 0; x2 y2 0 1 ]
matmts_A(1,:) = [rohy_mapa(1,2) -rohy_mapa(1,1) 1 0];
matmts_A(2,:) = [rohy_mapa(1,1) rohy_mapa(1,2) 0 1];
matmts_A(3,:) = [rohy_mapa(3,2) -rohy_mapa(3,1) 1 0];
matmts_A(4,:) = [rohy_mapa(3,1) rohy_mapa(3,2) 0 1];

%Vypocet transformacniho klíce h = [ a b tx ty]'
vecmts_h = (matmts_A)^(-1) * vecmts_X;

%Vypocet uhlu stoceni [gon] a meritka
omegamts = atan2(vecmts_h(2),vecmts_h(1))*200/pi;
meritkomts = sqrt( vecmts_h(1)^2 + vecmts_h(2)^2 );

%Sestaveni matice podrobných bodu
j = 1;
for i = 1:length(sit_mapa_merena)
    matmts_Ap(j,:) = [sit_mapa_merena(i,3) -sit_mapa_merena(i,2) 1 0];
    matmts_Ap(j+1,:) = [sit_mapa_merena(i,2) sit_mapa_merena(i,3) 0 1];
    j = j + 2;
end

%Vypocet podrobných bodu
pb = matmts_Ap * vecmts_h;

%Uprava vysledku do smysluplnejsiho formatu
for k = 1:length(pb)/2
    sit_SJTSK_merena(k,1) = sit_SJTSK(k,1);      %cislo bodu
    sit_SJTSK_merena(k,2) = pb(2*k);              %y bodu
    sit_SJTSK_merena(k,3) = pb(2*(k-1)+1);        %x bodu
end

%-----

```

```

% 10) Zpracovani vysledku - ciselne
%-----
% Cast pridana 24.10.2008 - uprava bodu s merenim [0 0], aby se nevypisovaly
% nesmysly do hlavniho protokolu a obrazku
for i = 1:length(sit_mereni)
    if (sit_mereni(i,2) == 0) && (sit_mereni(i,3) == 0)
        sit_mapa_merena(i,2:3) = [0 0];
        sit_SJTSK_merena(i,2:3) = [0 0];
    end
end
%Dalsi zmeny pro rozdily a chybove vektory u jejich zakresu a vypisu
%---

% a) V systemu mapy
rozdil_mapa(:,1) = sit_mapa_teoreticka(:,1);
%Pricitam 1000 aby to nedelalo bordel pro zaporne hodnoty
rozdil_mapa(:,2:3) = (sit_mapa_teoreticka(:,2:3)+1000) - (sit_mapa_merena(:,2:3)+1000);

%Chybovy vektor - velikost
Ch_vec_mapa(:,1) = sit_mapa_teoreticka(:,1);
Ch_vec_mapa(:,2) = sqrt(rozdil_mapa(:,2).^2 + rozdil_mapa(:,3).^2);

%Vysledky pro system mapa
vysledky_mapa(:,1:3) = sit_mapa_teoreticka(:,1:3);
vysledky_mapa(:,4:5) = sit_mapa_merena(:,2:3);
vysledky_mapa(:,6:7) = rozdil_mapa(:,2:3);
vysledky_mapa(:,8) = Ch_vec_mapa(:,2);

% b) V S-JTSK
rozdil_SJTSK(:,1) = sit_SJTSK(:,1);
rozdil_SJTSK(:,2:3) = sit_SJTSK(:,2:3) - sit_SJTSK_merena(:,2:3);

%Chybovy vektor - velikost
Ch_vec_SJTSK(:,1) = sit_SJTSK(:,1);
Ch_vec_SJTSK(:,2) = sqrt(rozdil_SJTSK(:,2).^2 + rozdil_SJTSK(:,3).^2);

%Vysledky pro S-JTSK
vysledky_SJTSK(:,1:3) = sit_SJTSK(:,1:3);
vysledky_SJTSK(:,4:5) = sit_SJTSK_merena(:,2:3);
vysledky_SJTSK(:,6:7) = rozdil_SJTSK(:,2:3);
vysledky_SJTSK(:,8) = Ch_vec_SJTSK(:,2);

%c) Udaje o srazce (rozmerech mapoveho ramu)
for i = 1:4 %Poradi LH-PH, PH-PD, PD-LD, LD-LH
    rozmary_teo_a_mer(i,1) = sqrt( (rohy_mapa2(i,1)-rohy_mapa2(i+1,1))^2 +
    (rohy_mapa2(i,2)-rohy_mapa2(i+1,2))^2 );
    rozmary_teo_a_mer(i,2) = sqrt( (rohy_mereni2(i,1)-rohy_mereni2(i+1,1))^2 +
    (rohy_mereni2(i,2)-rohy_mereni2(i+1,2))^2 );
end
rozmary_teo_a_mer(:,3) = rozmary_teo_a_mer(:,1) - rozmary_teo_a_mer(:,2);

% d) Empiricka stredni kvadraticka chyba, stredni chyba rozdilu - doplneno
% 25.11.2008
%vyber jen merenych bodu
k = 1;
for i = 1:length(sit_mereni)
    if any(sit_mereni(i,2:3))
        rozdily_SJTSK(k,:) = rozdil_SJTSK(i,:);
        k = k + 1;
    end
end
d_e(:,1) = rozdily_SJTSK(:,1);
d_e(:,2:3) = rozdily_SJTSK(:,2:3).^2;

n_e = length(d_e(:,2));

mY_e = sqrt(sum(d_e(:,2)) / n_e);
mX_e = sqrt(sum(d_e(:,3)) / n_e);
mXY_e = sqrt((mY_e^2 + mX_e^2)/2);

```



```

%-----
% 11) Zpracovani vysledku - graficky
%-----

% a) Obrazek s vektory
% Zjisteni chybovych vektoru vetsich nez mezni velikost [mm]
% Osetreno, aby se nevykreslovaly vektory pro mereni [0 0]

j = 1; k = 1;
% Inicializace Ch_vecm_ano a Ch_vecm_ne + hloupe osetreni vykresleni legendy
% pro vektory, které se nevyskytnou
Ch_vecm_ano = [0 0 0.00001 0];
Ch_vecm_ne = [0 0 0.00001 0];

for i = 1:length(sit_mapa_merena)
    if (sit_mapa_merena(i,2) ~= 0) && (sit_mapa_merena(i,3) ~= 0)
        if Ch_vec_mapa(i,2) > mezni_velikost
            Ch_vecm_ano(j,:) = [ sit_mapa_merena(i,2), sit_mapa_merena(i,3),
rozdil_mapa(i,2), rozdil_mapa(i,3) ];
            j = j + 1;
        else
            Ch_vecm_ne(k,:) = [ sit_mapa_merena(i,2), sit_mapa_merena(i,3),
rozdil_mapa(i,2), rozdil_mapa(i,3) ];
            k = k + 1;
        end
    end
end

% Rozměry obrazovky
scrsz = get(0, 'ScreenSize');

figure('Name', 'Chybove vektory v systému mapy', 'NumberTitle', 'off', 'Position', [scrsz(3)/4
scrsz(4)/4 scrsz(3)/2 scrsz(4)/2], ...
'FileName', ['Chybove vektory - ' vstup(1:(length(vstup)-4)) '.png']);
xlim([rohy_mapa(4,1)-25, rohy_mapa(3,1)+25]);
ylim([rohy_mapa(4,2)-25, rohy_mapa(1,2)+25]);
axis equal
hold on

% Vykresleni mereneho ramu
plot(rohy_mapa2(:,1), rohy_mapa2(:,2), 'm:');

% Vykresleni vektoru
% Meritko vektoru je skutecne*20
quiver(Ch_vecm_ano(:,1), Ch_vecm_ano(:,2), Ch_vecm_ano(:,3)*20, Ch_vecm_ano(:,4)*20, 0,
'r' );
quiver(Ch_vecm_ne(:,1), Ch_vecm_ne(:,2), Ch_vecm_ne(:,3)*20, Ch_vecm_ne(:,4)*20, 0, 'g'
);

legend('Mapovy ram', ['Chybovy vektor > ' num2str(mezni_velikost) ' mm'], ...
['Chybovy vektor < ' num2str(mezni_velikost) ' mm'], 'Location', 'NorthEastOutside')
title('Chybove vektory v systému mapy', 'FontSize', 15)
xlabel([vstup ' (dvacetkrát zvetseno)'], 'FontSize', 12)
text( rohy_mapa(1,1)-10, rohy_mapa(1,2)+10, 'LH', 'FontSize', 10, 'Color', 'm')
text( rohy_mapa(2,1), rohy_mapa(2,2)+10, 'PH', 'FontSize', 10, 'Color', 'm')
text( rohy_mapa(3,1), rohy_mapa(3,2)-10, 'PD', 'FontSize', 10, 'Color', 'm')
text( rohy_mapa(4,1)-10, rohy_mapa(4,2)-10, 'LD', 'FontSize', 10, 'Color', 'm')
hold off

% b) Obrazek s popisem bodu
% Osetreno, aby se nevykreslovaly body s merenim [0 0]
figure('Name', 'Cislovani bodu', 'NumberTitle', 'off', 'Position', [scrsz(3)/4+30 scrsz(4)/4-30
scrsz(3)/2 scrsz(4)/2], ...
'FileName', ['Cislovani bodu - ' vstup(1:(length(vstup)-4)) '.png']);
xlim([rohy_mapa(4,1)-25, rohy_mapa(3,1)+25]);
ylim([rohy_mapa(4,2)-25, rohy_mapa(1,2)+25]);
axis equal
hold on
% Vykresleni mereneho ramu a site
plot(rohy_mapa2(:,1), rohy_mapa2(:,2), 'm:');
for i = 1:length(sit_mapa_merena)
    if (sit_mapa_merena(i,2) ~= 0) && (sit_mapa_merena(i,3) ~= 0)
        plot(sit_mapa_merena(i,2), sit_mapa_merena(i,3), 'xb')
    end
end

legend('Mapovy ram', 'Body site', 'Location', 'NorthEastOutside')

```

```

title('Cislovani bodu','FontSize', 15)
xlabel(vstup, 'FontSize', 12)

%Ocislovani rohu
text( rohy_mapa(1,1)-10, rohy_mapa(1,2)+10,'LH','FontSize', 10, 'Color', 'm')
text( rohy_mapa(2,1), rohy_mapa(2,2)+10,'PH','FontSize', 10, 'Color', 'm')
text( rohy_mapa(3,1), rohy_mapa(3,2)-10,'PD','FontSize', 10, 'Color', 'm')
text( rohy_mapa(4,1)-10, rohy_mapa(4,2)-10,'LD','FontSize', 10, 'Color', 'm')

%Ocislovani bodu site
for i = 1:length(sit_mapa_merena)
    if (sit_mapa_merena(i,2) ~= 0) && (sit_mapa_merena(i,3) ~= 0)
        text( sit_mapa_merena(i,2)+3, sit_mapa_merena(i,3)+3,
num2str(sit_mapa_merena(i,1)),'FontSize', 8, 'Color', 'b')
    end
end

hold off

```

Vynechány části pro výpis protokolů do souborů.

```

%-----
% 14) Ulozeni do souboru - Data pro SM75pol
%-----

% a) Priprava promennych - vyber nenulovych mereni
% Poradi bodu site: CB Y(teo) X(teo) Y(mer) X(mer) y(mer) x(mer)
k = 1;
for i = 1:length(sit_mereni)
    if any(sit_mereni(i,2:3))
        vysledky_pro_pol(k,1:3) = sit_SJTSK(i,1:3);
        vysledky_pro_pol(k,4:5) = sit_SJTSK_merena(i,2:3);
        vysledky_pro_pol(k,6:7) = sit_mereni(i,2:3);
        k = k + 1;
    end
end

% Udaje o srazce v: rozmery_teo_a_mer
% b) Ulozeni
save([vstup(1:(length(vstup)-4)), '-SM75pol'],'rozmery_teo_a_mer', 'vysledky_pro_pol',
'rohy_SJTSK', 'rohy_SJTSK2');

```

SM75pol

```
#####
%                               DIPLOMOVA PRACE
#####
%                               Program vyhodnocující posun polohopisu vůči síti S-JTSK
%-----

% vycistění paměti
clear all
clc
%-----
% 1)   Volby modu a načtení dat
%-----
% Podrobně body = PB = kontrolní body = KB

načtení = menu('Zvol formu načtení dat.', 'Automaticky z kořene názvu.', ...
              'Ruční zadání všech vstupních souborů.');
```

% Vstupní soubory:

- % i) Soubor s měřeními "presnych" souřadnic kontrolních bodů. Pr.: 3752-Litomerice-Izgard.txt
- % ii) Soubor s měřeními kontrolních bodů z mapy = výstup z SM75připrav. Pr.: 3752-Litomerice-PBm.txt
- % iii) Výstup z SM75sit. Pr.: 3752-Litomerice-SM75pol.mat

```
% a) Mod 1 - automatické načtení při dodržení pravidel pro názvy vstupních souborů
if načtení == 1
    vstup = input('Zadejte jméno ML (Pr.: 3752-Litomerice)\n', 's');
    % i)
    PB_měření_presné = load([vstup '-Izgard.txt']);
    % ii)
    PB_měření_zmapy = load([vstup '-PBm.txt']);
    % iii)
    load([vstup '-SM75pol'], 'rozměry_teo_a_mer', 'výsledky_pro_pol', 'roh_y_SJTSK',
        'roh_y_SJTSK2');
end

% b) Mod 2 - ruční zadání jmen souborů
if načtení == 2
    % i)
    vstup = input('Zadejte jméno souboru s měřeními "presnych" souřadnic kontrolních
bodů(*.txt)\n', 's');
    PB_měření_presné = load(vstup);
    % ii)
    vstup2 = input('Zadejte jméno souboru s měřeními souřadnic kontrolních bodů z
mapy(*.txt)\n', 's');
    PB_měření_zmapy = load(vstup2);
    % iii)
    vstup3 = input('Zadejte jméno výstupu z SM75sit (*.mat)\n', 's');
    load(vstup3, 'rozměry_teo_a_mer', 'výsledky_pro_pol', 'roh_y_SJTSK', 'roh_y_SJTSK2');
end

%-----
% 2)   Zpracování naměřených hodnot
%-----
% a) "Presné" souřadnice v S-JTSK
opak_prPB = PB_měření_presné(1,1);

if opak_prPB > 1
    for i = 1:(length(PB_měření_presné)-1)/opak_prPB

        e = 2 + (i-1)*opak_prPB;
        f = 1 + i*opak_prPB;

        % V Izgradu je pořadí X Y
        PB_SJTSK(i,1) = PB_měření_presné(e,1);           % číslo bodu
        PB_SJTSK(i,2) = mean(PB_měření_presné(e:f,3)); % Y
        PB_SJTSK(i,3) = mean(PB_měření_presné(e:f,2)); % X

        % Střední chyba (smerodatná odchylka) jednoho měření
        PB_SJTSK_std(i,1) = PB_měření_presné(e,1);      % číslo bodu
        PB_SJTSK_std(i,2) = std(PB_měření_presné(e:f,3)); % mY
        PB_SJTSK_std(i,3) = std(PB_měření_presné(e:f,2)); % mX
    end
end
```

```

%Srovnání
PB_SJTSK = sortrows(PB_SJTSK,1);
PB_SJTSK_std = sortrows(PB_SJTSK_std,1);

%Střední chyba (smerodatna odchylka) aritmetického prumeru
PB_SJTSK_std_mean(:,1) = PB_SJTSK(:,1);
PB_SJTSK_std_mean(:,2:3) = PB_SJTSK_std(:,2:3) ./ sqrt(opak_prPB);

%Střední souradnicova chyba
PB_SJTSK_std_mxy(:,1) = PB_SJTSK(:,1);
PB_SJTSK_std_mxy(:,2) = sqrt( (PB_SJTSK_std_mean(:,2).^2 +
PB_SJTSK_std_mean(:,3).^2)./2);

%Střední polohova chyba
PB_SJTSK_std_mp(:,1) = PB_SJTSK(:,1);
PB_SJTSK_std_mp(:,2) = PB_SJTSK_std_mxy(:,2).*sqrt(2);

%Střední chyba z celeho mereni (pro jedno mereni)
PB_SJTSK_std_My = sqrt(sum( (PB_SJTSK_std(:,2).^2).*(opak_prPB-1) ) /
(opak_prPB*length(PB_SJTSK_std)));
PB_SJTSK_std_Mx = sqrt(sum( (PB_SJTSK_std(:,3).^2).*(opak_prPB-1) ) /
(opak_prPB*length(PB_SJTSK_std)));

%Střední chyba z celeho mereni (pro arit. prumer z poctu opakovani mereni)
PB_SJTSK_std_My_mean = PB_SJTSK_std_My / sqrt(opak_prPB-1);
PB_SJTSK_std_Mx_mean = PB_SJTSK_std_Mx / sqrt(opak_prPB-1);

%Střední souradnicova chyba pro cele mereni
PB_SJTSK_std_Mxy = sqrt( (PB_SJTSK_std_My_mean^2 + PB_SJTSK_std_Mx_mean^2)/2 );

%Střední polohova chyba pro cele mereni
PB_SJTSK_std_Mp = sqrt( PB_SJTSK_std_My_mean^2 + PB_SJTSK_std_Mx_mean^2 );

%Maximalni stredni souradnicova a polohova chyba
[a b] = max(PB_SJTSK_std_mxy(:,2));
PB_SJTSK_std_m_max(1,1) = PB_SJTSK_std_mxy(b,1);
PB_SJTSK_std_m_max(1,2) = a;
PB_SJTSK_std_m_max(1,3) = PB_SJTSK_std_mp(b,2);

%Minimalni stredni souradnicova a polohova chyba
[a b] = min(PB_SJTSK_std_mxy(:,2));
PB_SJTSK_std_m_min(1,1) = PB_SJTSK_std_mxy(b,1);
PB_SJTSK_std_m_min(1,2) = a;
PB_SJTSK_std_m_min(1,3) = PB_SJTSK_std_mp(b,2);

else
    % V Izgradu je poradí X Y
    PB_SJTSK(:,1) = PB_mereni_presne(2:end,1); % číslo bodu
    PB_SJTSK(:,2) = PB_mereni_presne(2:end,3); % Y
    PB_SJTSK(:,3) = PB_mereni_presne(2:end,2); % X
    PB_SJTSK = sortrows(PB_SJTSK,1);
end

% b) Merene kontrolni body z mapy/rastru
opak_mePB = PB_mereni_zmapy(1,1);

if opak_mePB > 1
    for i = 1:( length(PB_mereni_zmapy)-1)/opak_mePB

        e = 2 + (i-1)*opak_mePB;
        f = 1 + i*opak_mePB;

        PB_merene(i,1) = PB_mereni_zmapy(e,1); % číslo bodu
        PB_merene(i,2) = mean(PB_mereni_zmapy(e:f,2)); % y`
        PB_merene(i,3) = mean(PB_mereni_zmapy(e:f,3)); % x`

        % Střední chyba (smerodatna odchylka) jednoho mereni
        PB_merene_std(i,1) = PB_mereni_zmapy(e,1); % číslo bodu
        PB_merene_std(i,2) = std(PB_mereni_zmapy(e:f,3)); % my`
        PB_merene_std(i,3) = std(PB_mereni_zmapy(e:f,2)); % mx`
    end

    %Střední chyba (smerodatna odchylka) aritmetického prumeru
    PB_merene_std_mean(:,1) = PB_merene(:,1);
    PB_merene_std_mean(:,2:3) = PB_merene_std(:,2:3) ./ sqrt(opak_mePB);

```

```

%Stredni souradnicova chyba
PB_merene_std_mxy(:,1) = PB_merene(:,1);
PB_merene_std_mxy(:,2) = sqrt( (PB_merene_std_mean(:,2).^2 +
PB_merene_std_mean(:,3).^2)./2);

%Stredni polohova chyba
PB_merene_std_mp(:,1) = PB_merene(:,1);
PB_merene_std_mp(:,2) = PB_merene_std_mxy(:,2).*sqrt(2);

%Stredni chyba z celeho mereni (pro jedno mereni)
PB_merene_std_My = sqrt(sum( (PB_merene_std(:,2).^2).*(opak_mePB-1) ) /
(opak_mePB*length(PB_merene_std)));
PB_merene_std_Mx = sqrt(sum( (PB_merene_std(:,3).^2).*(opak_mePB-1) ) /
(opak_mePB*length(PB_merene_std)));

%Stredni chyba z celeho mereni (pro arit. prumer z poctu opakovani mereni)
PB_merene_std_My_mean = PB_merene_std_My / sqrt(opak_mePB-1);
PB_merene_std_Mx_mean = PB_merene_std_Mx / sqrt(opak_mePB-1);

%Stredni souradnicova chyba pro cele mereni
PB_merene_std_Mxy = sqrt( (PB_merene_std_My_mean^2 + PB_merene_std_Mx_mean^2)/2 );

%Stredni polohova chyba pro cele mereni
PB_merene_std_Mp = sqrt( PB_merene_std_My_mean^2 + PB_merene_std_Mx_mean^2 );

%Maximalni stredni souradnicova a polohova chyba
[a b] = max(PB_merene_std_mxy(:,2));
PB_merene_std_m_max(1,1) = PB_merene_std_mxy(b,1);
PB_merene_std_m_max(1,2) = a;
PB_merene_std_m_max(1,3) = PB_merene_std_mp(b,2);

%Minimalni stredni souradnicova a polohova chyba
[a b] = min(PB_merene_std_mxy(:,2));
PB_merene_std_m_min(1,1) = PB_merene_std_mxy(b,1);
PB_merene_std_m_min(1,2) = a;
PB_merene_std_m_min(1,3) = PB_merene_std_mp(b,2);
else
PB_merene(:,1) = PB_merene_zmapy(2:end,1); % cislo bodu
PB_merene(:,2) = PB_merene_zmapy(2:end,2); % y`
PB_merene(:,3) = PB_merene_zmapy(2:end,3); % x`
end

%-----
% 3) Vyhledani potrebných údajů k rohu site pro KB
%-----
% Cyklus pro každý podrobný bod
for k = 1:length(PB_merene)
    %Pocitany PB je PB_merene(k,:)

    %Cislo PB oznacuje souradnice v km LD rohu cteverce 4 * 4 km
    PB = num2str(PB_merene(k,1));
    rohy(1,1) = str2double(PB(1:3))*1000; % Y, Y < X pro CR, Y vzdy 3 cifry
    rohy(1,2) = str2double(PB(4:end))*1000; % X

    %Zbyly rohy a serazeni do poradí LH PH PD LD
    rohy(2,:) = [rohy(1,1) rohy(1,2) - 4000]; %LH
    rohy(3,:) = [rohy(1,1)-4000 rohy(1,2) - 4000]; %PH
    rohy(4,:) = [rohy(1,1)-4000 rohy(1,2)]; %PH
    rohy(5,:) = rohy(1,:);
    rohy_k_PB(:, :, k) = rohy(2:5, :);

    % Vyber udaju k rohum ctverce v nemz lezi PB (kontrolni body)
    n = 1;
    for i = 1:length(vysledky_pro_pol)
        for j = 1:length(rohy_k_PB(:, :, k))
            if ( (vysledky_pro_pol(i,2) == rohy_k_PB(j,1,k)) && (vysledky_pro_pol(i,3) ==
                rohy_k_PB(j,2,k)))
                udaje_k_PB(n, :, k) = vysledky_pro_pol(i, :);
                n = n + 1;
            end
        end
    end
end

%-----
% 4) Prevod namerených souradnic PB do S-JTSK
% - afinní transformace s vyrovnáním
%-----

```

```

% a) Transformace na prepoctene rohy z SM75sit

% Prehazeni do poradi X Y
idtb = udaje_k_PB(:,4:end,k);
idt(:,1) = idtb(:,2);
idt(:,2) = idtb(:,1);
idt(:,3) = idtb(:,4);
idt(:,4) = idtb(:,3);

podrb = [PB_merene(k,3) PB_merene(k,2)];

% Transformace
[udaj1 koef_tr(k,:) udaj3 chyby_tr(k,:)] = tr_afinni6(idt,podrb);

% Ulozeni vysledku ( + prehazeni do Y X)
PB_merene_potransf(k,:) = PB_merene(k,:);
PB_merene_potransf(k,2) = udaj1(2);
PB_merene_potransf(k,3) = udaj1(1);

opravy_tr(:, :, k) = zeros(size(udaj3,1),1+size(udaj3,2));
opravy_tr(:,1,k) = udaje_k_PB(:,1,k);
opravy_tr(:,2,k) = udaj3(:,2);
opravy_tr(:,3,k) = udaj3(:,1);
clear udaj1 udaj3

% b) Transformace na idealni rohy

% Prehazeni do poradi X Y
idtb2 = udaje_k_PB(:, [2 3 6 7], k);
idt2(:,1) = idtb2(:,2);
idt2(:,2) = idtb2(:,1);
idt2(:,3) = idtb2(:,4);
idt2(:,4) = idtb2(:,3);

podrb2 = [PB_merene(k,3) PB_merene(k,2)];

% Transformace
[udaj1 koef_tr2(k,:) udaj3 chyby_tr2(k,:)] = tr_afinni6(idt2,podrb2);

% Ulozeni vysledku ( + prehazeni do Y X)
PB_merene_potransf2(k,:) = PB_merene(k,:);
PB_merene_potransf2(k,2) = udaj1(2);
PB_merene_potransf2(k,3) = udaj1(1);

opravy_tr2(:, :, k) = zeros(size(udaj3,1),1+size(udaj3,2));
opravy_tr2(:,1,k) = udaje_k_PB(:,1,k);
opravy_tr2(:,2,k) = udaj3(:,2);
opravy_tr2(:,3,k) = udaj3(:,1);
clear udaj1 udaj3

%-----
% 5) Vypocet srazky v ctvercich site S-JTSK
%-----
%Lze zanedbat prevod do nuloveho horizontu vyhledem k meritku SM

%Teoreticke z prepoctenych rohu z SM75 sit[mm]
rozmary_ctvercu(1,1,k) = sqrt( (udaje_k_PB(1,4,k)-udaje_k_PB(2,4,k))^2 +
(udaje_k_PB(1,5,k)-udaje_k_PB(2,5,k))^2 )/75; % |lhph|
rozmary_ctvercu(2,1,k) = sqrt( (udaje_k_PB(1,4,k)-udaje_k_PB(3,4,k))^2 +
(udaje_k_PB(1,5,k)-udaje_k_PB(3,5,k))^2 )/75; % |phpd|
rozmary_ctvercu(3,1,k) = sqrt( (udaje_k_PB(3,4,k)-udaje_k_PB(4,4,k))^2 +
(udaje_k_PB(3,5,k)-udaje_k_PB(4,5,k))^2 )/75; % |pdld|
rozmary_ctvercu(4,1,k) = sqrt( (udaje_k_PB(2,4,k)-udaje_k_PB(4,4,k))^2 +
(udaje_k_PB(2,5,k)-udaje_k_PB(4,5,k))^2 )/75; % |lhph|

%Merene [mm]
rozmary_ctvercu(1,2,k) = sqrt( (udaje_k_PB(1,6,k)-udaje_k_PB(2,6,k))^2 +
(udaje_k_PB(1,7,k)-udaje_k_PB(2,7,k))^2 ); % |lhph|
rozmary_ctvercu(2,2,k) = sqrt( (udaje_k_PB(1,6,k)-udaje_k_PB(3,6,k))^2 +
(udaje_k_PB(1,7,k)-udaje_k_PB(3,7,k))^2 ); % |phpd|
rozmary_ctvercu(3,2,k) = sqrt( (udaje_k_PB(3,6,k)-udaje_k_PB(4,6,k))^2 +
(udaje_k_PB(3,7,k)-udaje_k_PB(4,7,k))^2 ); % |pdld|
rozmary_ctvercu(4,2,k) = sqrt( (udaje_k_PB(2,6,k)-udaje_k_PB(4,6,k))^2 +
(udaje_k_PB(2,7,k)-udaje_k_PB(4,7,k))^2 ); % |lhph|

```

```

%Rozdil Teoreticke - Merene
rozmary_ctvercu(:,3,k) = rozmary_ctvercu(:,1,k) - rozmary_ctvercu(:,2,k);

%Absolutni srazka ve smerech os Y a X
rozmary_ctvercu(1,4,k) = (rozmary_ctvercu(1,3,k) + rozmary_ctvercu(3,3,k))/2;
rozmary_ctvercu(2,4,k) = (rozmary_ctvercu(2,3,k) + rozmary_ctvercu(4,3,k))/2;

%Relativni srazka ce smerech os Y a X
rozmary_ctvercu(3,4,k) = 100*(( rozmary_ctvercu(1,2,k) + rozmary_ctvercu(3,2,k) )/2) /
(( rozmary_ctvercu(1,1,k) + rozmary_ctvercu(3,1,k) )/2);
rozmary_ctvercu(4,4,k) = 100*(( rozmary_ctvercu(2,2,k) + rozmary_ctvercu(4,2,k) )/2) /
(( rozmary_ctvercu(2,1,k) + rozmary_ctvercu(4,1,k) )/2);

end

%Relativni srazka pro ML
rozmary_teo_a_mer(:,4) = 100 * rozmary_teo_a_mer(:,2) ./ rozmary_teo_a_mer(:,1);

%-----
% 6)   Uprava vysledku
%-----

% a) Vysledky pro prepoctene rohy z SM75sit (CB Yt Xt Ym Xm dY dX d)
vysledky_pol = [ PB_SJTSK, PB_merene_potransf(:,2:3), (PB_SJTSK(:,2:3) -
PB_merene_potransf(:,2:3))];
vysledky_pol(:,8) = sqrt( vysledky_pol(:,6).^2 + vysledky_pol(:,7).^2 );

% b) Vysledky pro idealni rohy (CB Yt Xt Ym Xm dY dX d)
vysledky_pol2 = [ PB_SJTSK, PB_merene_potransf2(:,2:3), (PB_SJTSK(:,2:3) -
PB_merene_potransf2(:,2:3))];
vysledky_pol2(:,8) = sqrt( vysledky_pol2(:,6).^2 + vysledky_pol2(:,7).^2 );

%c) Stredni hodnota, Empiricka stredni nahodna chyba, stredni chyba rozdilu, presnost
polohoveho souladu
%pro prepoctene rohy z SM75sit
dY_p = mean(vysledky_pol(:,6));
dX_p = mean(vysledky_pol(:,7));
sY_p = std(vysledky_pol(:,6),1);
sX_p = std(vysledky_pol(:,7),1);
n_p = size(vysledky_pol(:,6),1);
sXY_p = sqrt((sY_p^2 + sX_p^2)/2);

%d) Stredni hodnota, Empiricka stredni nahodna chyba, stredni chyba rozdilu, presnost
polohoveho souladu
%pro prepoctene idealni rohy
dY_p2 = mean(vysledky_pol2(:,6));
dX_p2 = mean(vysledky_pol2(:,7));
sY_p2 = std(vysledky_pol2(:,6),1);
sX_p2 = std(vysledky_pol2(:,7),1);
n_p2 = size(vysledky_pol2(:,6),1);
sXY_p2 = sqrt((sY_p2^2 + sX_p2^2)/2);

%-----
% 7)   Zpracovani vysledku - graficky
%-----

% a) Obrazek s chybovymi vektory pro prepoctene rohy z SM75sit

%Nastaveni obrazku
scrsz = get(0,'ScreenSize');

figure('Name',['Posuny kontrolnich bodu v S-JTSK (rohy z SM75sit): '
vstup], 'NumberTitle','off',...
'Position',[scrsz(3)/4 scrsz(4)/4 scrsz(3)/2 scrsz(4)/2], 'FileName',...
['Posuny KB-SM75sit - ' vstup '.png']);
xlim([rohy_SJTSK(3,1), rohy_SJTSK(4,1)]);
ylim([rohy_SJTSK(1,2)-3000,rohy_SJTSK(3,2)+2000]);
axis equal
hold on

%Krovakovske osy (ale Ykrovak = Xmatlab, Xkrovak = Ymatlab)
set(gca,'YDir','reverse','XDir','reverse','XAxisLocation','top','YAxisLocation',
'right','FontSize',9);

%Nastaveni popisu os
ZnamenkaY(1) = rohy_SJTSK(2,1) - rem(rohy_SJTSK(2,1),4000);
ZnamenkaX(1) = rohy_SJTSK(1,2) - rem(rohy_SJTSK(1,2),4000);

```

```

i = 1;
while ZnamenkaY(i) < rohy_SJTSK(4,1)
    ZnamenkaY(i + 1) = ZnamenkaY(i) + 4000;
    i = i + 1;
end
j = 1;
while ZnamenkaX(j) < rohy_SJTSK(3,2)
    ZnamenkaX(j + 1) = ZnamenkaX(j) + 4000;
    j = j + 1;
end
set(gca, 'Xtick', ZnamenkaY, 'Ytick', ZnamenkaX, 'XtickLabel', num2str(ZnamenkaY),
'YtickLabel', num2str(ZnamenkaX));
%Konec nastaveni

%Vykresleni ramu
plot(rohy_SJTSK2(:,1), rohy_SJTSK2(:,2), 'm:');

%Vykresleni vektoru
%Meritko vektoru je skutečne*20
quiver(vysledky_pol(:,4), vysledky_pol(:,5), vysledky_pol(:,6)*20, vysledky_pol(:,7)*20, 0,
'b');

%Oznaceni potencialnich, nepresne zmerenych bodu mp > 25 m ~ 0.33 mm
%Teoreticke
leg = false;
if opak_prPB > 1
    for i = 1:size(PB_SJTSK_std_mp,1)
        if PB_SJTSK_std_mp(i,2) > 15
            plot(vysledky_pol(i,4) + 20*vysledky_pol(i,6), vysledky_pol(i,5) +
20*vysledky_pol(i,7), 'r.')
            leg = true;
        end
    end
end
%Merene z mapy
leg2 = false;
if opak_mePB > 1
    for i = 1:size(PB_merene_std_mp,1)
        if PB_merene_std_mp(i,2) > 0.2
            plot(vysledky_pol(i,4), vysledky_pol(i,5), 'rx')
            leg2 = true;
        end
    end
end
if leg && leg2
    legend('Mapovy ram', '20x zvetseny posun', 'teo: mp > 15 m', 'mer: mp > 0.2 mm',
'Location', 'NorthEast')
elseif leg && ~leg2
    legend('Mapovy ram', '20x zvetseny posun', 'teo: mp > 15 m', 'Location', 'NorthEast')
elseif ~leg && leg2
    legend('Mapovy ram', '20x zvetseny posun', 'mer: mp > 0.2 mm', 'Location', 'NorthEast')
elseif ~leg && ~leg2
    legend('Mapovy ram', '20x zvetseny posun', 'Location', 'NorthEast')
end

title(['Posuny kontrolnich bodu v S-JTSK (rohy z SM75sit): ' vstup], 'FontSize', 15)
text( rohy_SJTSK(1,1), rohy_SJTSK(1,2), 'LH', 'VerticalAlignment', 'bottom',
'HorizontalAlignment', 'right', 'FontSize', 9, 'Color', 'm')
text( rohy_SJTSK(2,1), rohy_SJTSK(2,2), 'PH', 'VerticalAlignment', 'bottom',
'HorizontalAlignment', 'left', 'FontSize', 9, 'Color', 'm')
text( rohy_SJTSK(3,1), rohy_SJTSK(3,2), 'PD', 'VerticalAlignment', 'top',
'HorizontalAlignment', 'left', 'FontSize', 9, 'Color', 'm')
text( rohy_SJTSK(4,1), rohy_SJTSK(4,2), 'LD', 'VerticalAlignment', 'top',
'HorizontalAlignment', 'right', 'FontSize', 9, 'Color', 'm')

%Popisy bodu
for i = 1:size(vysledky_pol,1)
    if vysledky_pol(i,6) < 0
        polohaH = 'right';
    elseif vysledky_pol(i,6) >= 0
        polohaH = 'left';
    end
    if vysledky_pol(i,7) < 0
        polohaV = 'top';
    elseif vysledky_pol(i,7) >= 0

```



```

        polohaV = 'bottom';
    end
    text( vysledky_pol(i,4), vysledky_pol(i,5), num2str(vysledky_pol(i,1)),...
        'VerticalAlignment', polohaV, 'HorizontalAlignment', polohaH, 'FontSize', 7,
        'Color', 'b')
    end

    hold off

% b) Obrázek s chybovými vektory pro ideální rohy čtverce

%Nastavení obrázku
figure('Name', ['Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (ideální rohy): '
vstup], 'NumberTitle', 'off', ...
        'Position', [scrsz(3)/4+30 scrsz(4)/4-30 scrsz(3)/2 scrsz(4)/2], 'FileName', ...
        ['Posuny KB-idr - ' vstup '.png']);
xlim([rohy_SJTSK(3,1), rohy_SJTSK(4,1)]);
ylim([rohy_SJTSK(1,2)-3000, rohy_SJTSK(3,2)+2000]);
axis equal
hold on

%Krovakovské osy (ale Ykrovak = Xmatlab, Xkrovak = Ymatlab)
set(gca, 'YDir', 'reverse', 'XDir', 'reverse', 'XAxisLocation', 'top', 'YAxisLocation',
'right', 'FontSize', 9);

%Nastavení popisu os
set(gca, 'Xtick', ZnamenkaY, 'Ytick', ZnamenkaX, 'XtickLabel', num2str(ZnamenkaY'),
'YtickLabel', num2str(ZnamenkaX'));
%Konec nastavení

%Vykreslení ramu
plot(rohy_SJTSK2(:,1), rohy_SJTSK2(:,2), 'm:');

%Vykreslení vektoru
%Meritko vektoru je skutečně*20
quiver(vysledky_pol2(:,4), vysledky_pol2(:,5), vysledky_pol2(:,6)*20,
vysledky_pol2(:,7)*20, 0, 'b');

%Oznacení potenciálních, nepřesně změřených bodů mp > 25 m ~ 0.33 mm
%Teoretické
leg = false;
if opak_prPB > 1
    for i = 1:size(PB_SJTSK_std_mp,1)
        if PB_SJTSK_std_mp(i,2) > 15
            plot(vysledky_pol2(i,4) + 20*vysledky_pol2(i,6), vysledky_pol2(i,5) +
20*vysledky_pol2(i,7), 'r.')
            leg = true;
        end
    end
end

%Merene z mapy
leg2 = false;
if opak_mePB > 1
    for i = 1:size(PB_merene_std_mp,1)
        if PB_merene_std_mp(i,2) > 0.2
            plot(vysledky_pol2(i,4), vysledky_pol2(i,5), 'rx')
            leg2 = true;
        end
    end
end

if leg && leg2
    legend('Mapový ram', '20x zvětšený posun', 'teo: mp > 15 m', 'mer: mp > 0.2 mm',
'Location', 'NorthEast')
elseif leg && ~leg2
    legend('Mapový ram', '20x zvětšený posun', 'teo: mp > 15 m', 'Location', 'NorthEast')
elseif ~leg && leg2
    legend('Mapový ram', '20x zvětšený posun', 'mer: mp > 0.2 mm', 'Location', 'NorthEast')
elseif ~leg && ~leg2
    legend('Mapový ram', '20x zvětšený posun', 'Location', 'NorthEast')
end

title(['Posuny kontrolních bodů v S-JTSK (ideální rohy): ' vstup], 'FontSize', 15)
text( rohy_SJTSK(1,1), rohy_SJTSK(1,2), 'LH', 'VerticalAlignment', 'bottom',
'HorizontalAlignment', 'right', 'FontSize', 9, 'Color', 'm')

```

```
text( rohy_SJTSK(2,1), rohy_SJTSK(2,2), 'PH', 'VerticalAlignment', 'bottom',  
'HorizontalAlignment', 'left', 'FontSize', 9, 'Color', 'm')  
text( rohy_SJTSK(3,1), rohy_SJTSK(3,2), 'PD', 'VerticalAlignment', 'top',  
'HorizontalAlignment', 'left', 'FontSize', 9, 'Color', 'm')  
text( rohy_SJTSK(4,1), rohy_SJTSK(4,2), 'LD', 'VerticalAlignment', 'top',  
'HorizontalAlignment', 'right', 'FontSize', 9, 'Color', 'm')  
  
%Popisy bodu  
for i = 1:size(vysledky_pol2,1)  
    if vysledky_pol2(i,6) < 0  
        polohaH = 'right';  
    elseif vysledky_pol2(i,6) >= 0  
        polohaH = 'left';  
    end  
    if vysledky_pol2(i,7) < 0  
        polohaV = 'top';  
    elseif vysledky_pol2(i,7) >= 0  
        polohaV = 'bottom';  
    end  
    text( vysledky_pol2(i,4), vysledky_pol2(i,5), num2str(vysledky_pol2(i,1)),...  
        'VerticalAlignment', polohaV, 'HorizontalAlignment', polohaH, 'FontSize', 7,  
        'Color', 'b')  
end  
  
hold off
```

Na tomto místě vynechán kód pro výpis protokolů.

SM75zhodnot

```
#####
%                               DIPLOMOVA PRACE
#####
%       Program vyhodnocující data pro celou republiku
%-----
% vycisteni pameti
clear all
clc

%-----
% 1) Nacteni dat a volba
%-----

vstup = input('Zadejte jmeno souboru s rozdily souradnic(*.txt)\n', 's');
rozdily = load(vstup);

%-----
% 2) Empiricka stredni kvadraticka chyba, stredni chyba rozdilu
%-----
n = size(rozdily,1);
% mY = sqrt(sum(rozdily(:,1).^2) / n);
% mX = sqrt(sum(rozdily(:,2).^2) / n);
% mXY = sqrt((mY^2 + mX^2)/2);

%-----
% 3) Zkouska normality souboru mereni (rozdilu) - empiricke momenty
%-----

%Bacha! sort srovnava oba sloupce, nejsou zachovany pary
eps = sort(rozdily(:,1:2)); %pripadne upravit pokud budu nacitat i Y a X
eps_abs = sort(abs(eps));

%Momenty
v1 = sum(eps)/n;
v2 = sum(eps.^2)/n;
v3 = sum(eps.^3)/n;
v4 = sum(eps.^4)/n;

% a) Zkouska nulove hypotezy v1_spruh = E(eps) = 0 - kriterium pusobeni
%   systematicke chyby E(eps) = c

%empiricka stredni (kvadraticka chyba) i s pripadnou sys. chybou
mc = sqrt(v2);

mez1 = 1.96*mc/sqrt(n); % t = 1.96 pro alfa = 95%

for j = 1:size(eps,2)
    if abs(v1(j)) > mez1(j)
        sys_chyba(1,j) = true;
        c(:,j) = v1(j); %odhad systematicke chyby
    else
        sys_chyba(1,j) = false;
        c(:,j) = v1(j);
    end
end

sigma = sqrt(mc.^2 - c.^2); % m = sqrt(sum(delta.^2)/n); = std(delta,1)
sXY = sqrt((sum(sigma.^2))/2);
delta(:,1) = eps(:,1) - c(1);
delta(:,2) = eps(:,2) - c(2);

%mezni chyba eps_alfa = 2.5*sigma
eps_alfa = 2.5*sigma;

q = [0 0];
for j = 1:size(delta,2)
    for i = 1:n
        if abs(delta(i,j)) > eps_alfa(j)
            q(j) = q(j) + 1;
            prekroc_mez_chyba(q(j),j,1) = delta(i,j);
        end
    end
end
```

```

% b) Zkouska asymetrie
mi2 = v2 - v1.^2;
mi3 = v3 - 3.*v2.*v1 + 2*v1.^3;
A = mi3 ./ (mi2.^(3/2));

mezA = 1.96*sqrt((6*(n-2))/((n+1)*(n+3)));
tA = A/sqrt((6*(n-2))/((n+1)*(n+3)));

for j = 1:size(delta,2)
    if abs(A(j)) > mezA %nejsem si jist abs hodnotou
        asymetrie(1,j) = true; % = 1
    else
        asymetrie(1,j) = false; % = 0
    end
end

% c) Zkouska spicatosti rozdeleni
mi4 = v4 - 4*v3.*v1 + 6*v2.*v1.^2 - 3*v1.^4;
E = mi4./(mi2.^2) - 3;
mezE = 1.96 * sqrt( (24*n*(n-2)*(n-3)) / ( ((n+1)^2)*(n+3)*(n+5) ) );
tE = E/sqrt( (24*n*(n-2)*(n-3)) / ( ((n+1)^2)*(n+3)*(n+5) ) );

for j = 1:size(delta,2)
    if abs(E(j)) > mezE
        exces(1,j) = true;
        if E(j) > 0
            spicatost(1,j) = true;
        elseif E(j) < 0
            plohost(1,j) = true;
        end
    else
        exces(1,j) = false;
    end
end

%-----
% 4) Zkouska normality souboru mereni (rozdlu) - testy Matlabu
%-----
% hyp = 0, neni zamitnuta nulova hypoteza tj. ze to neni norm rozdeleni

for j = 1:size(eps,2)
    % a) Lillieforsuv test (Kolmogorovuv-Smirnovuv test pro neznamou distribuci fci)
    [l_hyp(1,j), l_p(1,j), l_stat(1,j), l_critval(1,j)] = lillietest(eps(:,j));

    % b) Jarqueruv-Berauv test
    [jb_hyp(1,j), jb_p(1,j), jb_stat(1,j), jb_critval(1,j)] = jbstest(eps(:,j));

    % c) Chi-kvadrat test dobre shody
    [chi2_hyp(1,j), chi2_p(1,j), chi2_stat(1,j)] = chi2gof(eps(:,j));
    chi2_critval(1,j) = chi2inv(0.95, chi2_stat(1,j).df);
end

%-----
% 5) Korelacni koeficient a test hyp.
%-----

% a) Korelacni koeficient
kk = corrcoef(rozdlu);
r = kk(1,2);

% b) Test - zda r odpovida Ro = 0
t_kk = r*sqrt(n-2)/sqrt(1-r^2);

% kriticka hodnota t alfa/2, alfa = 5%, oboustranny test
t_kk_krit = tinv(0.975,n-2);

if abs(t_kk) > t_kk_krit
    korkoef0 = false;
else
    korkoef0 = true;
end

%-----
% 6) Obrázky
%-----

% a) Rozptylogram s elipsamy chyb
scrsz = get(0, 'ScreenSize');
```

```

figure('Name', ['Rozplylogram - ' vstup(1:(end-4))], 'NumberTitle', 'off', 'FileName',
['Rozplylogram - ' vstup(1:(end-4)) '.png'], ...
    'Position', [scrsz(3)/4 scrsz(4)/4 scrsz(3)/2 scrsz(4)/2]);
title(['Rozplylogram - ' vstup(1:(end-4))], 'FontSize', 15)
xlim([min(rozdily(:,1))-20, max(rozdily(:,1))+20]);
ylim([min(rozdily(:,2))-20, max(rozdily(:,2))+20]);
axis equal
hold on

%Krovakovske osy (ale Ykrovak = Xmatlab, Xkrovak = Ymatlab)
set(gca, 'YDir', 'reverse', 'XDir', 'reverse', 'XAxisLocation', 'top', 'YAxisLocation',
'right', 'FontSize', 9);

xlabel('dY', 'FontSize', 12);
ylabel('dX', 'FontSize', 12);

scatter(rozdily(:,1), rozdily(:,2))

%elipsy chyb
elip_par = parametry(cov(rozdily));
plot_ellipse(c, [elip_par(5), elip_par(6)], [], elip_par(7), [1 0 0]);
plot_ellipse(c, [2.5*elip_par(5), 2.5*elip_par(6)], [], elip_par(7), [0 1 0]);

legend('Posuny (Rozdily)', 'Stredni elipsa chyb', 'Elipsa pro p = 95,6%', 'Location',
'NorthWest')
set(gca, 'Position', [-0.02 0.01 1 0.87]);

% b) 3D Histogram, Stereogram
figure('Name', ['Stereogram - ' vstup(1:(end-4))], 'NumberTitle', 'off', 'FileName',
['Stereogram - ' vstup(1:(end-4)) '.png'], ...
    'Position', [scrsz(3)/4+30 scrsz(4)/4-30 scrsz(3)/2 scrsz(4)/2]);

hist3(rozdily)
set(gca, 'YDir', 'reverse', 'XDir', 'reverse', 'FontSize', 9);
xlabel('dY', 'FontSize', 12);
ylabel('dX', 'FontSize', 12);
zlabel('Absolutni cetnost', 'FontSize', 12);
title(['Stereogram - ' vstup(1:(end-4))], 'FontSize', 15)
set(gca, 'Position', [0.07 0.10 0.90 0.84]);

% c) Normplot
figure('Name', ['Normplot - ' vstup(1:(end-4))], 'NumberTitle', 'off', 'FileName', ['Normplot
- ' vstup(1:(end-4)) '.png'], ...
    'Position', [scrsz(3)/4+60 scrsz(4)/4-60 scrsz(3)/2 scrsz(4)/2]);

normplot(rozdily)
xlabel('Posuny', 'FontSize', 12);
ylabel('Pravdepodobnost', 'FontSize', 12);
title(['Normplot - ' vstup(1:(end-4))], 'FontSize', 15)
legend('dY', 'dX', 'Location', 'NorthWest')
set(gca, 'Position', [0.07 0.10 0.90 0.84]);

% d) QQplot
figure('Name', ['QQplot - ' vstup(1:(end-4))], 'NumberTitle', 'off', 'FileName', ['QQplot - '
vstup(1:(end-4)) '.png'], ...
    'Position', [scrsz(3)/4+90 scrsz(4)/4-90 scrsz(3)/2 scrsz(4)/2]);

qqplot(rozdily)
xlabel('Standartni normalni kvantily', 'FontSize', 12);
ylabel('Kvantily vstupnich vyberu', 'FontSize', 12);
title(['QQplot - ' vstup(1:(end-4))], 'FontSize', 15)
legend('dY', 'dX', 'Location', 'NorthWest')
set(gca, 'Position', [0.07 0.10 0.90 0.84]);

% --- Nutne dva obrazky
for i = 1:size(rozdily, 2)
    if i == 1
        dI = 'dY';
    else
        dI = 'dX';
    end
    % e) 2DHistogram
    figure('Name', ['Histogram ' dI ' - ' vstup(1:(end-4))], 'NumberTitle', 'off',
    'FileName', ...
        ['Histogram ' dI ' - ' vstup(1:(end-4)) '.png'], ...
        'Position', [scrsz(3)/4+90+i*30 scrsz(4)/4-90-i*30 scrsz(3)/2 scrsz(4)/2]);

```

```

histfit(rozdily(:,i))
xlabel(dI, 'FontSize', 12);
ylabel('Absolutní četnost', 'FontSize', 12);
title(['Histogram ' dI ' - ' vstup(1:(end-4))], 'FontSize', 15)
legend('Histogram četnosti', 'Gaussova křivka', 'Location', 'NorthEast')
set(gca, 'Position', [0.07 0.10 0.90 0.84]);
end

% f) Empirická scitana distribucni fce
figure('Name', ['Distribucni fce - ' vstup(1:(end-4))], 'NumberTitle', 'off', 'FileName', ...
    ['Distribucni fce - ' vstup(1:(end-4)) '.png'], ...
    'Position', [scrsz(3)/4+180 scrsz(4)/4-180 scrsz(3)/2 scrsz(4)/2]);
for i = 1:size(rozdily,2)
    cdfplot(rozdily(:,i))
    hold on;
end

xlabel('Posuny', 'FontSize', 12);
ylabel('F(x)', 'FontSize', 12);
title(['Distribucni funkce - ' vstup(1:(end-4))], 'FontSize', 15)
legend('dY', 'dX', 'Location', 'NorthEast')
set(gca, 'Position', [0.07 0.10 0.90 0.84]);
% rucne dodelat barvy

```

Opět vynechán kód pro výpis do protokolů.

Funkce tr_afinni

```
function [b h v chyby] = tr_afinni6(ID_body, PB_body)
% Sesti prvkova afinni transformace s vyrovnanim
% tvar matice pro ID_body (1 radek): X1 Y1 x1 y1
% tvar matice pro PB_body (1 radek): xPB1 yPB1

%Kontrola dostatecneho poctu bodu
if length(ID_body) >= 3

    % 1) Vypocet klíce

    for i = 1:size(ID_body,1)
        % sestaveni vektoru mereni
        l( (2*i-1):(2*i),1 ) = (ID_body(i,1:2))';

        % sestaveni matice A
        A( (2*i-1):(2*i),: ) = [ ID_body(i,3:4) 0 0 1 0; 0 0 ID_body(i,3:4) 0 1];
    end

    % a11, a12, a21, a22, tx, ty, geometricke parametry pripadne doplnit
    h = (inv(A'*A))*A'*l;

    % 2) Dalsi vypocty - lze dopsat dalsi charakteristiky
    % x = A*h;
    v = A*h - l;

    % Chyby
    sumavvX = 0;
    sumavvY = 0;
    for i = 1:length(v)
        if rem(i,2) == 1
            sumavvX = sumavvX + (v(i))^2;
        else
            sumavvY = sumavvY + (v(i))^2;
        end
    end
    mX = sqrt(sumavvX/(size(ID_body,1)-1));
    mY = sqrt(sumavvY/(size(ID_body,1)-1));
    m0 = sqrt((v'*v)/(length(v)-length(h)));
    chyby = [mX mY m0];

    %srovnani vystupu vX vY
    for i = 1:(length(v)/2)
        v2(i,:) = (v( (2*i-1):(2*i),1 ))';
    end
    v = v2;

    % 3) Vypocet PB
    if length(PB_body) >= 1
        for i = 1:size(PB_body,1)
            % sestaveni matice B - podrobných bodu
            B( (2*i-1):(2*i),: ) = [ PB_body(i,:) 0 0 1 0; 0 0 PB_body(i,:) 0 1];
        end

        b = B*h;

        % Srovnani vystupu XPB YPB
        for i = 1:(size(b,1)/2)
            b2(i,:) = (b( (2*i-1):(2*i),1 ))';
        end
        b = b2;
    else
        b = NaN;
    end

    h = NaN;
    v = NaN;
    chyby = NaN;
end
end
```

Funkce `bessel2sjtsk`

```
function [v] = bessel2sjtsk(fi, lambda)
%Prevod zemepisnych souradnic na Besselove elipsoidu do S-JTSK
%      [v] = bessel2sjtsk(fi, lambda)
%      v = [Y X]
%
%Fi a lambda se zadava ve stupnich. Lambda se bere od Ferrskeho poledniku.
%
%Příklad:
%      [a b] = bessel2sjtsk(50,30.75)
%      a =
%
%      839110.06
%      b =
%
%      1038804.09

%Konstanty
fi0 = 49.5;
U0 = 49.459957291667;
alfa = 1.000597498372;
R = 6380703.6105;

Uk = 59.71186025;
Vk = 42.5253936806;

S0 = 78.5;
Ro0 = 0.9999*R*(1/tand(S0));
n = sind(S0);

%1) fi, lambda -> U, V
dfi = fi - fi0;
U = U0 + 99.8585979496*(10^-2)*dfi + 86.50351075*(10^-6)*dfi^2 - 15.10901*(10^-8)*dfi^3 -
117.3673*(10^-10)*dfi^4 - 180.0*(10^-14)*dfi^5;
V = alfa*lambda;

%2) U, V -> Š, D
S = asind( sind(U)*sind(Uk) + cosd(U)*cosd(Uk)*cosd(Vk - V) );
D = asind( cosd(U)*sind(Vk - V) / cosd(S) );

%3) Š, D -> Ro, Epsilon
Ro = Ro0*( (tand(S0/2 + 45)) / (tand(S/2 + 45)) )^n;
Epsilon = n*D;

%4) Ro, Epsilon -> Y, X
Y = Ro*sind(Epsilon);
X = Ro*cosd(Epsilon);

v = [Y X];
end
```


Funkce parametry

```
function [Par] = parametry(KovMat)
%
%Funkce pro vypocet strednich chyb a parametru elipsy chyb
%
%Pracuje s matici 2 na 2 (pro jeden bod) [rad]
%
%Vystup: mx, my, mp, mxy, a, b, omega   [mm, grady]
%
%Vytvoreno pro ulohu 5: Model geodetickych uloh, Geo 40

% Kontrola vstupnich parametru
if ( nargin ~= 1 )
    error('Chybny pocet vstupnich parametru');
end

if ( size(KovMat) ~= 2)
    error('Spatny rozmer matice');
end

%Vypocet

Mx = sqrt(KovMat(1,1));
My = sqrt(KovMat(2,2));

Mp = sqrt(KovMat(1,1)+KovMat(2,2));
Mxy = sqrt( (KovMat(1,1)+KovMat(2,2))/2 );

Omega = atan2(2*KovMat(1,2),KovMat(1,1)-KovMat(2,2));
if (Omega <= 0)
    Omega = Omega + 2*pi;
end
Omega = Omega/2;

A = sqrt( KovMat(1,1)*(cos(Omega))^2 + KovMat(1,2)*sin(2*Omega) +
KovMat(2,2)*(sin(Omega))^2 );
B = sqrt( KovMat(1,1)*(sin(Omega))^2 - KovMat(1,2)*sin(2*Omega) +
KovMat(2,2)*(cos(Omega))^2 );

%Omega = Omega*(200/pi);
%A = A;
%B = B;

%Vystup
format short
Par = [Mx My Mp Mxy A B Omega]';
```

Příloha č. 4

Stručný postup vyhodnocení

Stručný postup vyhodnocení

Čtvrtá příloha uvádí heslovitý návod, jak postupovat při vyhodnocení jednoho mapového listu.

- 1) Vybrat ML se zákresem sítě S-JTSK – 6.1
- 2) Zobrazit si číslování bodů sítě programem *SM75pripav* – 5.1.1
- 3) Změřit souřadnice se skenu mapy
 - a) Připojit rastr v *MicroStationu* a zavést *Gromu* – 6.4.1
 - b) Vytvořit seznam souřadnic a odečíst souřadnice – 6.4.1
 - i) Rohů ML
 - ii) Kontrolních bodů – 6.2
 - iii) Rohů příslušných čtverců kilometrové sítě S-JTSK
 - c) Uložit seznam souřadnic do textového formátu
 - d) Opakovat body b) a c) podle potřeby
- 4) Změřit teoretické souřadnice kontrolních bodů z interaktivní mapy
 - a) Vybrat vhodný zdroj(e) – 6.3
 - b) Odečíst souřadnice KB v každém zdroji – 6.4.2
 - c) Uložit data do vhodně naformátovaného souboru – 5.3.1
- 5) Sjednotit měření ze skenu mapy v programu *SM75pripav* – 5.1.2
- 6) Vyhodnotit zakres sítě S-JTSK v *SM75sit* – 5.2.2
 - a) Po kontrole protokolů případně přeměřit nepřesné body a znovu vyhodnotit
 - b) Uložit výstupy
- 7) Vyhodnotit posuny KB programem *SM75pol* – 5.3.2
 - a) Po kontrole protokolů případně přeměřit nepřesné body a znovu vyhodnotit
 - b) Uložit výstupy

Pro celkové výsledky ze všech mapových listů:

- 8) Vyhodnotit programem *SM75zhodnot*
 - a) Vybrat z protokolů *SM75pol* údaje o posunech – 6.5
 - b) Ručně zkopírovat do textového souboru vybraná data – 6.5
 - c) Spustit *SM75zhodnot* a uložit výstupy – 5.4

Příloha č. 5

Obsah DVD

Obsah DVD

- Měření a vstupy – ML
 - 3752-Litomerice
 - textové soubory s měřením, vstupy do programů *SM75pripřav*, *SM75sit* a *SM75sit*
 - ...
 - ...
 - 4456-Znojmo
 - ...
- Obrázky
 - Obrázky použité s textu diplomové práce
- Použitá literatura
 - Bakalářská práce [1]
 - Adresáře a soubory s bakalářskou prací, na kterou navazuje tato práce
 - [9], [10]
- Program
 - Pro MATLAB
 - m-soubory programů (zdrojové kódy)
 - Samospustitelné
 - *exe* a *ctf* soubory programů
 - Upravené m-soubory vhodné ke kompilaci
 - MCRInstaller.exe
- Rastry map a DGN
 - Skeny mapových listů a výkresy *MicroStationu*
- Text
 - Diplomová práce ve formátu *pdf* a *doc*
 - Zadání diplomové práce
- Vstupy – ČR
 - Vstupní soubory pro *SM75zhodnot*
- Výsledky – ČR
 - Čtveřice ML
 - Adresáře s výsledky *SM75zhodnot* pro čtveřice mapových listů

- Hlavní – ČR
 - Výsledky pro všechny a vybrané kontrolní body
- Sít'
 - Výsledky pro body čtyřkilometrové sítě S-JTSK
- Výsledky ML
 - 3752-Litomerice
 - Grafické výstupy a protokoly ze všech programů pracujících pro jeden ML
 - ...
 - ...
 - 4459-Znojmo
 - ...

ÚDAJE PRO KNIHOVNICKOU DATABÁZI

<i>Název práce</i>	KARTOMETRICKÁ ANALÝZA POLOHOVÉHO SOULADU MAPOVÉ KRESBY A KILOMETROVÉ SÍTĚ NA SPECIÁLNÍCH MAPÁCH SM75
<i>Autor práce</i>	Bc. Pavel Seemann
<i>Obor</i>	Geoinformatika
<i>Rok obhajoby</i>	2009
<i>Vedoucí práce</i>	Prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc.
<i>Anotace</i>	Diplomová práce posuzuje vzájemný polohový soulad mezi kilometrovou sítí systému S-JTSK a polohopisnou kresbou v souboru speciálních map 1 : 75 000 na území ČR. K výpočtu polohových odchylek se používají souřadnice kontrolních bodů měřené na skenech map a dále přepočtené do systému S-JTSK a souřadnice těchto bodů zjištěné z nezávislého zdroje vyšší přesnosti. Přepočet je realizován afinní transformací s vyrovnáním v softwaru <i>MATLAB</i>. Zjištěné polohové odchylky se analyzují pomocí statistických metod.
<i>Klíčová slova</i>	III. vojenské mapování; speciální mapa 1 : 75 000; polohový soulad; mapová kresba; síť S-JTSK; Křovákovo zobrazení; kartometrie; kartometrické hodnocení; kartografie; podobnostní transformace; afinní transformace; <i>MATLAB</i> ; srážka mapy; skenování
<i>Important words</i>	Third military mapping; special map 1 : 75 000; planimetric contents; state maps; S-JTSK grid; Krovak projection; cartometry; cartometric classification; cartography; Euclidean transformation; Affine transformation; <i>MATLAB</i> ; map distortion; scanning