



**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD**

# **REKONSTRUKCE DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU DRUHÉHO VOJENSKÉHO MAPOVÁNÍ (FRANTIŠKOVA)**

**Ing. Martina Vichrová**

**disertační práce  
k získání akademického titulu doktor  
v oboru Geomatika**

Školitel: Doc. Ing. Václav Čada, CSc.  
Katedra: Katedra matematiky, oddělení geomatiky

**Plzeň, 2010**





**UNIVERSITY OF WEST BOHEMIA IN PILSEN**  
**FACULTY OF APPLIED SCIENCES**

**RECONSTRUCTION OF DIGITAL TERRAIN  
MODEL OF SECOND MILITARY SURVEY  
(FRANCIS´S)**

**MSc. Martina Vichrova**

**Dissertation thesis in partial fulfillment of requirements for  
the degree of Doctor of Philosophy in specialization  
Geomatics**

Supervisor of dissertation: Doc. Ing. Vaclav Cada, CSc.  
Department: Department of mathematics, geomatics section

**Pilsen, 2010**





## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předloženou disertační práci vypracovala samostatně s použitím pramenů a literatury v práci uvedených.

V Rokycanech, 15. 8. 2010

---

Ing. Martina Vichrová



## **Poděkování**

Tímto bych chtěla poděkovat školiteli, Doc. Ing. Václavu Čadovi, CSc., za metodické vedení a věcné připomínky při zpracování disertační práce.

Dále pak pracovníkům Ústředního archivu zeměměřictví a katastru v Praze a Rakouského státního archivu ve Vídni za ochotu a vstřícnost při rešerši archivních materiálů a Zeměměřickému úřadu v Praze za poskytnutí dat DMR ZABAGED.

Rovněž děkuji rodině, přátelům a kolegům z katedry matematiky za podporu.



## **Klíčová slova**

Mapování; druhé vojenské mapování; Františkovo mapování; výškopis; Lehmann; šrafy; výšková kóta; digitální model terénu.

## **Abstrakt**

Druhé vojenské mapování probíhalo na území rakouské monarchie v letech 1806 – 1869. Cílem bylo odstranění nedostatků prvního vojenského mapování, především polohových deformací, chyb v zákresu jednotlivých objektů. Druhé vojenské mapování mělo umožnit sestavení přehledné mapy celé monarchie. Na územích, kde právě probíhalo nebo již bylo ukončeno mapování stabilního katastru (např. Čechy, Morava, Slezsko atd.) byly využity výsledky velkoměřítkového mapování. Využití triangulace, zmenšeného a generalizovaného polohopisu map stabilního katastru značně urychlilo a zefektivnilo postup mapovacích prací druhého vojenského mapování. Čechy byly zmapovány v letech 1842 – 1852 (267 rukopisných kolorovaných sekcí – Militär-Aufnahmssektionen von Böhmen), Morava a Slezsko v letech 1836 – 1840 (146 sekcí). Originály mapových sekcí 1:28 800 jsou uloženy v Rakouském státním archivu ve Vídni (Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien).

Cílem této práce je popsat metodiku určování výšek a analyzovat přesnost výškových kót zakreslených na mapách druhého vojenského mapování pro Čechy, Moravu a Slezsko. Značná pozornost je věnována i zobrazení výškopisu na mapách. V textu je také navržena a popsána metodika rekonstrukce digitálního modelu terénu z map druhého vojenského mapování.

## **Keywords**

Survey; Second military survey; Francis's survey; altimetry; hachures; spot height; digital terrain model.

## **Abstract**

The Second Military Survey in the territories of the former Austrian-Hungarian Monarchy was done between 1806 and 1869. Its purpose was to remove the defects of the First Military Survey including gross position errors and cartographic representation defects of objects in maps, and to contribute to a well-arranged map for the entire monarchy. In the territories where the cadastral survey was completed (Bohemia, Moravia, Silesia, etc.) the outcomes were exploited for the military survey. Reduced and generalised planimetric content from the cadastral maps and cadastral triangulation was used to outline the planimetric content of the Second Military Survey. This assured an improved positional accuracy and better work economy. The territory of Bohemia was surveyed between 1842 and 1853 (267 handwritten colour sections 1:28 800), Moravia and Silesia between 1836 and 1840 (146 handwritten colour sections 1:28 800). Currently, the map originals are stored in the Vienna Military archive department of the Austrian State Archives.

The aim of this contribution is to describe the methodology of altimetry and determination of heights displayed on the Second Military Survey maps of Bohemia, Moravia and Silesia. The accuracy of the elevations has been analysed. Attention is paid to the portrayal of altimetry on the maps. The methodology of a reconstruction of a digital terrain model obtained from the Second Military Survey (Francis's) is also described in the text.



# Obsah

<b>OBSAH</b>	<b>11</b>
<b>SEZNAM ILUSTRACÍ</b>	<b>13</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b>	<b>17</b>
<b>SEZNAM ZKRATEK</b>	<b>19</b>
<b>ÚVOD</b>	<b>21</b>
<b>1. DRUHÉ VOJENSKÉ MAPOVÁNÍ – FRANTIŠKOVO</b>	<b>23</b>
<b>1.1 GEODETICKÉ ZÁKLADY</b>	<b>23</b>
1.1.1 GEODETICKÉ ZÁKLADY BUDOVANÉ PODLE PŮVODNÍ TECHNOLOGIE	23
1.1.2 GEODETICKÉ ZÁKLADY MODIFIKOVANÉ TECHNOLOGIE – VYUŽITÍ TRIANGULACE STABILNÍHO KATASTRU	37
<b>1.2 KARTOGRAFICKÉ ZÁKLADY</b>	<b>38</b>
1.2.1 KARTOGRAFICKÉ ZÁKLADY PŮVODNÍ TECHNOLOGIE	38
1.2.2 KARTOGRAFICKÉ ZÁKLADY MODIFIKOVANÉ TECHNOLOGIE	39
<b>1.3 POSTUP MAPOVACÍCH PRACÍ</b>	<b>41</b>
1.3.1 POSTUP MAPOVACÍCH PRACÍ PODLE PŮVODNÍ TECHNOLOGIE	41
1.3.2 POSTUP MAPOVACÍCH PRACÍ S VYUŽITÍM VÝSLEDKŮ MAPOVÁNÍ STABILNÍHO KATASTRU	46
<b>1.4 KARTOGRAFICKÉ VYJADŘOVACÍ PROSTŘEDKY A OBSAH MAP</b>	<b>51</b>
<b>1.5 ODVOZENÁ MAPOVÁ DÍLA</b>	<b>53</b>
<b>1.6 SHRNUTÍ</b>	<b>55</b>
<b>2. VÝŠKOPIS NA MAPÁCH DRUHÉHO VOJENSKÉHO MAPOVÁNÍ</b>	<b>57</b>
<b>2.1 VYJÁDŘENÍ TOPOGRAFICKÉHO POVRCHU NA MAPÁCH ŠRAFOVÁNÍM</b>	<b>57</b>
2.1.1 TEORIE ZOBRAZOVÁNÍ TOPOGRAFICKÉHO POVRCHU	57
2.1.2 MĚŘICKÉ PRÁCE V TERÉNU	64
2.1.3 TEORETICKÁ A PRAKTICKÁ PŘÍPRAVA TOPOGRAFA NA ZAKRESLOVÁNÍ TERÉNU DO MAP A PLÁNŮ ŠRAFOVÁNÍM	66
<b>2.2 DOSTUPNÉ PRAMENY A METODIKA URČOVÁNÍ VÝŠEK</b>	<b>67</b>
2.2.1 URČOVÁNÍ VÝŠEK VOJENSKÉ TRIANGULACE	67
2.2.2 VÝPOČETNÍ PROTOKOLY TRIANGULACE STABILNÍHO KATASTRU	76
2.2.3 SOUPIS VÝŠEK A TOPOGRAFICKÉ POPISY TRIGONOMETRICKÝCH BODŮ TRIANGULACE STABILNÍHO KATASTRU PRO ČECHY, MORAVU A SLEZSKO	79
<b>2.3 SHRNUTÍ POZNATKŮ O VYJÁDŘENÍ VÝŠKOPISU NA MAPÁCH DRUHÉHO VOJENSKÉHO MAPOVÁNÍ</b>	<b>85</b>
<b>3. ANALÝZA PŘESNOSTI VÝŠKOVÝCH KÓT NA MAPÁCH DRUHÉHO VOJENSKÉHO MAPOVÁNÍ PRO ČECHY, MORAVU A SLEZSKO</b>	<b>89</b>
<b>3.1 LOKALIZACE MAPOVÝCH LISTŮ PRO ČECHY, MORAVU A SLEZSKO</b>	<b>89</b>
3.1.1 LOKALIZACE MAPOVÝCH LISTŮ PRO ČECHY DO S-JTSK	89

3.1.2. LOKALIZACE MAPOVÝCH LISTŮ PRO MORAVU A SLEZSKO DO S-JTSK	90
<b>3.2 NAPLNĚNÍ DATABÁZE A STANOVENÍ KATEGORIÍ PRO ANALÝZU PŘESNOSTI VÝŠKOVÝCH KÓT</b>	<b>92</b>
<b>3.3 ANALÝZA PŘESNOSTI VÝŠKOVÝCH KÓT NA MAPOVÝCH LISTECH PRO ČECHY</b>	<b>94</b>
<b>3.4 ANALÝZA PŘESNOSTI VÝŠKOVÝCH KÓT NA MAPOVÝCH LISTECH PRO MORAVU A SLEZSKO</b>	<b>97</b>
<b>3.5 VÝSLEDKY ANALÝZY PŘESNOSTI VÝŠKOVÝCH KÓT</b>	<b>100</b>
<b><u>4. NÁVRH METODIKY PRO REKONSTRUKCI DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU DRUHÉHO VOJENSKÉHO MAPOVÁNÍ (FRANTIŠKOVA)</u></b>	<b><u>101</u></b>
<b>4.1 NÁVRH METODIKY REKONSTRUKCE DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU</b>	<b>101</b>
4.1.1 IDENTIFIKACE PRVKŮ KOSTRY TERÉNU A ČÁSTÍ HORIZONTÁL	101
4.1.2 FRAGMENTACE OBLASTÍ KONSTANTNÍHO SPÁDU	102
4.1.3 POSTUP URČOVÁNÍ VÝŠEK ČÁSTÍ HORIZONTÁL	104
<b>4.2 DIGITÁLNÍ MODEL TERÉNU REKONSTRUOVANÝ ZE ŠRAF A JEHO HODNOCENÍ</b>	<b>105</b>
<b><u>5. PRAKTICKÉ OVĚŘENÍ METODIKY PRO REKONSTRUKCI DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU</u></b>	<b><u>109</u></b>
<b>5.1 DIGITÁLNÍ MODEL TERÉNU REKONSTRUOVANÝ Z DRUHÉHO VOJENSKÉHO MAPOVÁNÍ</b>	<b>109</b>
5.1.1 IDENTIFIKACE PRVKŮ KOSTRY TERÉNU A HORIZONTÁL V MAPOVÉ KRESBĚ	109
5.1.2 FRAGMENTACE OBLASTÍ KONSTANTNÍHO SPÁDU Z MAPOVÉ KRESBY	110
5.1.3 URČOVÁNÍ VÝŠEK HORIZONTÁL S VYROVNÁNÍM	112
5.1.4 REKONSTRUKCE DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU DRUHÉHO VOJENSKÉHO MAPOVÁNÍ	115
<b>5.2 REFERENČNÍ DIGITÁLNÍ MODEL – DMR ZABAGED</b>	<b>116</b>
<b>5.3 POROVNÁNÍ DIGITÁLNÍHO MODELU TERÉNU REKONSTRUOVANÉHO Z DRUHÉHO VOJENSKÉHO MAPOVÁNÍ VZHLEDEM K DMR – ZABAGED</b>	<b>119</b>
<b>5.4 SHRnutí POZNATKŮ A DOSAŽENÝCH VÝSLEDKŮ</b>	<b>125</b>
<b><u>ZÁVĚR</u></b>	<b><u>127</u></b>
<b><u>PRAMENY A LITERATURA</u></b>	<b><u>131</u></b>
<b><u>SEZNAM PŘÍLOH</u></b>	<b><u>137</u></b>



# Seznam ilustrací

Obr. 1 Datum a jméno autora textu (Binnenthal 1810: 6). .....	25
Obr. 2 Stabilizace trigonometrického bodu dle (Binnenthal 1810). .....	26
Obr. 3 Obvyklý způsob signalizace bodů vojenské triangulace užívaný na našem území vlevo dle (Triangulirung 1808), vpravo další možný způsob dle (Binnenthal 1810). ....	26
Obr. 4 Jednoduchý a dvojitý triangulační řetězec (Binnenthal 1810). .....	27
Obr. 5 Záměrné pravítko – Diopterlineal (Hofstätter 1989). .....	29
Obr. 6 Eklimetr – Perspektiv-Lineal (Hofstätter 1989). .....	29
Obr. 7 Pět možností postavení měřického stolu v terénu .....	29
Obr. 8 Vojenská triangulace vybudovaná na tehdeším území Čech, Moravy a Slezska v letech 1806 – 1811 a délkové základny u Welsu (Wells), Vídeňského Nového Města (Wiener Neustadt) a u Rábu (Raab) – zleva, vyznačené žlutočernými praporky. ....	30
Obr. 9 Stabilizace koncových bodů délkové základny podle (Binnenthal 1810: §7).....	33
Obr. 10 Zařízení pro vytyčování mezilehlých bodů délkových základen (Binnenthal 1810). ..	33
Obr. 11 Detail tyče pro měření délkových základen druhého vojenského mapování (Binnenthal 1810). .....	34
Obr. 12 Postup kladení délkoměrných tyčí za sebou (Binnenthal 1810).....	34
Obr. 13 Ukázka vyplněného protokolu pro měření délkových základen, (Binnenthal 1810: §§19 – 24).....	35
Obr. 14 Princip značení mapových listů druhého vojenského mapování 1:28 800 podle tzv. staršího sekčního dělení (Arbeiten des k.k. Generalquartiermeisterstabs... 1850). ..	39
Obr. 15 Vybrané souřadnicové systémy stabilního katastru (Čada 2003: 20). .....	40
Obr. 16 Chrám svatého Štěpána ve Vídni a počátek svatoštěpánského souřadnicového systému. ....	41
Obr. 17 Titulní strana topografických popisů (Landesbeschreibungen) vyhotovených v letech 1817 – 1819 při revizním mapování v jižních Čechách (Karte des Königreichs Böhmen 1812 – 1819). .....	42
Obr. 18 Měřický stůl a další vybavení tehdejšího topografa (Muster-Blaetter... 1830 – 1840). .....	43
Obr. 19 Duplicitně mapované území v oblasti Vitorazska.....	50
Obr. 20 Ukázka zákresu vojenského opevnění – částečného a celkového opevnění ze všech stran (Muster-Blätter... 1831 – 1840).....	52
Obr. 21 Výřez z originálu speciální mapy 1:144 000 – města Plzeň a Rokycany s okolím (na originálu speciální mapy zcela chybí popis), (Originale der Spezialkarte... 1842 – 1852). .....	54
Obr. 22 Příklad zápisu výškové kóty na mapě.....	57
Obr. 23 Úvodní strana spisu J. G. Lehmana o zakreslování terénu do map a plánů (Lehmann 1799). .....	58
Obr. 24 Relativnost pojmů: strmý a plochý, vysoký a nízký. ....	59
Obr. 25 Vodorovná, svislá, pravá a povrchová vzdálenost dvou bodů. ....	59
Obr. 26 Převýšení dvou bodů. ....	60
Obr. 27 Typy horských svahů. ....	60
Obr. 28 Závislost množství odraženého světla dopadajícího do oka na spádu (Lehmann 1799). .....	61
Obr. 29 Splývání šraf způsobené nevhodným měřítkem půdorysu (Lehmann 1799).....	61
Obr. 30 Jednovrstvé a dvouvrstvé šrafování (Lehmann 1799). .....	61
Obr. 31 Lehmannova tabulka s poměry černé a bílé barvy (Lehmann 1799). .....	62
Obr. 32 Identická část terénu vyjádřená pomocí jednovrstvého a dvouvrstvého šrafování (Lehmann 1799).. .....	62
Obr. 33 Poměr černé šrafy k bílému meziprostoru při daném spádu (Lehmann 1812). ....	63
Obr. 34 Terénní tvar – rokle: vyjádření pomocí šraf a odpovídající geometrický model s vyznačenými rovinami řezů a profily (Muster-Blätter 1831 – 1840).....	64

Obr. 35	Zákres vyvýšené části terénu jednovrstvým šrafováním s pomocnými liniemi a profily (vlevo a dole), výsledný zákres vyvýšené části terénu dvouvrstvým šrafováním, (Lehmann 1799).	65
Obr. 36	Vyvýšený terénní tvar: grafické vyjádření pomocí Lehmannových šraf včetně pomocné kresby (horizontály, profily ve vyznačených směrech), která byla po vykreslení šraf odstraněna (Lehmann 1812).	67
Obr. 37	Titulní strana původního výpočetního protokolu pro určování výšek z let 1810 – 1811 (Funck 1810 – 1811).	67
Obr. 38	Část původního protokolu z roku z let 1810 – 1811 s výpočty pro určování výšek (Funck 1810 – 1811).	68
Obr. 39	Výpočetní síť pro určování výšek trigonometrických bodů rekonstruovaná dle (Funck 1810 – 1811) a (Augustin 1811) zobrazená na podkladě hranic správních krajů z let 1751 – 1842.	71
Obr. 40	Rekonstrukce části výpočetní sítě pro určování výšek a převýšení trigonometrických bodů, kterou určil kapitán Funck v letech 1810 – 1811.	72
Obr. 41	Rekonstrukce výpočetní sítě pro určování výšek a převýšení trigonometrických bodů, kterou určil kapitán Augustin v roce 1811.	73
Obr. 42	Ukázka výpočtu převýšení mezi body Homolka a Chlum (Zenithdistanzen 1830).	76
Obr. 43	Výpočetní síť pro určování výšek trigonometrických bodů rekonstruovaná podle (Zusammenstellung... 1825 – 1840) – růžově, (Funck 1810 – 1811) – modře, identické body – červeně, zobrazená na podkladě správních krajů z let 1751 – 1842.	77
Obr. 44	Titulní strana soupisu trigonometrických bodů pro Čechy, Moravu a Slezsko s uvedenými výškami (Abstände, Höhen... 1873).	79
Obr. 45	Časová řada zpracování trigonometrických bodů na tehdejší území Moravy a Slezska podle údajů uvedených v (Abstände, Höhen... 1873).	80
Obr. 46	Graf pravděpodob. funkce normálního rozdělení a histogram rel. četností – Čechy.	82
Obr. 47	Graf pravděpodob. funkce normálního rozdělení a histogram relativních četností – Morava a Slezsko.	83
Obr. 48	Transformační klíč pro mapový list O_V_6.	90
Obr. 49	Postup transformace mapového listu O_V_6 z lokálního souřadnicového systému skeneru do S-JTSK včetně tvorby masky.	91
Obr. 50	Červeně vyznačená výšková kóta na mapovém listě O_V_7.	92
Obr. 51	Klad mapových listů pro Moravu a Slezsko.	93
Obr. 52	Graf pravděpodobnostní funkce normálního rozdělení a histogram relativních četností – Čechy.	95
Obr. 53	Rozdíly výšek identických bodů pro tehdejší území Čech.	97
Obr. 54	Graf pravděpodobnostní funkce normálního rozdělení a histogram relativních četností – Morava a Slezsko.	98
Obr. 55	Rozdíly výšek identických bodů pro tehdejší území Moravy a Slezska.	99
Obr. 56	Liniové prvky kostry terénu (červeně) a části horizontál (zeleně) identifikované ze šraf.	101
Obr. 57	Lokality, kde nelze spolehlivě identifikovat části horizontál.	102
Obr. 58	Postup fragmentace oblastí konstantního spádu.	103
Obr. 59	Oblasti konstantního spádu vygenerované ze šraf.	104
Obr. 60	Postup určování výšek částí horizontál.	105
Obr. 61	DMT generovaný z vrstevnic (DMTv-model).	106
Obr. 62	DMT rekonstruovaný ze šraf (DMTs-model).	106
Obr. 63	Řez modelovým terénním tvarem uvedeným v (Muster-Blätter... 1831 – 1840), DMT generovaným z vrstevnic a DMT rekonstruovaným ze šraf.	107
Obr. 64	Rozdíl DMT generovaného z vrstevnic a DMT rekonstruovaného ze šraf (rozdíl DMTv-model a DMTs-model).	108
Obr. 65	Hrubá chyba v zákresu šraf.	108
Obr. 66	Zvolené modelové území pro ověření metodiky rekonstrukce DMT z druhého vojenského mapování (část mapového listu W_II_11).	109

Obr. 67	Liniové prvky kostry terénu (červeně) a horizontály (zeleně) identifikované v mapové kresbě.....	110
Obr. 68	Horizontály identifikované v mapové kresbě s vyznačením trigonometrických bodů. ....	110
Obr. 69	Výřez části mapového listu W_II_11 před a po úpravě pro fragmentaci oblastí konstantního spádu. ....	111
Obr. 70	Oblasti konstantního spádu před (vlevo) a po (vpravo) zohlednění barvy výplně ploch.....	112
Obr. 71	Údolnice vhodná pro výpočet převýšení (modrá plná), údolnice nevhodná pro výpočet převýšení (červená čárkovaná).....	113
Obr. 72	Část sítě s určeným převýšením mezi uzlovými body. ....	114
Obr. 73	DMT rekonstruovaný z druhého vojenského mapování se zakreslenými trigonometrickými body. ....	115
Obr. 74	Výřez výškopisu DMR ZABAGED (3D vrstevnice, $i = 5$ m) poskytnutého Zeměměřickým úřadem v Praze. ....	116
Obr. 75	Referenční digitální model terénu – DMR ZABAGED.....	119
Obr. 76	Skály a terénní stupně na vrcholových částech vyvýšenin a úbočích. ....	119
Obr. 77	Vyvýšený terénní tvar (vlevo nahoře), úbočí (dole), údolí (vpravo nahoře). ....	120
Obr. 78	Tvarové a polohové odlišnosti ve vrcholové části vyvýšeniny.....	120
Obr. 79	Tvarové odlišnosti ve vrcholové části vyvýšeniny.....	120
Obr. 80	Tvarové odlišnosti na úbočí.....	121
Obr. 81	Rozdílový digitální model – extrémy.....	121
Obr. 82	Lokální extrém – 1.....	122
Obr. 83	Lokální extrém – 2.....	122
Obr. 84	Lokální extrém – 3.....	122
Obr. 85	Graf ploch rozdílového digitálního modelu pro odpovídající interval rozdílů výšek. ....	124
Obr. 86	Výšečový graf ploch rozdílového digitálního modelu pro odpovídající interval rozdílů výšek. ....	124
Obr. 87	Vinzenz Freiherr von Augustin (Wikipedia 2008).....	139
Obr. 88	Olejomalby od Johanna Petera Krafta z let 1814 – 1815: Franz Xaver Richter von Binnenthal (Křen a Marx 2009) – vlevo a jeho žena Maria Angelica Richter von Binnenthal (Passion for Paintings 2009) – vpravo.....	140
Obr. 89	Ludwing August Freiherr von Fallon (Nischer 1925: 136).....	141
Obr. 90	Monument na severním konci Liesganigovy základny u Vídeňského Nového Města vybudované roku 1762 (Hofstätter 1989: 23). ....	142
Obr. 91	Detail zeměměřičů na mapě Galície a Lodomerie od J. Liesganiga, (Liesganig 1780).....	142
Obr. 92	Náčrt triangulačního řetězce vybudovaného J. Liesganigem v rámci stupňového měření 1762 – 1769.....	143
Obr. 93	Anton Freiherr Mayer von Heldensfeld (Ebert 2009). ....	144



# Seznam tabulek

Tab. 1	Vojenská triangulace z let 1806 – 1819 (Nischer 1925: 139, 140, 150).....	31
Tab. 2	Gusterbergský a svatoštěpánský souřadnicový systém .....	39
Tab. 3	Území mapovaná podle původní technologie. ....	45
Tab. 4	Území mapovaná podle modifikované technologie. ....	47
Tab. 5	Postup mapovacích prací druhého vojenského mapování podle (Kretschmer, Dörflinger a Wawrik 2004: 173).....	48
Tab. 6	Originály mapových listů druhého vojenského mapování pro Čechy.....	49
Tab. 7	Originály mapových listů druhého vojenského mapování pro Moravu a Slezsko.....	49
Tab. 8	Kopie mapových listů druhého vojenského mapování pro Moravu a Slezsko.....	49
Tab. 9	Charakteristiky map vyhotovených dle původní a modifikované technologie v jižních Čechách (Vitorazsko), (Vichrová a Čada 2010: 32). ....	50
Tab. 10	Rozdíly v zákresu vybraných prvků.....	51
Tab. 11	Rozlišení mlýnů a podobných staveb pro měřítko 1:28 800 (dvakrát zvětšeno). ....	53
Tab. 12	Stavby pro průmyslové využití (dvakrát zvětšeno).....	53
Tab. 13	Počty prvků v jednotlivých kategoriích.....	53
Tab. 14	Speciální mapy pro území České republiky uložené v ÖSTA-KA Wien.....	54
Tab. 15	Generálních mapy 1:288 000 pro území České republiky uložené v ÖSTA-KA Wien. ....	55
Tab. 16-1	Struktura a popis položek výpočetních protokolů s příkladem výpočtu výšky bodu Wittingau – první část, (Funck 1810 – 1811).....	69
Tab. 16-2	Struktura a popis položek výpočetních protokolů s příkladem výpočtu výšky bodu Wittingau – druhá část, (Funck 1810 – 1811).....	70
Tab. 17	Průměrné hodnoty výškových uzávěrů a střední chyby výškových uzávěrů pro hlavní i vedlejší trojúhelníky a celkově pro daný výpočetní protokol.....	72
Tab. 18	Střední chyby určených převýšení uvedených v (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811). ....	74
Tab. 19	Duplicitně určená převýšení ve výpočetních protokolech (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) u trigonometrických bodů na části rekonstruované výpočetní sítě z let 1810 – 1811.....	74
Tab. 20	Názvy trigonometrických bodů a difference výšek uvedených v (Funck 1810 – 1811) nebo (Augustin 1811) vzhledem k výškovým kótám odečtených na mapových listech druhého vojenského mapování. ....	75
Tab. 21	Střední chyba určených převýšení uvedených v (Zusammenstellung 1825 – 1840). ....	77
Tab. 22	Porovnání vyrovnaných převýšení na identických bodech. ....	78
Tab. 23	Informace uvedené v (Abstände, Höhen... 1873). ....	80
Tab. 24	Počet hodnocených bodů – Čechy.....	81
Tab. 25	Počet hodnocených bodů – Morava, Slezsko.....	82
Tab. 26	Hodnoty testovacího parametru $\Delta_{dz}$ a počty vyloučených hodnot – Čechy.....	82
Tab. 27	Hodnoty testovacího parametru $\Delta_{dz}$ a počty vyloučených hodnot – Morava a Slezsko.....	83
Tab. 28	Názvy trigonometrických bodů a difference výšek uvedených v (Funck 1810 – 1811) nebo (Augustin 1811) vzhledem k výškovým kótám uvedeným v (Abstände, Höhen ... 1873). ....	84
Tab. 29	Číslování kartometricky odsunutých bodů na ML druhého vojenského mapování..	92
Tab. 30	Převod výšky bodu Bömerwald do systému Bpv (Vichrová a Čada 2007: 147).....	93
Tab. 31	Změny počtu prvků v jednotlivých kategoriích – Čechy. ....	95
Tab. 32	Změny počtu prvků v jednotlivých kategoriích – Morava a Slezsko. ....	98
Tab. 33	Propočtená převýšení na délku 100 m pro spád od 0° do 55°.....	113
Tab. 34	Mezní chyby určení výšky vrstevnic (Topografická instrukce 1957: 10).....	117

Tab. 35 Výšky trigonometrických bodů druhého vojenského mapování ve zvoleném modelovém území a jim odpovídajících identických bodů uvedených v DATAZ a ZABAGED. ....	118
Tab. 36 Parametry rozdílového digitálního modelu. ....	123
Tab. 37 Podíly ploch odpovídajících intervalům diferencí výšek vzhledem k celkové ploše rozdílového digitálního modelu. ....	123

# Seznam zkratek

Bpv – výškový systém Balt po vyrovnání  
ČR – Česká republika  
DATAZ – Databáze trigonometrických a zhušťovacích bodů  
DMR ZABAGED – Digitální model reliéfu Základní báze geografických dat  
DMT – digitální model terénu  
DMTs-model – digitální model terénu modelového terénního tvaru rekonstruovaný ze šraf  
DMTr-model – rozdílový digitální model terénu modelového terénního tvaru  
DMTv-model – digitální model terénu modelového terénního tvaru generovaný z vrstevnic  
GTK – Globální transformační klíč  
Hptm. – Hauptmann (kapitán)  
ML – mapový list  
ÖSTA – KA Wien – Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien (Rakouský státní archiv – Válečný archiv ve Vídni)  
S-JTSK – Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální  
SK – stabilní katastr  
SMO 5 – Státní mapa odvozená 1:5000  
S-SK – systém stabilního katastru  
SZ – severozápadní  
TB – trigonometrický bod  
THM – Technickohospodářské mapování  
TIN – nepravidelná trojúhelníková síť  
ZM 10 – Základní mapa České republiky v měřítku 1:10 000  
ZM 50 – Základní mapa České republiky v měřítku 1:50 000  
ZABAGED – Základní báze geografických dat  
3D – trojrozměrný





# Úvod

Druhé vojenské mapování lze v mnohých ohledech považovat za unikátní dílo nejen zvolenou technologií, ale i obsahem. Vznikalo v době nástupu a rozmachu průmyslové, dopravní a zemědělské revoluce, v době budování občanské společnosti, rozmachu kapitalismu a vlny urbanizace. Všechny tyto vlivy a ještě mnohé další s nimi související se zapsaly do tehdejší krajiny, tedy i do map druhého vojenského mapování.

Druhé vojenské mapování poskytuje kompaktní obraz našeho území těsně před vrcholem průmyslové a zemědělské revoluce. Mapové listy pro Čechy, Moravu a Slezsko byly vyhotoveny během pouhých 16 let! Takto rychlý postup mapovacích prací byl umožněn změnou technologie (především převzetím výsledků triangulace stabilního katastru a probíhajícího nebo právě dokončeného mapování stabilního katastru), která výrazně zefektivnila, urychlila a zlevnila mapovací práce.

Mapy druhého vojenského mapování si dodnes uchovávají obrovskou historickou paměť a jsou cenným zdrojem informací pro odborníky z řad historiků, archeologů, geografů, krajinných ekologů, urbanistů atd.

Předkládaná disertační práce tématicky navazuje na diplomovou práci (*Státní mapová díla počátku 19. století v současných aplikacích, 2005*), kde jsou podrobně popsány kartografické vyjadřovací prostředky druhého vojenského mapování včetně hodnocení přesnosti vybraných reprezentativních prvků polohopisu. Disertační práce je věnována způsobu vyjádření výškopisu na mapách a především analýze přesnosti výškových kót uvedených na mapových listech pro Čechy, Moravu a Slezsko. Cílem disertační práce je navrhnout a aplikovat metodiku pro rekonstrukci digitálního modelu terénu z map druhého vojenského mapování, tj. s využitím výpočetní techniky a moderních možností vizualizace zrekonstruovat digitální model původního terénu z výškových kót a topografického povrchu zakresleného na mapách šrafováním.

Disertační práce se sestává z pěti hlavních kapitol. První z nich je věnovaná historii druhého vojenského mapování. Podrobně jsou popsány geodetické a kartografické základy i postup mapovacích prací pro obě technologie mapování, jak původní tak modifikovanou, neboť na dnešním území ČR byly vybudovány geodetické základy a následně i vyhotoveny mapové listy podle původní i modifikované technologie. Dále je pozornost soustředěna na kartografické vyjadřovací prostředky a vlastní obsah topografických map. V závěru první kapitoly jsou uvedena odvozená mapová díla z druhého vojenského mapování.

Druhá kapitola se zabývá způsobem vyjádření výškopisu na mapových listech druhého vojenského mapování. Velmi významným studijním pramenem bylo dílo J. G. Lehmana, který navrhl a popsal způsob zakreslování topografického povrchu do map a plánů s využitím matematických vztahů a pravidel. Následuje popis dostupných pramenů a metodiky určování výšek (výškových kót) včetně analýzy, jejímž cílem bylo určit původ výškových kót zakreslených na mapových listech druhého vojenského mapování.

Ve třetí kapitole je popsána analýza přesnosti výškových kót zakreslených na mapových listech druhého vojenského mapování pro Čechy, Moravu a Slezsko. Výškové kóty uvedené na mapách druhého vojenského mapování byly porovnány s výškami současných trigonometrických a zhušťovacích bodů z databáze DATAZ (Databáze trigonometrických a zhušťovacích bodů).

Čtvrtá kapitola je věnována návrhu metodiky pro rekonstrukci digitálního modelu terénu ze šraf. Podrobně jsou popsány jednotlivé dílčí kroky metodiky, která byla ověřena nejprve na modelových datech uvedených v původním značkovém klíči druhého vojenského mapování.

V poslední kapitole je navržená metodika aplikována a ověřena při rekonstrukci digitálního modelu terénu na zvoleném modelovém území s minimálním vlivem lidské činnosti na změny současného terénu. Jsou zde také popsány nutné úpravy navržené metodiky při zpracování mapové kresby. Na rozdíl od modelových dat z původního značkového klíče, obsahuje mapová kresba též popis a prvky polohopisu (bodové, liniové, výplně ploch). Využití výškových kót trigonometrických bodů na zvoleném modelovém

území umožnilo při rekonstrukci digitálního modelu terénu aplikovat metody vyrovnání, což mělo kladný vliv na přesnost výsledného digitálního modelu rekonstruovaného z druhého vojenského mapování. V závěru kapitoly je rekonstruovaný digitální model terénu z druhého vojenského mapování porovnán s referenčním digitálním modelem – DMR ZABAGED. Byla zkoumána shodnost jednotlivých terénních tvarů a přesnost digitálního modelu terénu rekonstruovaného z druhého vojenského mapování.

# 1. Druhé vojenské mapování – Františkovo

Během prvního vojenského mapování<sup>1</sup> (josefského) byly poprvé vyhotoveny topografické mapy pro téměř všechny země rakouské monarchie. Po jeho ukončení se však projevil již delší dobu patrné nedostatky (polohové deformace, nesoulady v zákresu objektů na jednotlivých mapových listech, často hrubá zeměpisná orientace). Výsledné mapové dílo nedosahovalo očekávaných kvalit a neumožňovalo sestavení přehledné mapy celé monarchie, což mělo být jedním z hlavních cílů tohoto mapování.

Na přelomu 18. a 19. století rakouská monarchie stále trpěla akutním nedostatkem dobrých válečných map<sup>2</sup> a stále postrádala souvislou mapu území včetně všech provincií. Potřeba nových a kvalitnějších map plynoucí z rozvoje průmyslu a obchodu, především však z neúspěchů vojsk v napoleonských válkách, vedla k zahájení nového mapování – druhého vojenského mapování (Františkovo).

## 1.1 Geodetické základy

Vzhledem k celkové rozloze monarchie (téměř 11 000 čtverečních mil) nebylo možné na celé území nahlížet jako na rovinu. I při budování trigonometrické sítě, která měla být rozvinuta na celém území monarchie, bylo nutné uvažovat zakřivení zemského povrchu, jednotlivé trojúhelníky pak byly považovány za rovinu. Důraz byl kladen na jednotnost měřických postupů i následného zpracování, (Binnenthal 1810: §§ 1 – 3).

Takto vybudovaná trigonometrická síť měla tvořit referenční geodetický systém nového mapování a umožnit sestavení přehledné mapy celé monarchie. V průběhu mapování však došlo především z ekonomických a časových důvodů ke změně technologie. Na vybraných částech území monarchie, kde již byly k dispozici výsledky mapování stabilního katastru, byly využity výsledky triangulace stabilního katastru a modifikována technologie mapování.

### 1.1.1 Geodetické základy budované podle původní technologie

Roku 1806 byl císařem Františkem II.<sup>3</sup> schválen **návrh Antona Mayera z Heldensfeldu**<sup>4</sup>, šéfa štábu generálního ubytovatele (*Generalquartiermeisterstab*), na zahájení nového mapování<sup>5</sup> (Boguszak a Císař 1961: 14), (Kuchař 1967: 80), (Hofstätter 1989: 61), (Kupčík 1992: 73) a (Kretschmer, Dörflinger a Wawrik 2004: 173). Podle Heldensfeldova návrhu měla být pro celé území rakouské monarchie vybudována vojenská triangulace<sup>6</sup> (jako referenční geodetický systém), která měla tvořit základ nového mapování a umožnit sestavení souvislé mapy celé monarchie z chybně orientovaných map prvního vojenského mapování.

<sup>1</sup> První vojenské mapování – josefské bylo v Čechách prováděno v letech 1764 – 1767 (273 mapových listů), na Moravě v letech 1764 – 1768 (126 mapových listů) a ve Slezsku v letech 1763 – 1764 (40 mapových listů). Z důvodu odstranění zjištěných nedostatků bylo přezkoušením popř. revizí nebo nově mapováno na území Čech 143 mapových listů v letech 1778 – 1781, na Moravě nově mapováno 40 mapových listů v letech 1778 – 1781 a ve Slezsku roku 1780 nově mapováno 30 mapových listů (Kuchař 1967: 61).

<sup>2</sup> Francie měla Cassiniovu mapu 1:86 400 vyhotovenou na podkladě astronomicko-geodetické triangulace, Prusko Schmettauovu kabinetní mapu 1:50 000 a Italské země D'Albovu mapu 1:259 200 (Boguszak a Císař 1961: 14).

<sup>3</sup> V literatuře je též uváděno František I. Císař František (\*1768 – †1835) byl prvním rakouským (František I.) a zároveň druhým římským císařem (František II.), vládl v letech 1792 – 1835.

<sup>4</sup> Podrobnější informace k osobě Antona Mayera z Heldensfeldu jsou uvedeny v příloze 1.

<sup>5</sup> Roku 1806 byly plánovitě započaty práce na budování geodetických základů a realizaci topografického mapování. Rok 1806 je v (Palduš 1919: 14), (Nischer 1925: 122), (Boguszak a Císař 1961: 14), (Kuchař 1967: 80), (Hofstätter 1989: 61), (Kupčík 1992: 73) i (Kretschmer, Dörflinger a Wawrik 2004: 173) uveden jako rok zahájení prací na projektu druhého vojenského mapování.

<sup>6</sup> V (Boguszak a Císař 1961: 14) uváděna jako astronomicko-trigonometrická síť, v (Nischer 1925: 113) jako tzv. Gesamttriangulierung.

**Druhé vojenské mapování (dále též II. vojenské mapování) bylo nařízeno rozkazem císaře (*Kabinetbefehl*) ze dne 2. dubna roku 1806** (Hofstätter 1989: 61). Ještě téhož roku byla zřízena při štábu generálního ubytovatele triangulační kancelář (*Triangulierungsbureau*) jako součást topografického ústavu (*Topographische Anstalt*) (Nischer 1925: 122), (Boguszak a Císař 1961: 14), (Kuchař 1967: 80). **Práce na budování vojenské triangulace byly započaty pod vedením F. X. Richtera von Binnenthal<sup>7</sup>.**

Podle (Nischer 1925: 121) byli v zimě 1806 – 1807 všichni pracovníci, kteří se měli podílet na budování vojenské triangulace, sezváni do Vídně, kde byla pod vedením šéfa štábu generálního ubytovatele, A. Mayera z Heldensfeldu, stanovena metodika, která měla zajistit jednotný postup při provádění a zpracování triangulačních prací. Jednalo se o teoretické přednášky vybraných částí matematiky s praktickými příklady výpočtů. Součástí semináře bylo i zpracování prvních měření vojenské triangulace z léta roku 1806. V závěru semináře byla do programu zařazena každý den přibližně hodinová přednáška tehdy nadporučíka Augustina<sup>8</sup> z Delambreho díla o úhlovém měření<sup>9</sup>.

Roku 1809 byly triangulační (i mapovací) práce přerušeny válkou. Přístrojové vybavení, elaboráty s výpočty, spisy i náčrtky byly uloženy do Válečného archivu ve Vídni (dnes: Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien, dále též ÖSTA – KA Wien), (Nischer 1925: 125). V závěru roku byl podplukovník Florian Babel von Fronsberg dopisem ze dne 26. listopadu 1809<sup>10</sup> od tehdejšího šéfa štábu generálního ubytovatele Radeckého pověřen, aby co nejdříve zajistil vydání předpisů pro činnosti spojené s realizací druhého vojenského mapování. Podplukovník Babel předložil již 2. ledna 1810 rozsáhlý elaborát a ještě v průběhu téhož roku byly v dvorské a státní tiskárně vydány následující instrukce, jejichž autorem byl F. X. Richter von Binnenthal: „*Instruction für die bey der k.k. österreichischen Landes-Vermessung angestellten Heren Officiere*“ (1. května 1810) a „*Instruction für die im Calcul-Bureau der k.k. österreichischen Landes-Vermessung angestellten Herren Officiere*“ (1. srpna 1810)<sup>11</sup>.

V úvodu první z výše uvedených instrukcí (Binnenthal 1810) autor zdůrazňuje, že veškeré činnosti konané při měření mají směřovat k tomu, aby objekty zakreslené v mapě co nejvíce odpovídaly skutečnosti v terénu. Nejen vzdálenost bodů, ale i jejich vzájemná poloha jsou velmi důležité, neboť bez nich by zakreslování objektů do map pozbylo smyslu. Čím přesněji je určena vzdálenost a vzájemná poloha bodů, tím přesněji se bude shodovat obraz zakreslený v mapě s daným územím v terénu. Aby bylo této shody dosaženo co nejlépe, je třeba při zpracování i měření aplikovat znalosti matematiky a především geometrie. Na rozdíl od klasické geometrie, kde pro určení trojúhelníka postačuje znalost jedné strany a úhlů jí přilehlých, jsou při mapování dány vrcholy trojúhelníka a strana jednoho je zároveň stranou druhého trojúhelníka.

Dle úvodu (Binnenthal 1810) byly při budování trojúhelníkových řetězců měřeny všechny úhly, v prvním trojúhelníku byla určena orientace a délka jedné strany. Poloha a délky stran zbývajících trojúhelníků byly určeny buď zakreslením pomocí měřického stolu (*Messtisch*) nebo výpočtem. Protože triangulační síť neleží v rovině, ale na sféře, bylo nutné aplikovat metody sférické trigonometrie pro opravu měřených hodnot, aby bylo možné spolehlivě a s dostatečnou přesností určit strany zbývajících trojúhelníků v rovině.

Cílem tedy bylo vybudovat trojúhelníkovou síť, kde byly měřeny všechny úhly a určena jedna jediná strana zvoleného trojúhelníka, tzv. délková základna (*Grundlinie* nebo *Basis*). Následovat mělo pečlivé zpracování měřených dat se zavedením oprav a výpočetní

<sup>7</sup> Podrobnější informace k osobě F. X. Richtera von Binnenthal jsou uvedeny v příloze 1.

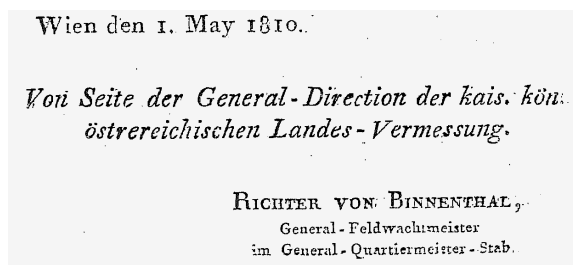
<sup>8</sup> Podrobnější informace k osobě nadporučíka Augustina jsou uvedeny v příloze 1.

<sup>9</sup> Dle (Nischer 1925: 122): Méchain et Delambre: *Base du système métrique décimal, ou mesure de l'arc, du méridien compris entre les parallèles de Dunkerque et Barcelone, exécuté en 1792 et années suivantes*. Tome I. Paris. Janvier 1806.

<sup>10</sup> Podle (Nischer 1925: 122) je dopis uložen v Rakouském státním archivu ve Vídni (Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien, signatura: K VII a 27-1).

<sup>11</sup> Tyto instrukce neměly zůstat jedinými vydanými předpisy. Vydání dalších instrukcí mělo postupně následovat. Roku 1818 bylo podle (Nischer 1925: 122) ještě vydáno: *Terrain-Lehre zum Unterrichte für die Officiere der österreichischen Armee*. Von General-feldmachtmeister Moriz. v. Gomez.

práce, jejichž postup byl stanoven předpisy s platností pro celý projekt mapování. **Činnosti měřiče spojené s volbou trojúhelníků, měřením úhlů a základnovým měřením byly souhrnně nazvány triangulací. Jednotnost postupu měřických prací, zaznamenávání měřených dat a jejich zpracování měla být zajištěna vydáním příslušných předpisů a instrukcí.** V závěru úvodního textu (Binnenthal 1810) je uveden datum a autor textu včetně hodnosti, viz obr. 1.



Obr. 1 Datum a jméno autora textu (Binnenthal 1810: 6).

Vlastní text instrukce (Binnenthal 1810) je psán v podobě paragrafů a je členěn do čtyř tématických celků:

- O volbě a měření délkové základny (*Über die Auswahl und Messung einer Grundlinie*)
- O budování trigonometrické sítě pro celé území monarchie (*Von der Bildung des Dreyecks-Systems über ein ganzes Land*)
- O měření úhlů multiplikačními kruhy a teodolity (*Von der Beobachtung der Winkel mit Multiplications-Kreisen und Theodoliten*)
- O určování dalších významných bodů uvnitř trojúhelníků s měřenými vnitřními úhly (*Von der Bestimmung der übrigen merkwürdigen Punkte innerhalb der durch Winkelmesser aufgenommenen Dreyecke*)

Následují čtyři krátké statě s popisem geodetických přístrojů, jež jsou označeny písmeny A až D. V první části (A) je popsána manipulace, obsluha a rektifikace Reichenbachova teodolitu, tehdy nově zkonstruovaného 16-ti palcového Bordeho repetičního kruhu. Text byl vypracován a zaslán k otištění přímo Reichenbachem. V druhé části (B) je podrobněji popsán Baumannův Cercle-Repetiteur. V další části (C) je uvedeno několik poznámek k rektifikaci Reichenbachova teodolitu, autorem této části je opět sám Reichenbach. V poslední části D je podrobně popsán postup výpočtu škod na porostech v lesních průsecích (podmínky a postup stanovení ceny v závislosti na stáří, lokalitě a typu porostu, stanovení typů porostů, které mohou či nemohou být káceny, praktická ukázka vyplněného protokolu s výpočtem ceny porostu ve zlatých, pomocné tabulky pro stanovení ceny). V závěru instrukce jsou přílohy:

- ukázka předtištěného formuláře s popisem jednotlivých položek (Formulář byl vyplňován při triangulačních měřeních, odeslán na ředitelství triangulace, kde byl zkontrolován, systematicky zařazen a následně předán topografické kanceláři, kde měl být dle (Binnenthal 1810) uložen a uschován „na věčné časy“.),
- čtyři tabulky ilustračních obrázků tématicky se vztahujících k předcházejícím textům instrukce.

Roku 1810 byly opět zahájeny triangulační práce. Ve Vídni bylo povoláním důstojníkům, kteří měli pokračovat v budování vojenské triangulace a ve výpočetních pracích, vydáno z Válečného archivu přístrojové vybavení i příslušné elaboráty, spisy a náčrty. Z velké části bylo vše v pořádku, ztracené či poškozené dokumenty byly brzy nahrazeny, postup triangulačních prací nebyl jejich ztrátou výrazně narušen (Nischer 1925: 126).

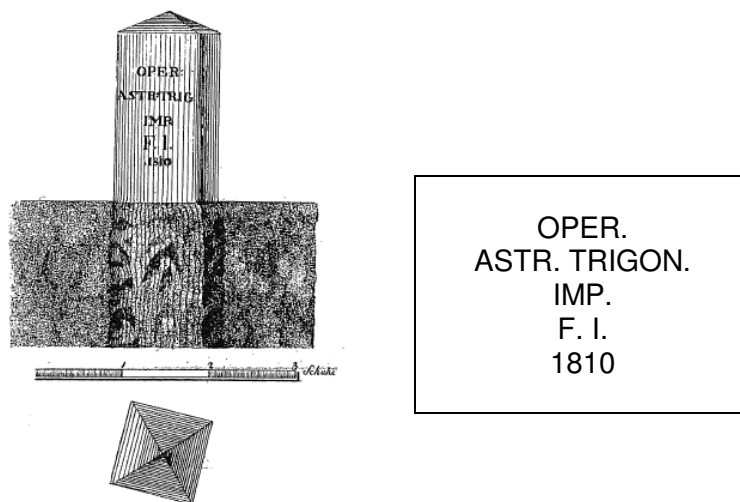
Vzhledem k náročnosti činností spojených s výkonem triangulačních a topografických prací (osm až devět měsíců trvajícím nepřetržitým pobytem a měření v terénu za každého počasí jak v rozpálených písečných pláních v Maďarsku tak v zasněžených

Alpách Rakouska a Štýrska) mohli tyto činnosti vykonávat pouze příslušníci armády, protože byli zoceleni válečným strádáním, byli zvyklí plnit náročné úkoly v nepřístupném terénu, měli předpoklady, že navzdory únavě a vysílení se sebezapřením jakožto pouhý článek většího celku obstojí i v takto náročných podmínkách, (Binnenthal 1810: §77).

Triangulátoři byli nuceni překonávat nejen obtížný terén, ale i nevoli místního obyvatelstva. Postupu prací byli nuceni věnovat velké úsilí, o čemž svědčí: na podzim roku 1810 celkem z mužstva, které činilo nejvýše 26 mužů, dva triangulátoři podleli, 12 jich trpělo z části tuberkulózou z části těžkým revmatismem a jeden měl zlomenou nohu (Nischer 1925: 128).

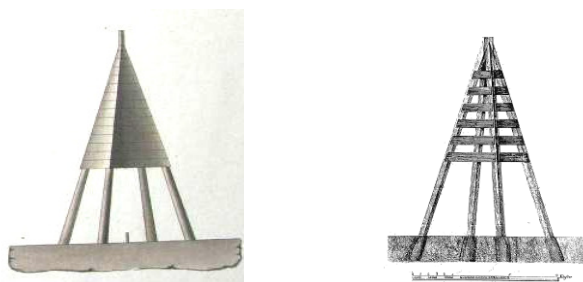
Postup triangulačních prací je podrobně popsán v (Binnenthal 1810). Jednotlivé trojúhelníky tvořící trigonometrickou síť měly být co možná nejbližší rovnostranným trojúhelníkům. Měly mít co možná nejdelší strany (pokud to podmínky v terénu a přístrojové vybavení umožňovalo). Trojúhelníky byly voleny tak, aby na jednu sekci (*Section*) připadly aspoň dva trigonometrické body (dále též TB) a aby velikost vnitřního úhlu byla min.  $45^\circ$  a max.  $70^\circ$ , (Binnenthal 1810: §§27 – 28).

Trigonometrické body byly stabilizovány opracovaným kamenem o výšce 5 stop (převodní vztahy jednotek uvedených v sáhové a metrické míře jsou v příloze 2) a šířce jedné stopy opatřeným zkráceným nápisem: *Operatio astronomica trigonometrica imperante Francisco I. 1810*, (Binnenthal 1810: §33). Ukázka je na obr. 2.



Obr. 2 Stabilizace trigonometrického bodu dle (Binnenthal 1810).

Pokud nebyl k dispozici kameník, zatloukl důstojník na dané místo kolík. Důstojník byl pak povinen nahlásit a ukázat dané místo vrchnosti, která byla pověřena nechat na místě na tzv. „*in conto aerarii*“ co nejdříve zhotovit kámen daných rozměrů s předepsaným nápisem. Ke každému TB byl metodou „*a la vue*“ pro případ následné kontroly stabilizací vyhotoven místopis, (Binnenthal 1810: §§33, 34). Místopisný plán včetně nákresu signalizace a stabilizace bodu *Schöningerberg* v tehdejší Budějovickém kraji je v příloze 3.



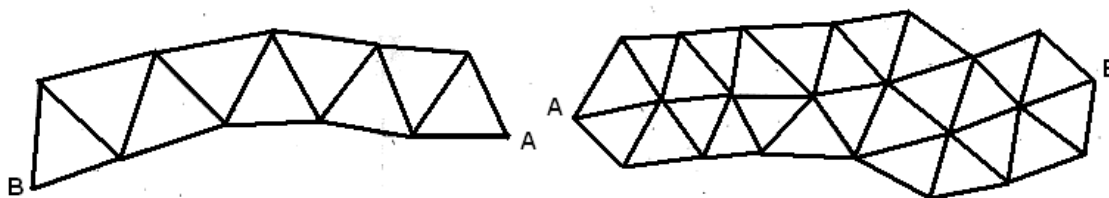
Obr. 3 Obvyklý způsob signalizace bodů vojenské triangulace užívaný na našem území vlevo dle (Triangulirung 1808), vpravo další možný způsob dle (Binnenthal 1810).

Vybrané trigonometrické body byly signalizovány dřevěnou pyramidou, centricky postavenou nad bodem. Bednění ve vrchní části pyramidy bylo z důvodu usnadnění cílení natřeno střídavě černou a bílou barvou. Ukázka pyramidy je na obr. 3. Pokud v dané lokalitě nebylo k dispozici dřevo nebo jiný vhodný materiál (např. v horském terénu), mohly být pyramidy zděné nebo kamenné, (Binnenthal 1810: §31).

Každému z tzv. triangulátorů (*Triangulateurs*) byla přidělena předem určená lokalita, jejíž hranice byly dány polygonem tvořeným délkami trigonometrických stran<sup>12</sup>. Nejprve byly zaměřeny triangulační řetězce, poté bylo měřeno v tzv. „prázdných prostorách“. Podle použitých měřických přístrojů byly dle (Binnenthal 1810: §§35, 36) triangulační řetězce rozlišovány na:

- **jednoduché** (obr. 4 vlevo) – měřeno přístroji s vyšší přesností (tzv. *Multiplications Kreise*).
- **dvojité** (obr. 4 vpravo) – měřeno přístroji s nižší přesností, provádění zkoušek naměřených hodnot (součet vnitřních úhlů trojúhelníka je 180°)

Podrobně je postup budování triangulační sítě dle původní technologie popsán v (Binnenthal 1810: §§25 – 36).



Obr. 4 Jednoduchý a dvojitý triangulační řetězec (Binnenthal 1810).

Pro triangulační práce byly k dispozici přístroje s minutovou přesností, čtyři multiplikační kruhy (*Multiplications-Kreise*) a pět teodolitů (*Theodoliten*). Vzhledem k omezenému počtu přístrojů bylo nutné dbát velké opatrnosti při přepravě i při vlastním měření v terénu, (Binnenthal 1810: §38).

Při následných výpočtech byly zaváděny opravy<sup>13</sup>: z excentricity kruhu, opravy tzv. šikmých úhlů na horizontální, opravy na centrum, opravy z centrace signálu, oprava sférického úhlu na rovinný. Při výpočtech byla dle (Binnenthal 1810: §§55, 56, 57, 58) zaváděna též oprava zenitových úhlů, které byly (pokud to umožňovaly podmínky v terénu) vztaženy na špičku signálu. Hodnota opravy je dána vztahem:

$$\frac{h \cdot \sin d}{K \cdot \sin 1''}, \quad (1)$$

kde  $h$  je výška stanoviska,  $K$  je vzdálenost stanoviska a cíle,  $d$  je měřený zenitový úhel. Podrobnější informace, ukázky vyplněných formulářů přímo z terénu, odvození a ukázky výpočtu redukci jsou v (Binnenthal 1810: §§41 – 62).

Trigonometrické body zpravidla nebyly v náčrtech a výpočetních protokolech označovány celým názvem, ale pouze zkratkou nebo několika počátečními písmeny tak, aby byla v rámci náčrtu či protokolu zachována jednoznačnost, (Binnenthal 1810: §64). Náčrt části sítě vojenské triangulace z roku 1808 budované na území Čech poručíkem Kielmannem s označenými trigonometrickými body pomocí zkratk je v příloze 4.

např: **W.** – Wien; **Wi.** – Wiedersberg; **Wo.** – Wolfgang  
**Ro.** – Rohrbach; **Roh.** – Rohrenhausen; **Rol.** – Rolldorf

<sup>12</sup> Na „společných“ bodech bylo měřeno oběma triangulátory.

<sup>13</sup> Odvození i praktické ukázky výpočtu oprav byly publikovány již roku 1807 v díle (*Verschiedene astronomisch-trigonometrische Formeln 1807*). Do Instrukce (Binnenthal 1810) byly pravděpodobně převzaty.

Při měření v terénu měly být vyloučeny jakékoli časové prodlevy. I v případě nepříznivého počasí pro měření musely triangulační práce neustále pokračovat např. vyplňování a výpočty protokolů přímo v terénu, odesílání měřených dat ke zpracování<sup>14</sup>, (Binnenthal 1810: §63).

Jako trigonometrické body byly brány i trvalé objekty v krajině, tj. objekty, u kterých se předpokládalo, že budou zobrazeny na mapách (např. věže kostelů, zámeků, významných budov, ...). Tyto objekty tvořily tzv. vedlejší trojúhelníky (*Neben-Dreiecke*), ve kterých byly měřeny pouze dva vnitřní úhly (třetí bod byl pro měření úhlů nepřístupný, nebylo tedy možné určit některé korekce). Trvalé objekty byly v náčrtech a protokolech dobře popsány, aby nedošlo k jejich záměně. Na přehledkách byly vedlejší trojúhelníky vyznačeny tečkovaně a očíslovány arabskými číslicemi. Ve výpočetních protokolech jsou uváděny až po tzv. „hlavních trojúhelnících“, (Binnenthal 1810: §§67, 68).

Uvnitř trojúhelníků tvořených trigonometrickými body, byly zaměřovány další „významné body“ metodou měřického stolu v měřítku 1:115 200<sup>15</sup>, které bylo dostačující k tomu, aby na jednu sekci připadly tři nebo čtyři trigonometrické body. Protože při mapování měla být přesně zaměřena všechna města, městyse, vesnice, zámky, dvory a ostatní objekty až na úroveň jednotlivých domů nebo stromů, bylo nutné zvolit i větší měřítko 1:57 600<sup>16</sup>, tzv. poloviční než bylo měřítko obvyklé (měřítko 1:57 600 bylo následně užívané též při vlastním mapování, tzv. *Detail-Aufnahme*), (Binnenthal 1810: §69).

Práce s měřickým stolem (*Messtisch*) používaným pro grafickou triangulaci a podrobné měření polohopisu je popsána v „*Kurzer Unterricht vom Aufnehmen mit dem Messtische zum Gebrauch der Officiere der k.k.Oesterreichischen Armee von Freyherrn von Unterberger F.M.L.*“ (Unterberger 1807). Text je psán v podobě paragrafů rozdělených tematicky do 18 částí (jejich názvy v originále – německy a s volným překladem jsou uvedeny v příloze 5). V úvodu je definováno **mapování** (*Aufnehmen oder Ausmessen*) **jako určování polohy a vzdálenosti daných bodů, směrů a úhlů, které jsou nutné pro zakreslení zmenšeného obrazu situace v terénu do map a plánů** (Unterberger 1807: § 1). Dále autor apeluje na dodržování stanovených metodik a postupů při měření, na správné používání odpovídajících pomůcek tak, aby bylo měření co možná nejpřesnější. Zdůrazňuje, že při zaměřování větších území (např. vévodství, království, ...) je důležitá nejen spolupráce několika topografů současně pracujících s měřickým stolem, ale i zpracování jejich výsledků (Unterberger 1807: § 2). V závěru návodu je obsah a pět tabulek obrazových příloh:

1. nákresy postavení a orientace měřického stolu,
2. volba stanovisek měřického stolu při zaměřování křivých toků řek,
3. volba stanovisek měřického stolu při zaměřování cest, vnitřních prostor budov a vnitrobloků – např. nádvoří,
4. volba stanovisek měřického stolu při zaměřování opevněných sídel a vojenských pevností,
5. ukázka zakreslené souvislé části území s vyznačením stanovisek měřického stolu a směrů měření.

Každý list na měřickém stole byl rozdělen do čtyř sekcí, na které byly v Triangulierungs-Büreau vyneseny trigonometrické body. Když to bylo možné, dostal s sebou do terénu každý triangulátor takto připravené čtyři listy, tzv. *Tischblätter*. Před měřením musel triangulátor nejprve orientovat měřický stůl. Odebral se na jeden trigonometrický bod zakreslený na listě (*Tischblatt*) upnutém na měřickém stole, postavil měřický stůl a hledal druhý zpravidla vzdálenější trigonometrický bod, který měl taktéž vyneseny na stole. Na spojnici obou trigonometrických bodů vnesených na listě položil měřítko

<sup>14</sup> Na zpracování odeslaných výsledků triangulátor nečekal, v měření pokračoval dále.

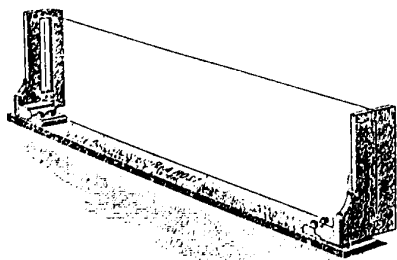
<sup>15</sup> Viertel Maß – 1'' (vídeňský palec) na mapě odpovídá 1600 (vídeňským sáhům) ve skutečnosti, což je 4000 vojenských pochodových kroků. ( $1600^{\circ} = 1600 \text{ sáhů} \cdot 6 \text{ stop} \cdot 12 \text{ palců} = 115200 \text{ palců}$ ).

<sup>16</sup> Halbe Maß – 1'' (vídeňský palec) na mapě odpovídá 800 (vídeňským sáhům) ve skutečnosti, což je 2000 vojenských pochodových kroků. ( $800^{\circ} = 800 \text{ sáhů} \cdot 6 \text{ stop} \cdot 12 \text{ palců} = 57600 \text{ palců}$ ).

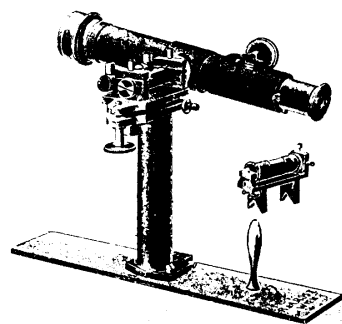


(tzv. Diopterlineal – obr. 5, Perspektiv-Lineal – obr. 6) a otáčel stolem tak, aby spojnice trigonometrických bodů na stole odpovídala spojnicí odpovídajících trigonometrických bodů v terénu, (Binnenthal 1810: §70).

Aby zůstalo postavení stolu zachováno, dokud nebude provedena triangulace na všech čtyřech sekcích, následovala aretace měřického stolu. Dále byla přiložena buzola, její jehla nastavena na nulový směr a pomocí tenké linie tažené na okraji skříňky označena též poloha buzoly. Tímto postupem bylo možné stůl postavit a orientovat na libovolném bodě (pokud to podmínky v terénu umožňovaly), i když tento bod nebyl zanesen na papíře na měřickém stole (v tomto případě byl bod určován tzv. protínáním zpět), (Binnenthal 1810: §70).

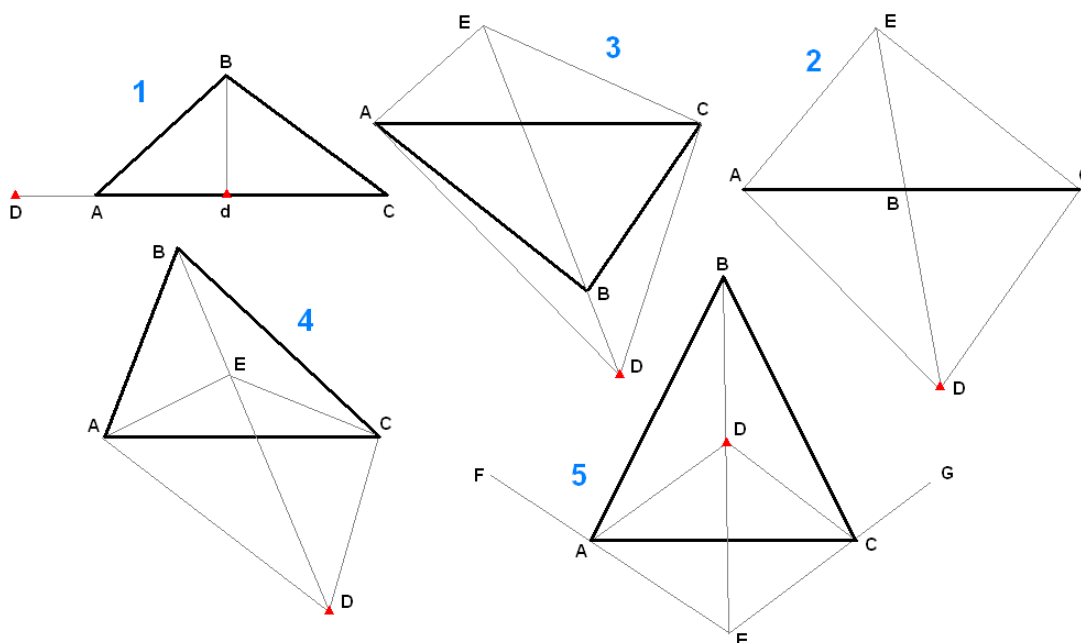


Obr. 5 Záměrné pravítko – Diopterlineal (Hofstätter 1989).



Obr. 6 Eklimetr – Perspektiv-Lineal (Hofstätter 1989).

Výše popsaný postup orientace a postavení měřického stolu jsou nejjednodušší metodou. Bohužel v terénu mohly nastat situace, kdy nebylo možné pro postavení a orientaci měřického stolu použít výše popsanou metodu, což nastalo např. v horách, kde bylo zřízeno jen velmi málo trigonometrických bodů a mohly být v dané době nepřístupné (byly zapadané silnou vrstvou sněhu). Nebo se trigonometrický bod nacházel na nepřístupném místě vysoko v horách a cesta včetně transportu vybavení by byla časově i ekonomicky neúměrně náročná. V těchto případech bylo možné dle (Binnenthal 1810: §71) zvolit některý z následujících způsobů orientace měřického stolu.



Obr. 7 Pět možností postavení měřického stolu v terénu (postavení měřického stolu je popsáno písmenem D, popř. d a vyznačeno červeným trojúhelníkem).

Měřický stůl bylo možné postavit:

1. na spojnici dvou již daných bodů nebo na prodloužení spojnice dané dvěma body (obr. 7-1) - „Postavit (orientovat) měřický stůl tak, aby se shodoval směr na bod A na stole i v terénu, stejně tak pro bod C. „
2. mimo přímku, která je tvořena třemi body (obr. 7-2)
3. mimo trojúhelník, který je dán třemi body (obr. 7-3 a obr. 7-4)
4. uvnitř trojúhelníka daného třemi body (obr. 7-5)

Nejllepší orientace měřického stolu a určení stanoviska stolu nastala, když bylo možné postavit měřický stůl postupně na dva trigonometrické body a třetí bod z nich určovat, nebo když byla možnost postavení měřického stolu na spojnici nebo prodloužení spojnice dvou trigonometrických bodů (jako v bodě 1 – obr. 7-1), dle (Binnenthal 1810: §71).

Dříve než byla zahájena tzv. *podrobná triangulace*, musely být takto určeny nejméně tři trigonometrické body v každé sekci. Když byl triangulátor přesvědčen o správnosti jejich určení, bylo možné mezi tyto a trigonometrické body doplnit další body dle možností postavení měřického stolu (obr. 7-2 až 5), dle (Binnenthal 1810: §71).

Ke konci roku 1811 byl vedoucí nově zřízené triangulační kanceláře, F. X. Richter von Binnenthal, nucen z finančních důvodů přerušit buď triangulační, nebo mapovací práce. Zvolil přerušeni triangulačních prací (13. prosince 1811), což umožnilo plynulý průběh mapování, protože triangulační síť byla již v té době vybudována na několik let dopředu a mapovací práce tak mohly plynule pokračovat (Nischer 1925: 150).



Obr. 8 Vojenská triangulace vybudovaná na tehdejší území Čech, Moravy a Slezska v letech 1806 – 1811 a délkové základny u Welsu (Wells), Vídeňského Nového Města (Wiener Neustadt) a u Rábu (Raab) – zleva, vyznačené žlutočernými praporky. Území triangulované roku 1806 je znázorněno růžově, 1807 žlutě, 1808 modře, 1810 tmavě zeleně, 1811 červeně (Arbeiten des k.k. Generalquartiermeisterstabs... 1850).

Jak je patrné z obr. 8, byla již roku 1811 vojenská triangulace vybudována prakticky na celém území Čech, Moravy a Slezska. Na triangulačních pracích se na našem území podíleli: *hejtman Fallon*, *hejtman Maurich*, *hejtman Mertz*, *poručík Kielmann* a *poručík Schweiger*. Součástí triangulačního operátu byly zápisníky měřených hodnot, protokoly

s výpočty, náčrtky částí triangulační sítě, nákresy stabilizace a signalizace bodů a topografické popisy, seznamy a sumáře. Provedení a podrobnost dokumentů bylo z velké části závislé na osobě, která je vyhotovovala. Ukázka obvyklého způsobu stabilizace a signalizace bodů na našem území je na obr. 3.

Během triangulačních prací bylo též povinností triangulátora všimnout si a zaznamenávat hodnotu a rozsah škod na polních plodinách a lesních porostech, na které byl kladen větší důraz. Hodnotu škod vyčíslovala nezávislá komise složená z občanů odpovídajícího vzdělání, pokud nebyli odborníci do komise k dispozici, byla hodnota škod stanovena podle postupu daného přílohou D instrukce, (Binnenthal 1810: § 76).

Triangulační práce byly opět zahájeny až roku 1816. Nejprve bylo nutné dokončit výpočetní práce z let 1806 – 1808 a 1810<sup>17</sup>. Zároveň musely být prováděny výpočty pro právě probíhající triangulační práce. Přehled území pokrytých vojenskou triangulací v letech 1806 – 1819 je uveden v tabulce 1. Graficky je průběh prací znázorněn v příloze 6.

**Tab. 1 Vojenská triangulace z let 1806 – 1819 (Nischer 1925: 139, 140, 150).**

<b>Vojenská triangulace vybudovaná pod velením F. X. Richtera:</b>	
<b>1806</b>	části Dolního Rakouska, Horního Rakouska a Moravy
<b>1807</b>	části Dolního Rakouska, Horního Rakouska, Salzburgu (s malým klínem jihozápadního Bavorska), Štýrska, Čech, Moravy a Uher
<b>1808</b>	části Dolního Rakouska, Horního Rakouska, Salzburgu, Štýrska, Korutan, Čech, Moravy, Slezska, Uher a Chorvatska
<b>1810</b>	části Dolního Rakouska, Horního Rakouska, Štýrska, Čech, Moravy, Uher a Chorvatska
<b>1811</b>	části Štýrska, Čech a Moravy
<b>Vojenská triangulace vybudovaná pod vedením L. A. Fallona<sup>18</sup>:</b>	
<b>1816</b>	Tyrolsko, Ilyrie, část Uher podél toku Dunaje
<b>1817</b>	propojení rakouské a italské sítě s Ilyrií a Tyrolskem, pak pokračování měření v Uhrách podél Dunaje
<b>1818</b>	dokončení triangulace v Vorarlbergu a hlavního trojúhelníkového řetězce s počátkem v Diech až na Brenner trigonometrické určování výšek bodů (Trigonometrische Nivellierung) mezi Chebem (Eger) a Šumperkem (Mährisch Schönberg)
<b>1819</b>	měření části trojúhelníkové sítě v Uhrách a v Galicii a Peterwardein až k Moldavě na jihu.

Podle (Nischer 1925: 139) bylo roku 1820 sítí prvního řádu pokryto: úsek Dukla–Lubno–Rosenau v Horních Uhrách, úsek ostrov Schütt–Osen podél Dunaje, úsek Werschetz–Karansebes na jihu Uher, následujícího roku byly v severních Uhrách vybudovány úseky Jablunka–Neusohl–Rimaszombat, na jihu úsek Ivanic–Semlin z velké části dokončena základna u Raabu.

<sup>17</sup> Výpočetní práce byly dokončeny až roku 1820. Jednalo se o výpočty k téměř 300 bodům (určení jejich zeměpisné šířky a délky), výpočet více jak 200 rohů sekcí, redukce zenitových délek (Zenithdistanzen), výpočet převýšení pro velkou část území Čech, Moravy, Dolního Rakouska a vnitřního Rakouska, výpočet refrakce téměř 1000 provedených pozorování, výpočet ploch celé trojúhelníkové sítě pro stanovení plošného obsahu jednotlivých zemí, pokračování ve výpočtech triangulačních protokolů (Nischer 1925: 139).

Heldensfeldův projekt sítě I. řádu předpokládal zaměření tří základních triangulačních řetězců podél rovnoběžek 46°, 48° a 50° (Kuchař 1967: 81):

- Zagreb (Záhřeb) – Timișoara (Temešvár) – Brașov (Brašov),
- Salzburg (Solnohrad) – Wiener Neustadt (Vídeňské Nové Město) – Győr (Ráb) – Suceava (Sučava),
- Karlovy Vary – Praha – Kralický Sněžník – Lviv (Lvov).

Výše uvedené řetězce byly vzájemně propojeny třemi poledníkovými řetězci (Kuchař 1967: 81):

- pražským (Rijeka – Wels – Praha),
- vídeňským (Zagreb – Varaždín – Wien – Kralický Sněžník),
- tokajským<sup>18</sup>.

**Celá síť vojenské triangulace měla být původně určena v jednotném souřadnicovém systému (svatoštěpánském), aby bylo možné souvisle zobrazit celé území monarchie v jednotném kladu mapových listů.** Pro Horní a Dolní Rakousko, Solnohradsko, Tyroly a SZ část Uher se tak stalo (Boguszak a Císař 1961: 14), (Kuchař 1967: 82). Rozměr sítě byl odvozen ze základny u Vídeňského Nového Města<sup>19</sup> v Dolním Rakousku, která byla nově připojena na vídeňskou hvězdárnu. Nově byla určena základna u Welsu<sup>20</sup> v Horním Rakousku s pozdějším propojením na základnu u Rábu<sup>21</sup> v Uhrách (Čada 2005: 35).

Délkové základny byly budovány, měřeny a určovány velmi pečlivě. Nepřesné určení délkové základny by ovlivnilo triangulační síť celé monarchie a následné opravy i přeměřování by byly finančně náročné. Pro případné zjištění chyby nebo omylu při triangulaci byl dle (Binnenthal 1810: §5) stanoven následující postup:

- Pokud byl měřič přesvědčen o správnosti základny, byla provedena kontrola úhlů a nalezená chyba byla odstraněna.
- Pokud měl měřič o správnosti určení základny pochybnosti, bylo nutné určit základnu opětovně, najít diferenci vzhledem k předchozímu určení, opravit daný trojúhelníkový řetězec (tj. zjistit, kde se chyba vyskytla a hodnoty přepočítat), obnovit a přeurčit všechny trojúhelníky, které byly k základně vztaženy.

Pro vybudování délkové základny musely být dle (Binnenthal 1810: §6) v dané lokalitě splněny následující podmínky<sup>22</sup>:

- viditelnost mezi koncovými a mezilehlými body základny,
- stabilní podloží, pevný a nepodmáčený terén,
- v terénu k dispozici lokalita pro vytyčení základny o délce min. 6 000 víd. sáhů (tj. 11,38 km).

Délková základna byla připojena na ostatní trojúhelníky o délce strany minimálně 20 000 víd. sáhů, (tj. 37,93 km). Kratší základna, byla postupně připojována na více menších trojúhelníků, dokud délka strany trojúhelníka nedosáhla minimálně 15 000 víd. sáhů, (tj. 28,45 km), (Binnenthal 1810: §6). Koncové body délkové základny byly

<sup>18</sup> Bližší informace nejsou známy.

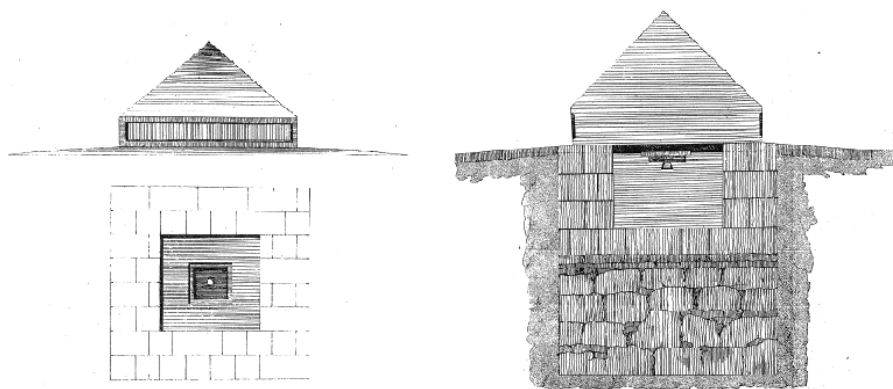
<sup>19</sup> Základna u Vídeňského Nového Města vybudovaná J. Liesganigem (podrobnější informace k osobě J. Liesganiga jsou uvedeny v příloze 1): 1762, délka 6 410,90 víd. sáhů (Boguszak a Císař 1961: 14), po přepočtu 12 158,169 m.

<sup>20</sup> Základna u Welsu: 1806, délka 7 904,16 víd. sáhů (Boguszak a Císař 1961: 14), po přepočtu 14 990,113 m.

<sup>21</sup> Základna u Rábu: 1810, délka 9 429,43 víd. sáhů (Boguszak a Císař 1961: 14), po přepočtu 17 882,763 m.

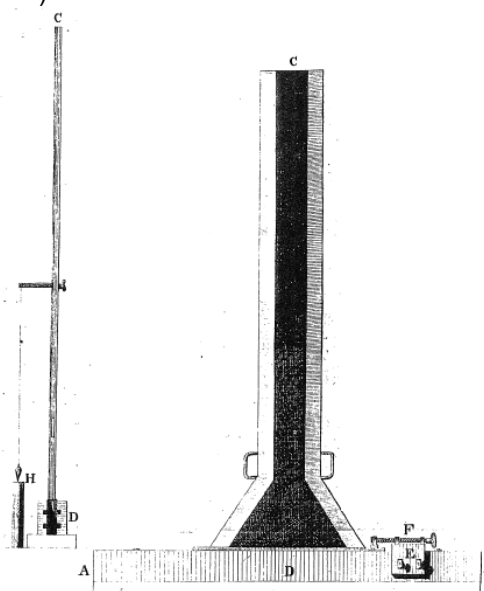
<sup>22</sup> Nutnými podmínkami pro vybudování délkové základny byly: viditelnost a minimální délka lokality, (Binnenthal 1810: §6). Ve výjimečných případech bylo možné délkovou základnu přerušit a zalomit, avšak pod úhlem, který byl velmi blízký 180°. V tomto případě byla nutná důslednější práce a kontrola. Lomový bod byl stabilizován a hlídán (u bodu stála vojenská stráž), aby byl po celou dobu měření k dispozici pro případné kontrolní výpočty apod. (Binnenthal 1810: §24).

trvale stabilizovány (obr. 9), aby byla zajištěna jejich neměnnost a bylo možné základny v případě kontrolních měření opakovaně přeměřit, (Binnenthal 1810: §7).



Obr. 9 Stabilizace koncových bodů délkové základny podle (Binnenthal 1810: §7).  
Na pyramidový kámen bylo vytesáno: za jakým účelem byl bod zřízen, jméno panovníka a letopočet.

Mezilehlé body byly signalizovány dřevěnými pyramidami centrovanými pomocí olovnice. Při vytyčování byl figurant s výtyčkou (železná válcová tyč o průměru 1 palec, dlouhá 4 až 5 stop, dole zakončená špičkou) zařazován do směru pomocí vytyčovacího dalekohledu. Následoval posun figuranta o 100 sáhů směrem ke druhému konci délkové základny. Mezilehlé body byly stabilizovány do země zatlučeným kolíkem o délce 1,5 stopy a tloušťce 3 palce. Při vytyčování mezilehlých bodů délkové základny se vzhledem k značné hmotnosti železných výtyček velmi často používalo i zařízení vyrobené ze dřeva (obr. 10). Jednalo se o posuvné prkno ze suchého tvrdého dřeva natřené z jedné strany bíle–černě–bíle a z druhé strany černě–bíle–černě (pro usnadnění cílení na různém pozadí), s možností upnutí do svislé polohy. Svislý směr byl realizován závěsem s olovnicí (levá část obr. 10), (Binnenthal 1810: §§ 8, 10, 11).



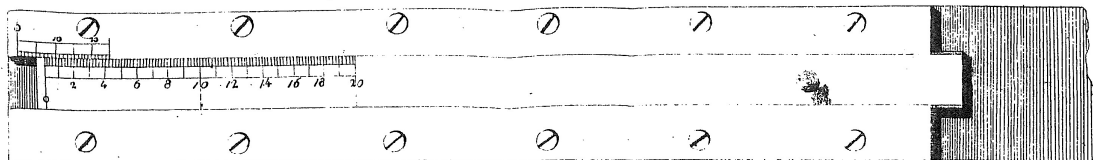
Obr. 10 Zařízení pro vytyčování mezilehlých bodů délkových základen (Binnenthal 1810).

Dle (Binnenthal 1810: §12) byly délky měřeny soupravou, která se skládala ze čtyř železných tyčí<sup>23</sup> připevněných na dřevěných podložkách z dobře vyschlého dřeva. (Dnes se

<sup>23</sup> Každá tyč byla dlouhá dva pařížské sáhy (toisy), silná tři čárky a široká jeden palec. Jeden pařížský sáh je v přepočtu na metry 1,94904 m, odpovídá 72 palcům, jeden palec pak 12 čárkám,



užívá termín *měřické latě*. V (Binnenthal 1810) je uváděn termín *Stange*, v překladu *tyč*.) Na jedné straně byly tyče opatřeny výsuvným měřítkem<sup>24</sup>. Ke každé tyči příslušely dvě dřevěné podložky, na které se tyče při měření pokládaly tak, aby přesahovaly na každém konci o 3 stopy. Vše bylo chráněno slunečníky. Ukázka detailu části měřické tyče s výsuvným měřítkem je na obr. 11.



Obr. 11 Detail tyče pro měření délkových základů druhého vojenského mapování (Binnenthal 1810).

Vlastní délkové měření probíhalo v pěti krocích, (Binnenthal 1810: §13):

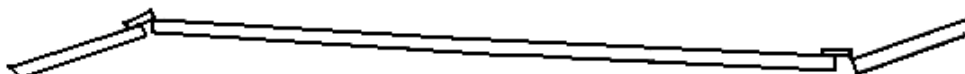
1. Ve směru délkové základny byl napnut provaz a na dřevěné podložky umístěny všechny tyče.
2. Poloha tyčí byla upravena tak, aby mezi nimi byla mezera max. jeden palec. Svislá rovina první tyče se na počátku dotýkala závěsu olovnice nad bodem základny.
3. Tyče byly na dřevěných podložkách uvedeny do vodorovné polohy, následovalo jemné vysunutí posuvných měřitek na koncích tyčí.
4. K tyčím byly přiloženy sázecí libely. Následovalo odečtení úhlu sklonu dvěma měřiči a zápis hodnot do zápisníků, který si vedl samostatně každý z měřičů.
5. Čtvrté posuvné měřítko bylo vysunuto, až když byla přesunuta první tyč do nové polohy.

Měřické tyče byly opatřeny teploměrem, na němž byla odečítána a poté zapisována teplota ihned po odečtení doměrků na posuvných měřítkách. Naměřené hodnoty teplot umožňovaly při výpočtech zohlednit roztažnost materiálu železných tyčí pro měření délek, (Binnenthal 1810: §14).

Při měření byly striktně dodržovány následující zásady, (Binnenthal 1810: §15):

1. Při vlastním měření nesměl měřič strčit do tyče.
2. Při odečítání doměrků bylo posuvné měřítko hned po odečtení uvedeno do výchozí polohy.
3. Pro měření byly vedeny dva zápisníky. To umožnilo následnou kontrolu měření porovnáním hodnot.

Při kladení tyčí za sebou bylo dle (Binnenthal 1810: §16) nařízeno pokládat tyče za sebou tak, aby horní plocha následující tyče byla o něco výše, než spodní hrana výsuvného měřítka předchozí tyče (viz obr. 12).



Obr. 12 Postup kladení délkoměrných tyčí za sebou (Binnenthal 1810).

Naměřené hodnoty byly zaznamenávány do připravených tabulek, tzv. *Beobachtungs-Protokolle* (ukázka části vyplněného protokolu je na obr. 13). Sloupce číslo 1 – 5 obsahují měřené hodnoty v terénu, sloupce číslo 6 – 9 obsahují hodnoty počítané dodatečně

(Binnenthal 1810: §12). Po přepočtu na metrickou míru měly železné tyče pro základnová měření rozměry: 389,81 x 0,68 x 2,70 cm (délka x tloušťka x šířka).

<sup>24</sup> Pomocí výsuvného měřítka bylo možné tyč prodloužit o dva maximálně tři francouzské palce, tj. 5,41 max. 8,12 cm. Prodloužení tyče bylo díky stupnici a vernieru možné určit s přesností na 1/100 000 sáhu, (Binnenthal 1810: §12).

v kanceláři, desátý sloupec je vyhrazen pro poznámky o průběhu měření zapisované v terénu.

Nummer der Stangen. 1	Thermometer-Höhe. 2	Schuber. 3	Neigungswinkel		Doppelter Neigungswinkel. 6	Reduction der Stangen auf den Horizont. 7	d N + 8	d N - 9	Anmerkungen. 10
			gegen a 4	gegen b 5					
I.	19°	0,00125,00	3° 4'	3° 6'	6° 10'	0°,00290	0,10764		Den 17ten May 1810.  Es wurde von 6 Uhr früh bis 6 Uhr Abends gemessen; die Luft war ganz besonder heiter, doch erhob sich gegen 5 Uhr Nachmittags ein kleiner Wind, der gegen 6 Uhr heftiger wurde, und die Messung einstellen machte
II.	19°	0,00694,44	2° 19'	2° 25'	4° 34'	159	0,07996		
III.	19°	0,00055,56	8° 37'	8° 43'	17° 20'	2283	. . . .	0,30145	
IV.	19°	0,00486,11	2° 30'	2° 36'	5° 6'	198	0,09320		
I.	21°	0,00305,55	1° 42'	1° 48'	5° 30'	93	0,06117		
II.	21°	0,00768,33	1° 15'	1° 21'	2° 36'	51	. . . .	0,04532	
III.	21°	0,00277,78	0° 45'	0° 51'	1° 36'	19	0,02796		
IV.	21°	0,00902,77	3° 4'	3° 10'	6° 14'	296	0,10922		
I.	18°	0,00319,44	4° 7'	4° 13'	8° 20'	529	0,14554		
II.	18°	0,00138,89	2° 50'	2° 56'	5° 46'	253	0,10067		
III.	18°	0,01055,55	2° 17'	2° 23'	4° 40'	166	. . . .	0,08185	
IV.	18°	0,00069,44	1° 18'	1° 24'	2° 42'	56	0,04712		
12 Stangen 24 Klafter	232° im Mittel 19° 20' = 19°,333333	0°,05138,86				0°,04393	+ 0,77248 - 0,42862 + 0,34386	0,42862	

Obr. 13 Ukázka vyplněného protokolu pro měření délkových základů, (Binnenthal 1810: §§19 – 24).

Popis jednotlivých položek protokolu dle (Binnenthal 1810: §§19 – 22).

Pozn: Označování veličin je uvedeno shodně s původním pramenem:

**1. sloupec** – číslo tyče

**2. sloupec** – stav teploměru

**3. sloupec** – hodnota odečtená na posuvném měřítku

**4. a 5. sloupec** – úhly sklonu směrem k počátku a konci délkové základny.

Dvojí měření úhlu sklonu tyče mělo zpřesnit měření, za správnou hodnotu byl považován aritmetický průměr obou měření.

**6. sloupec** – dvojnásobek úhlu sklonu (součet hodnot ve sloupcích číslo 4 a 5)

**7. sloupec** – redukce tyče na horizont. Pro každou tyč bylo nutné uvažovat opravu délky tyče i opravu délky určené posuvným měřítkem. Oprava pro každou celou tyč pro základnové měření o délce 2°(sáhy) je dána vztahem:

$$T = 2^\circ \cdot \cos I = \dots \text{po.úpravě} \dots = 4^\circ \cdot \sin^2 \frac{1}{4}(2I) \quad (2)$$

kde I je úhel sklonu. Oprava délky jednoho vysunutého měřítka o hodnotu S je pak dána vztahem:

$$M_i = 2 \cdot S \cdot \sin^2 \frac{1}{4}(2I) = \dots \text{po.úpravě} \dots = \frac{1}{2} \cdot S \cdot (4^\circ \cdot \sin^2 \frac{1}{4}(2I)) \quad (3)$$

kde S je měřená délka posuvného měřítka, I je úhel sklonu. Ze vzorce je patrné, že:

$$\text{oprava délky určené posuvným měřítkem} = \text{poloviční délka určená posuvným měřítkem} \times \text{redukce jedné tyče}$$

Hodnota celkové opravy posuvného měřítka pro jednu konkrétní tyč je zanedbatelná, avšak pro celé měření zanedbána být nemůže. Pro celé měření je pak hodnota opravy z posuvných měřítek určena jako:

$$\text{oprava délky určené všemi posuvnými měřítky} = \frac{\text{součet délek určených posuvným měřítkem} \times \text{redukce pro všechny tyče}}{\text{dvojnásobek počtu tyčí}}$$

**8. sloupec** – výškový rozdíl koncového bodu dané tyče při stoupání

**9. sloupec** – výškový rozdíl koncového bodu tyče při klesání

Výškový rozdíl koncového bodu měřické tyče dN je dán vztahem:

$$dN = (S + s) \cdot \sin I \quad (4)$$

kde S je délka tyče, s je hodnota doměrku odečteného na posuvném měřítku, I tzv. pravý úhel sklonu, tj. aritmetický průměr hodnot ze sloupce číslo 4 a 5. Pokud byl výškový rozdíl dN kladný (terén stoupal), byl výsledek zapsán do sloupce číslo 8, pokud byl záporný (terén klesal), byl výsledek zapsán do sloupce číslo 9.

**10. sloupec** – datum, povětrnostní podmínky, počátek a konec měření a další doplňující informace k průběhu měření

Kromě výše popsaných oprav byly dle (Binnenthal 1810: § 23) při výpočetních pracích zaváděny ještě opravy:

*Pozn: Označování veličin je uvedeno shodně s původním pramenem:*

- **z vlivu teploty:**

$$\Delta_t = \left( \frac{T}{S} - H \right) \cdot 0,0000144 \cdot B \quad (5)$$

kde T je součet měřených teplot, S je počet pozorování, H je teplota, při které byla stanovena délka tyče, B je délka celé základny ve vídeňských sázích.

- **ze záměny skutečného a zdánlivého horizontu:**

$$\Delta_s = -\frac{B^3}{24 \cdot R^2} \quad (6)$$

kde B je délka základny měřená po oblouku, R je poloměr rovníku

- **do nulového horizontu:**

$$\Delta_0 = -\frac{RB}{R + dR} \quad (7)$$

kde R je zemský poloměr od středu až k hladině moře, (R+dR) je poloměr až k určované délkové základně, B je délka základny po zavedení všech výše popsaných oprav.

Roku 1829 byla dokončena vojenská triangulace západní části monarchie až k budapeštskému poledníku, byl zaměřen trojúhelníkový řetězec podél Karpat na východ až k Sedmihradsku (Siebenbürgen) a dále pokračovala triangulace v severní Itálii (Paldus 1919: 14), (Nischer 1925: 113). Stav budování sítě vojenské triangulace prvního řádu v rakouské monarchii až k roku 1851 s vyznačeným územím již zaměřeným, pro opakování měření nebo nové měření a s délkovými základnami již zaměřenými a plánovanými k zaměření je v příloze 7.



### 1.1.2 Geodetické základy modifikované technologie – využití triangulace stabilního katastru

Před zahájením mapování stabilního katastru probíhaly v Rakouské monarchii přípravné práce. Dvorskou komisí pro úpravu daně pozemkové<sup>25</sup>, která byla pověřená přípravnými pracemi, byly zkoumány technologie mapování v okolních zemích a analyzovány dosažené výsledky mapování na území monarchie. Součástí přípravných prací bylo i provedení „testovacího“ mapování na modelovém území (v okolí Mödlingu u Vídně). Přípravné práce byly završeny vydáním císařského patentu z 23. prosince 1817, kterým bylo nařízeno mapování stabilního katastru.

Vlastnímu mapování předcházely triangulační práce. Budováním trigonometrické sítě byla pověřena triangulační kancelář c.k. generálního štábu<sup>26</sup>. Triangulační práce prováděli v letech 1807 – 1840 pouze vojenští důstojníci, tzv. *trigonometři*, kteří o své činnosti vedli podrobné záznamy. Po roce 1840 se na měřických pracích podíleli též civilní topografové. Síť byla budována v jednotlivých zemích po etapách. Nejprve byla vybudována síť I. řádu, která byla postupně zhušťována podle mapovacích potřeb až do IV. řádu. Po dokončení triangulace daného území byly zahájeny mapovací práce.

Nejprve byla budována trigonometrická síť I. řádu, tzv. velká síť (*Gross Netz*), která byla podle potřeb a postupu mapovacích prací následně zhušťována sítěmi II. a III. řádu. Podle tehdejších předpisů byla trigonometrická síť I. až III. řádu (číselná triangulace) budována tak, aby na ploše jednoho triangulačního (fundamentálního) listu, tj. území jedné čtvereční rakouské míle (*Quadrant-Meile*), ležely nejméně tři trigonometrické body, z nichž aspoň jeden musel být přímo přístupný k postavení měřického stolu se zaručenou viditelností minimálně jedné orientace na zbývající dva body v daném prostoru.

Trigonometrická síť I. řádu (*Gross Netz*) byla v Čechách budována v letech 1824 – 1825 a 1827 – 1840 na Moravě 1821 – 1826 (Čada 2003: 24). Body trigonometrické sítě I. řádu byly vždy přímo přístupné (možnost centrického postavení stoje) a jejich průměrná vzdálenost byla 40 km (Čada 2003: 26). Výsledné naměřené vrcholové úhly trojúhelníků sítě I. řádu byly opravovány o sféroidický excés. Síť nebyla vyrovnána podle řádů, ale po menších vhodně zvolených skupinách (Boguszak a Císař 1961: 50). Nejednalo se tedy o klasické vyrovnání, jaké se používá dnes. Sítě II. a III. řádu (*Kleine Netze*) byly budovány v Čechách v letech 1825 – 1840 a na Moravě 1822 – 1829 (Čada 2003: 24). Síť II. řádu byla vytvořena trojúhelníky o stranách 9 – 15 km, které byly vloženy mezi body I. řádu. Vyrovnána byla jako síť rovinná. Trigonometrická síť III. řádu byla opět vytvořena vložением trojúhelníků o délkách stran 4 – 9 km do sítě II. řádu. Body této sítě byly trvale stabilizovány (často věže kostelů, zámků a další významné dobře viditelné signály).

Vrchním řízením triangulačních prací byl pověřen **L. A. Fallon**<sup>27</sup>. Triangulační práce daného pracovního úseku vedl jeden odpovědný trigonometr, který byl odpovědný za měřické i výpočetní práce včetně kompletace a předávání výsledků. Podle (Boguszak a Císař 1961: 49) pracovalo na budování triangulační sítě na území Čech 15 oddílů, jež vedli trigonometři: *Brodski, Catharin, Hallois, Henner, Joaneli, Gizycki, Plöbst, Schmidt a Waldhof*, na území Moravy a Slezska 7 oddílů, jež vedli trigonometři: *Brodski, Elgger, Plöbst a Schmidt*.

Pro potřeby podrobného měření byla síť bodů číselné triangulace dále zhuštěna grafickou triangulací (síť IV. řádu), jež byla prováděna měřickým stolem po fundamentálních listech. Při tom musela být splněna podmínka, aby na každý mapový list 1:2 880 připadly aspoň 3 trigonometrické body. Některé body triangulace byly vhodně voleny v blízkosti sekčních čar, aby bylo možné použít jeden bod pro dva sousední mapové listy.

<sup>25</sup> Složení komise: předseda – Kristián Wurmser, přisedící – Jan z Pulpanu, svob. pán z Dublhoffu, František X. rytíř z Ossenwalderu, Jan Josef rytíř z Erbenu a Karel z Eybergu, referent – svob. pán z Knorru (Boguszak a Císař 1961: 45).

<sup>26</sup> V (Boguszak a Císař 1961: 49) uváděna jako trigonometrická síť katastrální.

<sup>27</sup> Podrobnější informace k osobě L. A. Fallona jsou uvedeny v příloze 1.

Rozměr sítě byl určen ze čtyř přímo měřených základů triangulace stabilního katastru určených v sáhové míře<sup>28</sup> (Boguszak a Císař 1961: 49):

- u Vídeňského Nového Města v Dolním Rakousku ( $6\,410,90^\circ = 12\,158,169\text{ m}$ ),
- u Welsu v Horním Rakousku ( $7\,904,16^\circ = 14\,990,113\text{ m}$ ),
- u Radovce v Bukovině ( $5\,199,60^\circ = 9\,860,958\text{ m}$ ),
- u Hallu v Tyrolsku ( $2\,990,384^\circ = 5\,671,215\text{ m}$ ).

Základny u Vídeňského Nového Města a u Welsu byly převzaty z vojenské triangulace.

Souřadnice trigonometrických bodů na území Čech byly určeny v rovinném souřadnicovém systému gusterberském<sup>29</sup> s počátkem souřadnicové soustavy v trigonometrickém bodě Gusterberg (Horní Rakousko), pro Moravu a Slezsko v systému svatoštěpánském s počátkem souřadnicové soustavy v trigonometrickém bodě Sv. Štěpán ve Vídni.

V Čechách ( $51\,953\text{ km}^2$ ) obsahovala síť I.–III. řádu 2 623 trigonometrických bodů. Na plochu jednoho triangulačního listu, tj.  $57,5\text{ km}^2$ , připadly tři trigonometrické body. Trvalá stabilizace<sup>30</sup> bodů byla provedena až v letech 1845 – 1850, kdy se podařilo nalézt a stabilizovat pouze 2 234 bodů. Na území Moravy a Slezska ( $27\,375\text{ km}^2$ ) v souřadnicovém systému svatoštěpánském bylo číselně určeno 1 069 bodů, z nichž v letech 1850 – 1852 bylo stabilizováno už jen 833 bodů. Budování trigonometrické sítě stabilního katastru je též popsáno v (Boguszak a Císař 1961), (Čada 1999), (Čada 2003), (Čada 2004), (Čada 2005), (Čada a Vichrová 2009).

## 1.2 Kartografické základy

### 1.2.1 Kartografické základy původní technologie

Podle původní koncepce měla být celá monarchie zobrazena **v příčném válcovém zobrazení Cassini-Soldnerově s dotykovým geografickým poledníkem procházejícím trigonometrickým bodem sv. Štěpán** (zobrazení je ekvidistantní v kartografických polednicích a dotykovém základním poledníku).

Stejně jako pro první vojenské mapování bylo zvoleno měřítko **1:28 800**<sup>31</sup>. Pro zobrazení okolí velkých měst, strategicky významných objektů, vojenských objektů a cvičišť bylo použito dvojnásobného měřítka, **1:14 400**<sup>32</sup>.

Sekce mapových listů tzv. **staršího sekčního dělení** (kladu mapových listů) v měřítku 1:28 800 byly podle (Kuchař 1967: 82) voleny jako rovinná síť pravoúhelníků o rozměru 24 x 16 vídeňských palců ( $63,2 \times 42,1\text{ cm}$ ) rovnoběžných se souřadnicovými osami, zobrazující území 2,4 x 1,6 rakouské míle, tj.  $18 \times 12\text{ km} = 216\text{ km}^2$ . Sekce byly značeny od západu na východ nejprve velkými písmeny abecedy R, Q, .....A, poté římskými číslicemi od I, II, ...LXIV. Vrstvy byly značeny arabskými číslicemi od severu k jihu 16, 17, ..102. Ukázka kladu mapových listů staršího sekčního dělení je na obr. 14.

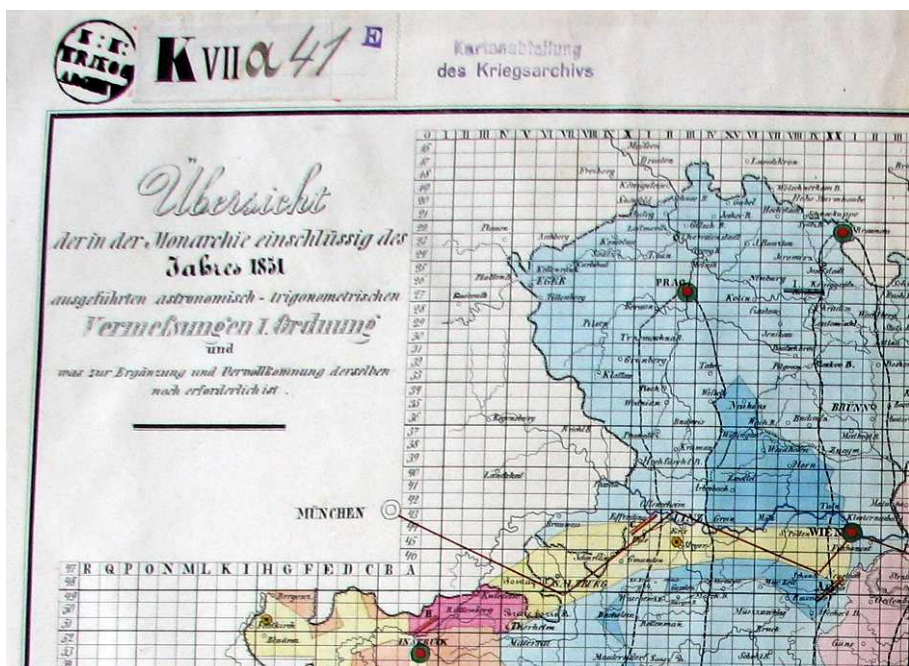
<sup>28</sup> Sáhová míra byla zavedena patentem Marie Terezie z 30. července 1764.

<sup>29</sup> Později bylo zjištěno, že gusterberský souřadnicový systém není přesně orientován k severu, ale že je stočený o  $4'22,3''$  na západ (Boguszak a Císař 1961: 50).

<sup>30</sup> Trigonometrické body I. až III. řádu byly trvale stabilizovány tesaným kamenným hranolem s křížkem a označením na boční straně písmeny KV – Katastral Vermessung (Boguszak a Císař 1961: 50), (Čada 2003: 27).

<sup>31</sup> Das einfache oder ganze Maß – 1''(vídeňský palec) na mapě odpovídá  $400^\circ$ (vídeňským sáhům) ve skutečnosti, což je 1 000 vojenských pochodových kroků.  
( $400^\circ = 400\text{ sáhů} \cdot 6\text{ stop} \cdot 12\text{ palců} = 28\,800\text{ palců}$ )

<sup>32</sup> Das doppelte Maß – 1''(vídeňský palec) na mapě odpovídá  $200^\circ$ (vídeňským sáhům) ve skutečnosti. ( $200^\circ = 200\text{ sáhů} \cdot 6\text{ stop} \cdot 12\text{ palců} = 14\,400\text{ palců}$ )



Obr. 14 Princip značení mapových listů druhého vojenského mapování 1:28 800 podle tzv. staršího sekčního dělení (Arbeiten des k.k. Generalquartiermeisterstabs...1850).

### 1.2.2 Kartografické základy modifikované technologie

Stejně jako pro mapování stabilního katastru bylo pro druhé vojenské mapování zvoleno **Cassini-Soldnerovo zobrazení**<sup>33</sup>, tj. **příčné válcové zobrazení ekvidistantní v kartografických polednicích a dotykovém poledníku** (kartografický rovník), který byl zvolen středem zobrazovaného území a procházel některým významným bodem trigonometrické sítě.

Tab. 2 Gusterbergský a svatoštěpánský souřadnicový systém

Gusterbergský souřadnicový systém	
území	Čechy, Horní Rakousko, Salzburg
počátek	Trigonometrický bod Gusterberg v Horním Rakousku
souřadnice	$\varphi = 48^{\circ} 02' 18,47''$ ; $\lambda = 31^{\circ} 48' 15,05''$ východně od Ferra
Pozn: souřadnice převzaty z (Boguszak a Císař 1961: 48)	
Svatoštěpánský souřadnicový systém	
území	Morava a Slezsko, Dolní Rakousko, Dalmácie
počátek	věž katedrály Sv. Štěpána ve Vídni (Dolní Rakousko)
souřadnice	$\varphi = 48^{\circ} 12' 31,54''$ ; $\lambda = 34^{\circ} 02' 27,32''$ východně od Ferra
Pozn: souřadnice převzaty z (Boguszak a Císař 1961: 48)	

Snaha o co nejjednodušší sestavení map správních krajů, jednotlivých zemí a celého státu z map stabilního katastru jako map původních spolu s nutností řešit problematiku nepříznivého vlivu délkového zkreslení v kartografických rovnoběžkách okrajových částí

<sup>33</sup> Toto zobrazení je v literatuře známé pod názvem Cassiniho zobrazení. Bylo použito pro mapu „Carte de France“ vyhotovenou v letech 1750 – 1793 Césarem Francoisem Cassinim de Thury (1714 – 1784) a jeho synem Dominiguem. Později toto zobrazení upravil pro mapování v Bavorsku Johann Georg Soldner (1776 – 1833) a takto bylo převzato pro mapování stabilního katastru Rakousko-Uherska / druhého vojenského mapování (Čada 2003: 19).

zobrazovaného území vedly k volbě většího počtu zobrazovacích soustav (vybrané souřadnicové soustavy jsou vyznačené na obr. 15). **Na našem současném území byl zaveden souřadnicový systém gusterbergský a svatoštěpánský** (podrobnější informace o počátku a rozsahu území jsou v tabulce 2). Chrám svatého Štěpána ve Vídni a počátek souřadnicového systému jsou na obr. 16.



Obr. 15 Vybrané souřadnicové systémy stabilního katastru (Čada 2003: 20).

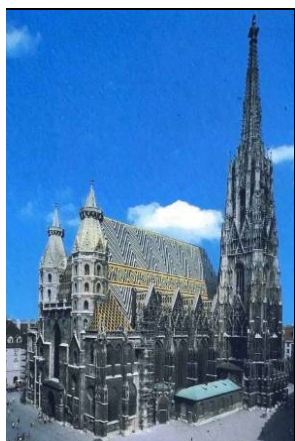
Dále byly zvoleny systémy: čerpáno z (Hofstätter 1989: 73) a (Čada 2003: 19) (systém – počátek – území)

- innsbrucký – jižní věž městského farního kostela – Tyroly a Vorarlbersko
- krimbergský – TB Krimberg u Laibachu – Korutany, Kraňsko a Přímoří (Goricko, Gradiska, Istrie, město a území Fiume)
- lvoňský – Löwenburg (Sandberg) u Lembergu – Bukovinu / Galicie
- radovecký – západní konec základny u Radovce – Halič / Bukowina
- schöcklbergský – TB Schöckel severně od Gratzu – Štýrsko
- ivaničský – ivančický klášter – Chorvatsko, Slavonsko a vojenská hranice šesti hraničních regimentů
- budínský – hvězdárna na Blockbergu – Uhry
- budínský – Budín – hvězdárna – zbývající hraniční regimenty
- Na území Sedmíhradska v té době ještě nebylo žádné mapování stabilního katastru, základní poledník vedl trigonometrickým bodem Vizakna u Hermanstadtu.

Zobrazovací rovnice popisující vztah mezi sférickými souřadnicemi ( $y, x$ ) a rovinnými souřadnicemi ( $Y, X$ ) v rovinných souřadnicových systémech stabilního katastru (S-SK) jsou jednoznačně popsány vztahem:  $Y = y, X = x$ . Osa  $+X$  je vložena do jižní větve obrazu místního poledníku procházejícího zvoleným trigonometrickým bodem, osa  $+Y$  je kolmá na osu  $X$ , směrem na západ.

Na územích, kde bylo při mapování využito výsledků mapování stabilního katastru, bylo tzv. starší sekční dělení nahrazeno **novým sekčním dělením**. Nový klad mapových listů (nové sekční dělení) druhého vojenského mapování byl vytvořen rozdělením rovinného souřadnicového systému rovnoběžkami. Vzdálenost sekčních rovnoběžek byla 2 rakouské

míle, tj. 8000 sáhů. Vzniklé mapové listy (čtverce 2 x 2 rakouské míle) mají v měřítku 1:28 800 rozměr 20 x 20 vídeňských palců, tj. 52,7 x 52,7 cm. Jeden mapový list druhého vojenského mapování zobrazuje plochu čtyř fundamentálních listů stabilního katastru, tj. 2 x 2 rakouské míle tedy 15,2 x 15,2 km = 231 km<sup>2</sup>. Sloupce (*Colonne*) rovnoběžné s osou X byly značeny římskými číslicemi od souřadnicové osy směrem na východ (O – *ostliche Colonne* – východní sloupec) a na západ (W – *westliche Colonne* – západní sloupec). Vrstvy (*Schichte, Sectione*) rovnoběžné s osou Y byly číslovány arabskými číslicemi od severu k jihu. Na území Čech jsou vrstvy značeny 1 – 19 od severu k jihu a sloupce I – X západně nebo východně od Gusterbergu, na Moravě a ve Slezsku jsou vrstvy značeny 1 – 13 od severu k jihu a sloupce I – VI západně a 1 – XIII východně od svatoštěpánského poledníka (Boguszak a Císař 1961: 16), (Kuchař 1967: 85). Klad mapových listů pro Čechy v gusterbergském pro Moravu a Slezsko ve svatoštěpánském souřadnicovém systému jsou uvedeny v příloze 8.



Obr. 16 Chrám svatého Štěpána ve Vídni a počátek svatoštěpánského souřadnicového systému.

## 1.3 Postup mapovacích prací

### 1.3.1 Postup mapovacích prací podle původní technologie

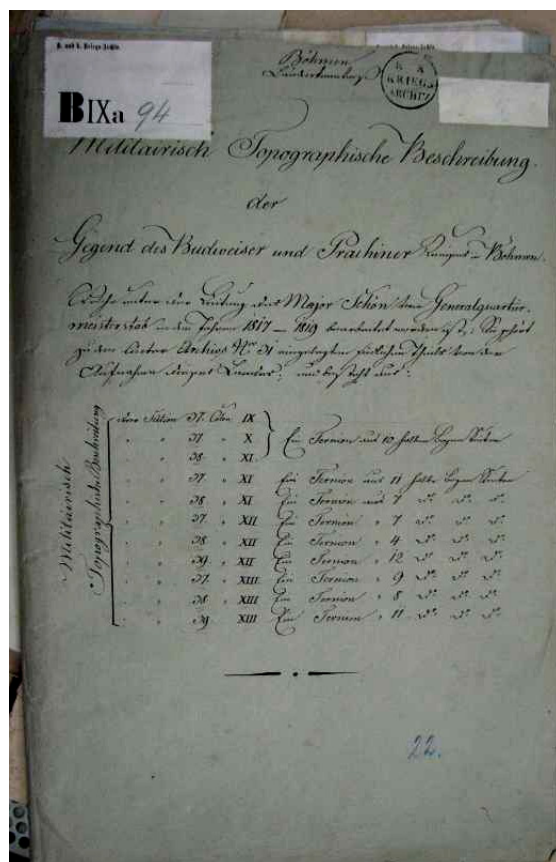
Ještě před zahájením mapovacích prací sestavil A. Mayer von Heldensfeld instrukci: „*Instruction für die Herrn Directeurs der militärischen Beschreibung in den verschiedenen Provinzen*“<sup>34</sup>. Instrukce byla ze dne 5. března 1806 a poskytovala návod jak popisovat objekty čistě vojenského významu (Nischer 1925: 121). V zápětí na budovanou vojenskou triangulaci bezprostředně navazovalo roku 1807 vlastní topografické mapování, které bylo zahájeno v Horním a Dolním Rakousku a Solnohradsku (Boguszak a Císař 1961: 15). Již roku 1809 bylo mapování pozastaveno a nahrazeno revizí prvního vojenského mapování, jež mělo být opraveno a zdokonaleno. V Čechách probíhalo revizní mapování v letech 1812 – 1819. Bylo potvrzeno, že revizí nelze odstranit stávající nedostatky a jedině nové mapování může poskytnout vhodný podklad pro tvorbu přehledné mapy celé monarchie (Boguszak a Císař 1961: 16). Celkem bylo revidováno 21 sekcí ve středních Čechách (okolí Prahy) a 14 sekcí v jižních Čechách. Originály revizního mapování Čech včetně topografických popisů jsou uloženy v mapové sbírce Rakouského státního archivu – Válečného archivu ve Vídni<sup>35</sup> (Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien). Ukázka titulní strany topografických popisů sekcí z jižních Čech je na obr. 17.

<sup>34</sup> Podle (Nischer 1925: 121): mapová sbírka Rakouského státního archivu ve Vídni (Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien, Kartenabteilung), signatura K VII a 17.

<sup>35</sup> Karte der Königreich Böhmen, 1812 – 1819, 35 mapových listů v měřítku 1:28 800 a 9 sešitů topografických popisů (Landesbeschreibungen), signatura B IX a 94.



Podrobně se problematice prvního vojenského mapování věnují (Paldus 1919), (Boguszak a Císař 1961) nebo (Kuchař 1967) konkrétně reviznímu mapování na území Čech pak (Kupčík 1992).



Obr. 17 Titulní strana topografických popisů (Landesbeschreibungen) vyhotovených v letech 1817 – 1819 při revizním mapování v jižních Čechách (Karte des Königreichs Böhmen 1812 – 1819).

**Topografické mapování bylo prováděno metodou měřického stolu** (viz obr. 18). Do sítě vojenské triangulace byly na vyměřovacích listech grafickým protínáním, krokováním nebo odhadem vzdáleností zakreslovány objekty polohopisu a terénní tvary. Byla zaměřována města, městyse, vesnice, zámky, dvory a ostatní významné objekty. Meandry řek byly zaměřovány ze základny volené podél toku, z níž byly následně měřeny jednotlivé body, nebo bylo podél řeky zvoleno několik na sebe navazujících základen, z nichž byly k jednotlivým bodům toku řeky vztyčovány kolmice (Unterberger 1807: II).

Dle (Binnenthal 1810: §75) byly během měření též zjišťovány následující údaje:

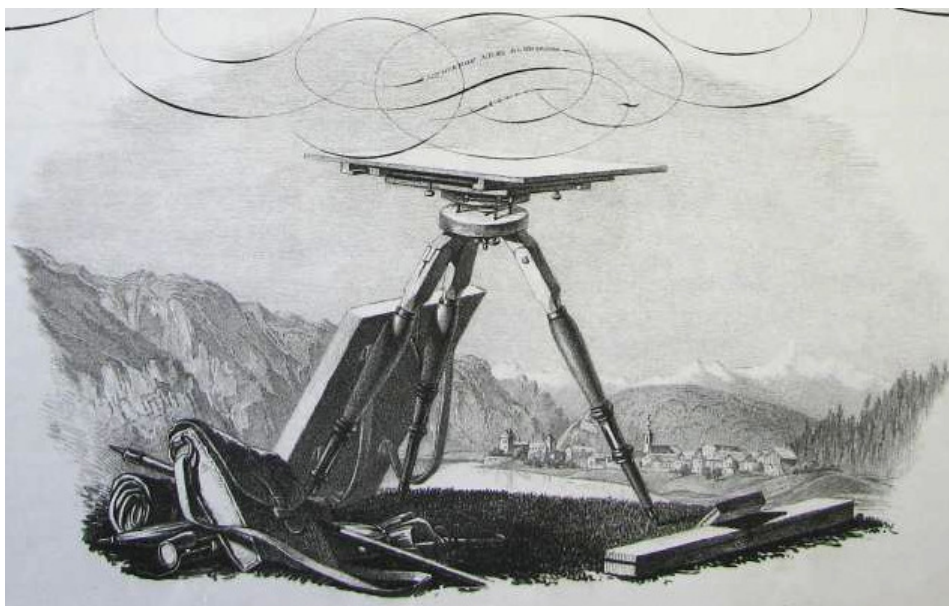
1. Pro sídla bylo zjišťováno:

- U měst byl zaznamenáván nejen jejich název, ale také názvy všech bodů, které byly graficky protínány (*collimirt*) např. věže kostelů, věž radnice, hvězdárny apod.
- U městyse byl určen kostel a doplněn názvem městyse, pokud se na daném místě nacházelo více kostelů, byly tyto určeny jmenovitě jako u měst.
- U vsí, kde stál kostel, byl k určovanému bodu přiřazen název místa. U vsí, kde nebyl žádný kostel, byl určován dům, ležící uprostřed vesnice (obvykle nějaký charakteristický jednoznačně identifikovatelný objekt).

2. Pokud triangulátor překračoval hranice dvou zemí, byl povinen určit jeden nebo několik bodů zemské hranice.

3. Nejvýznamnějším vrcholům hor byly přiřazeny názvy.

4. Musely být udány hlavní horské hřbety, směry hlavních horských údolí a řek.
5. Do triangulačního listu byly vyznačovány všechny císařské silnice, obchodní cesty a hlavní komunikační cesty. Triangulátor při svých cestách nezaznamenával silnice detailně „*krok za krokem*“. Soustředil se především na informace o sýzdnosti komunikace (typ komunikace, zda se na dané komunikaci nachází např. dřevěný nebo kamenný most apod.)
6. Od správních úřadů byly získávány informace o počtu a správných názvech sídel a osad nacházejících se v dané lokalitě, aby nebyly názvy nesprávně napsány nebo zkomoleny.



Obr. 18 Měřický stůl a další vybavení tehdejšího topografa (Muster-Blaetter... 1830 – 1840).

Vybavení tehdejšího topografa je velmi podrobně popsáno v (Unterberger 1807: § 3):

- **Měřický stůl** (*der Messtisch*), který byl sestaven z obdélníkové nebo čtvercové desky z dobře vyschlého ohoblovaného lipového dřeva, jež byla na spodní straně opatřena dvěma posuvnými lištami. Velikost pracovní plochy byla libovolná, nejčastěji však odpovídala velikosti papíru, na který topograf kreslil. Uprostřed, na spodní ploše stolu byla čtvercová mosazná destička o délce strany 3,5 nebo 4 palce (Zoll) zapuštěná do dřeva a připevněná čtyřmi šrouby (ne skrz celou tloušťku dřeva!). Ve středu destičky pak byla kolmo umístěna tři až čtyři palce dlouhá a půl palce široká mosazná tyčka na konci se závitem dlouhým přibližně dva palce. Stativ měřického stolu tvořila kulatá deska z tvrdého dřeva o průměru zpravidla jedné stopy (Schuh) a tloušťce 1,5 až 2 palce, v jejímž středu se nacházel otvor pro šroub desky, aby bylo možné stůl libovolně otáčet. Přišroubováním matičky pak mohl topograf desku stolu zafixovat v libovolné poloze. Na její spodní straně byla dřevěná konstrukce (z tvrdého dřeva), kterou bylo možné pomocí zasunování šroubů prodlužovat a zkracovat. Tím bylo dosaženo možnosti postavit stůl níže nebo výše nad terén.
- **Průzorové pravítko** (*das Mess – oder Diopter-Lineal*), bylo mosazné pravítko o délce minimálně úhlopříčky stolu nebo o něco málo kratší, o šířce 1,5 nebo 2 palce a tloušťce dovu čárek. Na obou koncích pravítka byl přibližně šest až sedm palců vysoký průzor (Diopter) o tloušťce 1,4 čárky a šířce stejné jako u pravítka. Přes průzory pravítka byla natažena tenká vlákna.
- **Měřický řetězec** (*die Messkette*) byl zpravidla deset sáhů dlouhý, vyrobený ze silného železného drátu. Jeho články měly délku jedné stopy. Celé sáhy byly rozlišeny pomocí

větších mosazných kroužků. Na obou koncích řetězce byly čtvercové úponky (*Hülfe*) ze železného plechu 3 nebo 3,5 palců dlouhé, osm čárek široké a šest čárek silné, jež byly při měření upínány do svorníků, aby byl řetězec při měření napnutý.

- **Kompas** (*der Compas*), tj. magnetická střelka (tři až pět palců dlouhý ocelový plíšek), ve středu uložená na 3 – 3,5 čárky vysoký hrot tak, aby se mohla volně otáčet.
- **Dostatečný počet ocelových jehel na šití** (*stählerner Nähnadeln*) pro zapichování na desku stolu na místa určených bodů. Jehly mohly být na jednom konci s hlavičkou, aby si měřič při měření nezranil prsty.
- **Různá poměrová měřítka s přesným dělením** (*verschiedene verjüngte genau eingetheilte Massstäbe*) vyrobená z oceli.
- **Obyčejné kružítko** (*gewöhnlicher Handzirkel*) pro zakreslování daných bodů v odpovídajícím měřítku na papír přímo na desce měřického stolu. Když topograf neměl k dispozici kružítko, byl vybaven **tyčovým kružítkem** (*Stangenzirkel*) o minimální délce odpovídající délce úhlopříčky desky měřického stolu.
- **Několik kvalitních tužek** (*einige feine Bleistifte*) pro kresbu na papír.
- **Olovnice s pět stop dlouhým závěsem** (*eine 5 Schuh langer Bleysenkel*) pro svislou signalizaci bodů zakreslených na desce měřického stolu (na papíře).
- **Dobry papír na kreslení** (*gutes Zeichenpapier*), který byl napnut na desce měřického stolu. Spodní strana papíru a horní strana stolu byly namočený mokrou houbou. Po odpaření přebytečné vody byly okraje papíru potírány kličovou vodou, dokud se papír celý nenasáknul. Stůl byl potom postaven do stínu na místo, kde proudil vzduch a čekalo se dvě až tři hodiny, dokud nebyl papír suchý a zcela napnutý.
- **Čtyři nebo pět praporků** (*Messfahnen*) z černého, bílého nebo červeného plátna na sedm až osm stop vysoké tyči nebo očíslované krátké hřeby (*Pflöcke*), kterými byly stabilizovány body, kde byly následně postaveny signalizační praporky.
- **Kryt desky měřického stolu** (*Deckel*) pro přikrytí měřického stolu pro případ nepříznivého počasí (děšť, ...).

V horní části mapových listů je uvedena správní jednotka, do které zobrazené území náleželo, dále pak číslo vrstvy, sloupce mapové sekce a grafické měřítko. V pravé části mapového listu se nachází statistické údaje o zobrazeném území (počty domů a stájí a možnosti pohodlného ubytování vojáků a ustájení koní sídel zobrazených na mapě), v pravé dolní části je uveden rok mapování a topograf, který sekci mapoval. Ukázka mapového listu (XV–37) vyhotoveného dle původní technologie je v příloze 9.

Dle původní technologie byla v letech 1809 – 1819 mapována území Dolního a Horního Rakouska i část Vitorazska, Valticko a Dyjsko-moravský trojúhelník, území, která po vzniku samostatného Československého státu, byla k našemu státu připojena.

Přehled území, která byla mapována podle původní technologie, včetně datování a počtu vyhotovených mapových listů je uveden v (Nischer 1925: 128), (Kuchař 1967: 82), (Hofstätter 1989: 76). Údaje z výše uvedených pramenů byly vzájemně porovnány, doplněny informacemi z mapové sbírky Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien) a jsou v tabulce 3. Byly zjištěny nepatrné rozdíly ve skupinách lokalit (hlavně v oblasti Itálie) a v datování mapovacích prací (rozdíly řádově v letech). Uvedené počty mapových listů jsou pro dané lokality shodné. Výjimkou je počet mapových listů uvedený pro lokality: *Tyrolsko, Vorarlbersko a Lichtenštejnsko* – 164 uvedeno v (Nischer 1925: 128) a (Kuchař 1967: 82), a pro *Tyrolsko a Vorarlbersko* – 20 uvedeno v (Hofstätter 1989: 76). První údaj byl ověřen přímo v mapové sbírce Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien).

Původní koncepce tvorby geodetických základů, kartografické základy, postup a průběh mapovacích prací jsou popsány např. v (Nischer 1925), (Boguszak a Císař 1961), (Kuchař 1967), (Hofstätter 1989) či (Vichrová a Čada 2010).



**Tab. 3 Území mapovaná podle původní technologie.**

Zobrazené území česky (německy)	Pramen	Datace	Počet ML
Solnohradsko – s Berchtesgadenskem 69 listů) (Salzburg, Berchtesgaden)	2	1807 – 1808	69+1*
	4		
Solnohradsko (Salzburg)	3		31
	1		
Horní a Dolní Rakousko (Österreich ob und unter der Enns)	2	1809 – 1819	160
	3		
	1	1807 – 1819	
	4	1809 – 1836	181+2**
Tyrolsko, Vorarlbersko a Lichtenštejnsko (Tirol, Vorarlberg, Liechtenstein)	2	(1801 – 1809) a (1816 – 1821)	164
	3		
	4	(1801 – 1805) a (1816 – 1821)	
Tyrolsko, Vorarlbersko (Tirol, Vorarlberg)	1	1816 – 1820	20
Uhersko (Ungarn)	2	1819 – započato, 1827 přerušeno a dokončeno 1869	1079
	3	1819 – 1869	
	1	1810 – započato, 1827 přerušeno a dokončeno 1866	
Uhersko, Temešvářský banát (Ungarn, Temeschwarer Banat )	4	1819 – 1869	1077+1*
Lombardie, Benátsko (Lombardei, Venetien)	2	1820 – 1821	330
Modena na podkladu katastru (Modena)		1820 – 1822	
Lombardie, Benátsko, Parma a Modena (Lombardei, Venetien, Parma, Modena)	3	1818 – 1829	330
Lombardie, Benátsko a Parma (Lombardei, Venetien, Parma)	1	1820 – 1824	---
Modena (Modena)		1820 – 1822	
Neapol (Neapel)		1822 – 1825	
Sedmíhradsko (Siebenbürgen)	2	1853 – započato mapování, největší část dokončena v letech 1869 – 1873	49
	1		
	3	1853 – 1868	
Srbsko, Temešvářský banát a banátská vojenská hranice (Serbien, Temeschwarer Banat, Militärgrenze)	2	1864 – 1866	---
	1		
---	3	---	
* 69+1 znamená 69 mapových listů + 1 list přehledný			
** část mapových listů vyhotovena v měřítku 1:57 600			
[1]	HOFSTÄTTER, E. (1989). <i>Beiträge zur Geschichte der Österreichischen Landesaufnahmen</i> . Wien: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, 61 – 97.		
[2]	KUCHAR, K. (1967). <i>Mapové prameny ke geografii Československa</i> . Acta Universitatis Carolinae Geographica roč. 2, č. 1: 57 – 97.		
[3]	NISCHER, E. (1925). <i>Österreichische Kartographen. Ihr Leben, Lehren und Wirken</i> . Wien: Österreichischer Bundesverlag für Unterricht, Wissenschaft und Kunst.		
[4]	Udaj ověřený v mapové sbírce OSTA – KA Wien.		

### 1.3.2 Postup mapovacích prací s využitím výsledků mapování stabilního katastru

O využití map stabilního katastru pro druhé vojenské mapování rozhodla Dvorská komise pro úpravu daně pozemkové (*Hof- Steuer- Regulierungskommission*), která dohlížela na přípravu a měřické práce pro vznik stabilního katastru ve všech zemích rakouské monarchie, určovala postup prací, vyhotovovala protokoly o jejich průběhu a předkládala je císaři. V zásadních věcech žádala císaře o rozhodnutí<sup>36</sup>. Navzdory neutěšeným finančním poměrům v monarchii na počátku 19. století prosadila komise vybudování trigonometrické sítě, jako jednotného polohového základu pro mapování stabilního katastru a později i druhého vojenského mapování. Možná právě finanční tíseň byla jedním z hlavních důvodů, které vedly Dvorskou komisi k tak neotřelému, prozíravému a modernímu rozhodnutí využít výsledky mapování stabilního katastru i pro tvorbu topografických map.

**Na územích, kde již bylo ukončeno nebo právě probíhalo mapování stabilního katastru, byl využit zjednodušený a do měřítka 1:28 800 pantograficky zmenšený polohopisný obsah katastrálních map 1:2 880.** Malý časový odstup mezi mapováním stabilního katastru a topografickým mapováním umožnil převzetí téměř úplného a takřka aktuálního polohopisu. Práce topografa se tedy mohla omezit na úpravu polohopisu podle vojenského značkového klíče a na zaměření terénního reliéfu a nových objektů, v katastrální mapě nezobrazených.

Mapování prováděli vojenští topografové (důstojníci štábu, příslušníci sborů vojenských inženýrů a pluků) rozdělení do mapovacích oddílů v počtu 8–9 členů (Boguszak a Císař 1961: 17). Vlastní mapování, které probíhalo v letních měsících, bylo prováděno na vyměřovacích listech (jedna čtvrtina mapové sekce, zobrazující plochu jedné čtvereční míle – 57,5 km<sup>2</sup>), které byly napnuty na desce měřického stolu (Boguszak a Císař 1961: 16). V zimních měsících byly barevnými tušemi vykreslovány vyměřovací listy a nalepovány do předem konstruovaných ráků na napnuté plátno.

Použití polohopisu map stabilního katastru značně urychlilo, zlevnilo a zefektivnilo topografické práce. V lokalitách, kde byl k dispozici katastrální polohopis, zpracoval jeden topograf s měřickým pomocníkem ze stavu mužstva 12 čtverečních mil ročně, tj. tři sekce podle nového kladu mapových listů, po přepočtu 690 km<sup>2</sup>. Podle původní technologie bez využití generalizovaného polohopisu map stabilního katastru pouze 4–6 čtverečních mil ročně, po přepočtu 230–345 km<sup>2</sup>. Také podstatně klesly pořizovací náklady na zmapování jedné čtvereční míle, z původních 250 na 120 zlatých (Kuchař 1967: 84).

V horní části mapových listů je uvedena správní jednotka, do které zobrazené území náleželo, dále pak číslo vrstvy, sloupce a grafické měřítko. V pravé části mapového listu se nachází statistické údaje zobrazeného území (počty domů a stájí a možnosti pohodlného ubytování vojáků a ustájení koní sídel zobrazených na mapě), v pravé dolní části je uveden rok mapování a topograf, který sekci mapoval. Ukázka mapového listu (O-IV-16) vyhotoveného dle modifikované technologie je v příloze 9.

Přehled území, která byla mapována dle modifikované technologie, včetně datování a počtu vyhotovených mapových listů je uveden v (Nischer 1925: 128), (Kuchař 1967: 85), a (Hofstätter 1989: 76). Údaje z výše uvedených pramenů byly vzájemně porovnány, doplněny informacemi z mapové sbírky Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien) a jsou uvedeny v tabulce 4.

Byly zjištěny nepatrné rozdíly ve skupinách lokalit (v (Nischer 1925: 128) nejsou některé lokality uvedeny vůbec) a v datování mapovacích prací (rozdíly řádově v letech). Uvedené počty mapových listů jsou pro dané lokality ve většině případů shodné. Případné rozdíly mohou být způsobeny započtením přehledných listů nebo naopak jejich vynecháním či započtením dobových kopií mapových listů. Výjimkou je počet mapových listů uvedený pro lokality: *Morava a Slezsko* a *Bukovina a Halič* (v druhém případě se pravděpodobně jedná o chybu v tisku nebo na katalogovém lístku v mapové sbírce Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien)).

<sup>36</sup> Blíže je činnost komise popsána v (Čada 1999) nebo (Čada 2001).

**Tab. 4 Území mapovaná podle modifikované technologie.**

Zobrazené území česky (německy)	Pramen	Datace	Počet ML
Goricko, Gradiska, Terst a chorvatské pobřeží (Gröz, Gradiska, Triest, Küstenland)	2	1821 – 1824	86
	1		---
	3		86
Goricko, Gradiska, Terst, Istrie/Ilyrie (Gröz, Gradiska, Triest, Istrien)	4		76
Korutany, Kraňsko a Istrie/Ilyrie (Kärnten, Krain, Istrien)	2	1825 – 1835	111
	1		---
Istrie/Ilyrie (Istrien)	3	1830 – 1834	111
Korutany a Kraňsko (Kärten, Krain)	4		110
Štýrsko (Steiermark)	2	1826 – 1836	129
	1		
	4		124+1*
Morava a Slezsko (Mähren, Schlesien)	2	1836 – 1840	146
	3		69
	4	1836 – 1842	146+1
	1	1838 – 1842	---
Čechy (Böhmen)	2	1842 – 1852	267
	3		270
	1	1842 – 1853	---
	4		267+2
Dalmácie (Dalmatien)	2	1851 – 1854	129
	3		
	4		129+1
	1		---
Bukovina (Bukowina)	2	1828 – 1831, dokončeno až roku 1863	28
	1		
Halič (Galizien)	2	1861 – 1863	129
	1		---
Bukovina a Halič (Bukowina, Galizien)	4	---	458+1
Chorvatsko, Slavonsko a chorvatsko-slavonská vojenská hranice (Croatien, Slavonien, Militärgrenze)	2	1867 – 1869	261
	1		---
	4	---	224+1
	3	1860 – 1868	224
vojenská hranice		1868 – 1869	37
Církevní stát a Toskánsko (Kirchenstaat, Toscana) 1:86 400	2	1841 – 1843	24
	3		
	1		---
Valašsko – v Rumunsku (Walachei) 1:57 600	2	1856 – 1857	112
	3	1856 – 1858	
	1	1856 – 1857	---
Při mapování Chorvatska, Slavonska, chorvatsko-slavonské vojenské hranice, Církevního státu, Toskánska a Valašska nebyl při topografickém mapování dle [2] využit polohopis získaný při mapování stabilního katastru.			
* 124+1 znamená 124 mapových listů + 1 list přehledný			
[1]	HOFSTÄTTER, E. (1989). <i>Beiträge zur Geschichte der Österreichischen Landesaufnahmen.</i> Wien: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, 61 – 97.		
[2]	KUCHAŘ, K. (1967). <i>Mapové prameny ke geografii Československa.</i> Acta Universitatis Carolinae Geographica roč. 2, č. 1: 57 – 97.		
[3]	NISCHER, E. (1925). <i>Österreichische Kartographen. Ihr Leben, Lehren und Wirken.</i> Wien, Österreichischer Bundesverlag für Unterricht, Wissenschaft und Kunst.		
[4]	Údaj ověřený v mapové sbírce ÖSTA-KA Wien.		

Přehled mapovaných území s datováním a informacemi o využití či nevyužití výsledků mapování stabilního katastru při tvorbě topografických map je uveden i v (Kretschmer, Dörflinger a Wawrik 2004: 173), bohužel bez počtů mapových listů pro příslušné země (viz tabulka 5). Uvedené názvy území, doba mapování a další informace se nejvíce shodují s údaji z (Hofstätter 1989: 76). Pro území *Lombardie a Benátsko a Valašsko v Rumunsku* jsou informace o využití výsledků mapování stabilního katastru uvedené v (Kretschmer, Dörflinger a Wawrik 2004: 173) v rozporu s (Nischer 1925: 128), (Kuchař 1967: 82), (Hofstätter 1989: 76) i údaji ověřenými v mapové sbírce Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien).

**Tab. 5 Postup mapovacích prací druhého vojenského mapování podle (Kretschmer, Dörflinger a Wawrik 2004: 173).**

Zobrazené území česky (německy)	S využitím výsledků SK?	Datace
Tyrolsko (Tirol)	ne	1801 – 1805, 1816 – 1820
Solnohradsko (Salzburg)	ne	1807 – 1808
Horní a Dolní Rakousko (Österreich ob und unter der Enns)	ne	1807 – 1819
Lombardie, Benátsko (Lombardei, Venedig)	ano	1814 – 1827
Neapol (Neapel) – během okupace	ne	1822 – 1826
Ilyrie (Illyrien)	ano	1825 – 1835
Štýrsko (Steiermark)	ano	1826 – 1836
Bukovina (Bukowina)	ano	1828 – 1831, nedokončeno
Morava a Slezsko (Mähren, Schlesien)	ano	1838 – 1842
Čechy (Böhmen)	ano	1842 – 1853
Dalmácie (Dalmatien)	ano	1851 – 1853
Uhersko (Ungarn)	ne	1819 – 1831, 1837 – 1847, 1850 – 1858, nedokončeno
Sedmíhradsko (Siebenburgen)	ne	1853 – 1857, nedokončeno
Valašsko – v Rumunsku (Walachei)	ne	1853 – 1857
Církevní stát a Toskánsko (Kirchenstaat, Toscana)	ne	1841 – 1842

Datování mapových listů pro tehdejší území Čech je dle (Nischer 1925: 128) a (Kuchař 1967: 85) 1842 – 1852, dle (Hofstätter 1989: 76) i informací z mapové sbírky Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien) 1842 – 1853. Rozdíl v počtu mapových listů uvedených v (Kuchař 1967: 85) 267 a v (Nischer 1925: 128) 270 je možné vysvětlit započtením i dobových kopií<sup>37</sup> některých mapových listů do celkového počtu. V (Hofstätter 1989: 76) není počet mapových listů uveden vůbec. Originály mapových listů pro území Čech jsou uloženy v mapové sbírce Rakouského státního archivu – Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien). Signatura, název a další informace jsou uvedeny v tabulce 6.

Datování mapových listů pro tehdejší území Moravy a Slezska je dle (Nischer 1925: 128) a (Kuchař 1967: 85) 1836 – 1840, dle (Hofstätter 1989: 76) 1838 – 1842, dle informací z Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien) 1836 – 1842. Rozdíl v počtu mapových

<sup>37</sup> Doposud bylo prokazatelně zjištěno, že kopie byly vyhotoveny pro dva mapové listy (W-11-I a W-12-III). Dle informací z mapové sbírky Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien), nebyly kopie vyhotovovány systematicky pro celé území Čech, ale pouze ojediněle v případě nutnosti.

listů uvedených v (Kuchař 1967: 85) 146 a (Nischer 1925: 128) 69 byl pravděpodobně způsoben záměnou souboru originálů mapových listů (146) a neúplného souboru kopií (69). V (Nischer 1925: 128) není počet mapových listů uveden vůbec. Originály a výše zmiňované kopie mapových listů jsou uloženy v mapové sbírce Rakouského státního archivu – Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien). Signatura, název a další informace jsou uvedeny v tabulce 7 a tabulce 8.

Přehled postupu mapovacích prací druhého vojenského mapování dokončených k roku 1851 s vyznačením prací plánovaných je v příloze 10.

**Tab. 6 Originály mapových listů druhého vojenského mapování pro Čechy.**

<b>Název</b>	Originalaufnahme von Böhmen
<b>Signatura</b>	B IX a 94-2
<b>Datováno</b>	1842 – 1853
<b>Vyhotoveno pod vedením</b>	Hauptmann Ludwig Br. Handel (1842 – 1843, 1844 – 1845) Major Wilhelm Hoffmann (1845 – 1848) Oberst Johann Beck (1850 – 1853)
<b>Měřítko</b>	1:28 800
<b>Počet mapových listů</b>	267 +2 přehledky

**Tab. 7 Originály mapových listů druhého vojenského mapování pro Moravu a Slezsko.**

<b>Název</b>	Originale der Militär-Aufnahme von Mähren und Schlesien
<b>Signatura</b>	B IX a 144-20
<b>Datováno</b>	1836 – 1842
<b>Vydavatel</b>	k. k. General-Quartiermeisterstab, Wien
<b>Vyhotoveno pod vedením</b>	Mjr. Georg Wohlgemuth (1836 – 1839) Hptm. Ludwig Frh. von Handel (1839 – 1842)
<b>Měřítko</b>	1:28 800
<b>Počet mapových listů</b>	146 +1 přehledka

**Tab. 8 Kopie mapových listů druhého vojenského mapování pro Moravu a Slezsko.**

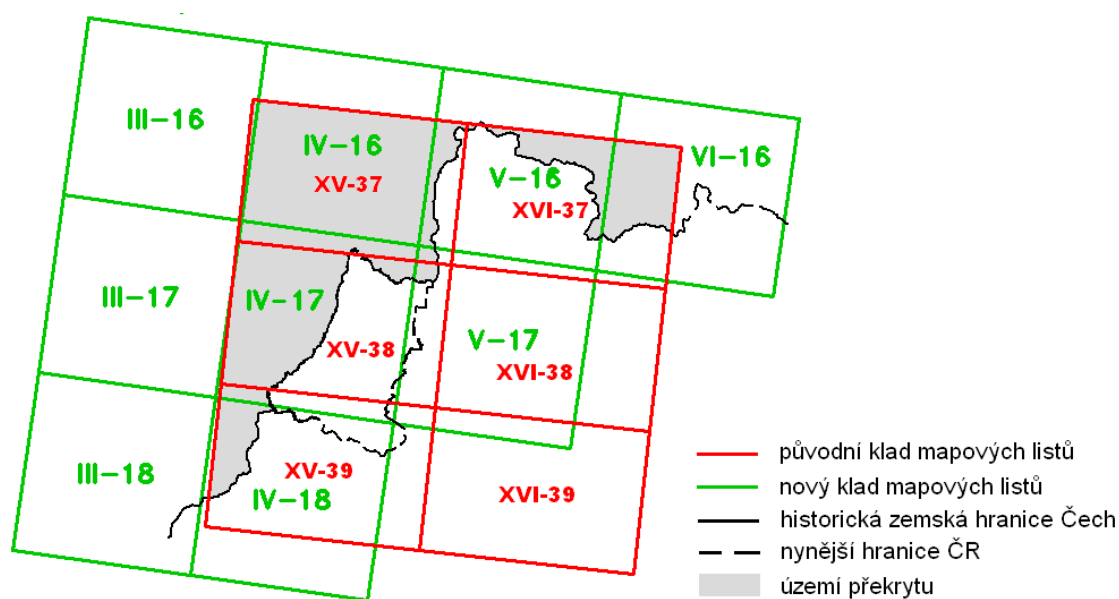
<b>Název</b>	Originalaufnahmen von Mähren und Schlesien
<b>Signatura</b>	B IX a 144-21
<b>Datováno</b>	1836 – 1840
<b>Vydavatel</b>	k. k. General-Quartiermeisterstab, Wien
<b>Měřítko</b>	1:28 800
<b>Počet mapových listů</b>	69
<b>Pozn:</b>	kopie, neúplné

Dle původní technologie v tzv. starším sekčním dělení byla v letech 1809 – 1819 zmapována s Dolním Rakouskem část Vitorazska a Valticko a Dyjsko-moravský trojúhelník. V letech 1842 – 1852 byly tyto lokality mapovány znovu podle nové, modifikované koncepce s využitím polohopisu map stabilního katastru a v novém kladu, aby mapové listy českých zemí tvořily časově jednotný soubor. Charakteristiky map vyhotovených podle původní a modifikované koncepce jsou uvedeny v tabulce 9.

Vzhledem k tomu, že mapová kresba druhého vojenského mapování pro Dolní Rakousko pokrývá celé mapové listy bez ohledu na tehdejší zemské hranice, je možné na hraničních mapových listech, viz obr. 19, porovnat duplicitní obsah těchto map (použitý značkový klíč), mimorámové údaje (sopisné statistické údaje důležité pro zásobování a přesuny vojsk) či hodnotit přesnost zobrazeného polohopisu.

**Tab. 9 Charakteristiky map vyhotovených dle původní a modifikované technologie v jižních Čechách (Vitorazsko), (Vichrová a Čada 2010: 32).**

Porovnávaná charakteristika	Dolní Rakousko	Čechy
doba vyhotovení	1809 – 1819	1842 – 1852
triangulace	vojenská	katastrální
souřadnicový systém	svatoštěpánský	gusterbergský
sekční dělení	původní	modifikované
rozměr mapového listu ve vídeňských palcích	24 x 16	20 x 20
zobrazené území na jednom mapovém listě v rakouských mílích	2,4 x 1,6	2 x 2
plocha území zobrazeného na jednom mapovém listě v km <sup>2</sup>	221,0	230,2
metodika sběru dat	přímé topografické mapování metodou měřického stolu	využití generalizovaného katastrálního polohopisu
mapová kresba	pokrývá celý mapový list bez ohledu na zemské hranice	pokrývá jen území do tehdejších zemských hranic



Obr. 19 Duplicitně mapované území v oblasti Vitorazska.

Porovnáním obsahu map duplicitně mapovaného území (Jižní Čechy – Vitorazsko) vyznačeného na obr. 19, bylo zjištěno, že byl změněn způsob zákresu zemské hranice, císařské silnice první třídy a zejména lesa (viz tabulka 10). Na mapových listech vyhotovených při mapování Čech jsou nově zakresleny objekty trigonometrický bod a katastrální hranice, které se na mapových listech vyhotovených při mapování Dolního a Horního Rakouska nevyskytují. Zobrazení téhož území (části rybníční soustavy východně od Třeboně) s odstupem 25 let je v příloze 11. Metodika a výsledky hodnocení přesnosti zobrazeného polohopisu jsou podrobně popsány v (Čada 2006).

Tab. 10 Rozdíly v zákresu vybraných prvků.

Číslo značky	Předmět	Grafické znázornění v lokalitě	
		Dolní Rakousko (1809 – 1819)	Čechy (1842 – 1852)
V11-01	trigonometrický bod	–	
–	katastrální hranice	–	
V21-01	zemská hranice		
V24-04	císařská silnice 1. třídy		
V221-25	les	 	

## 1.4 Kartografické vyjadřovací prostředky a obsah map

S ohledem na obsah map druhého vojenského mapování a map stabilního katastru byly navrženy níže uvedené kategorie objektů tak, aby bylo možné do nich zařadit prvky obsahu obou mapových děl. Pro topografické mapy byl vytvořen *Katalog objektů II. vojenského mapování*, který vznikl zpracováním rastrových podkladů původního značkového klíče druhého vojenského mapování uloženého v Rakouském státním archivu ve Vídni (Muster-Blätter... 1831 – 1840). Pro mapy stabilního katastru byl zpracováním rastrových podkladů značkových klíčů z (Instruktion... 1824), (Instruktion... 1865) a (Značkový klíč... 1912) vytvořen *Katalog objektů stabilního katastru*. Oba katalogy jsou uvedeny v (Vichrova 2005) nebo v digitální podobě na:

[http://home.zcu.cz/~vichrova/clanky/Katalog\\_objektu\\_SK.pdf](http://home.zcu.cz/~vichrova/clanky/Katalog_objektu_SK.pdf)

[http://home.zcu.cz/~vichrova/clanky/Katalog\\_objektu\\_VII.pdf](http://home.zcu.cz/~vichrova/clanky/Katalog_objektu_VII.pdf) .

### Kategorie katalogu objektů:

1. Body bodových polí
  - 1.1 Polohové bodové pole
  - 1.2 Výškové bodové pole
2. Polohopis
  - 2.1 Hranice
  - 2.2 Druhy pozemků a způsob využití
    - 2.2.1 Půdní pokryv
    - 2.2.2 Nerostné zdroje
  - 2.3 Stavby
  - 2.4 Komunikace a dopravní stavby
  - 2.5 Inženýrské sítě
  - 2.6 Vodstvo a vodohospodářské stavby
3. Výškopis
  - 3.1 Výškové kóty
  - 3.2 Terénní útvary
4. Popis

Prvky jsou očíslovány a uspořádány do přehledných tabulek s kategoriemi: *Číslo značky*, *Varianta*, *Předmět*, *Překlad*, *Originál*, *Datace* (pouze u prvků Katalogu objektů stabilního

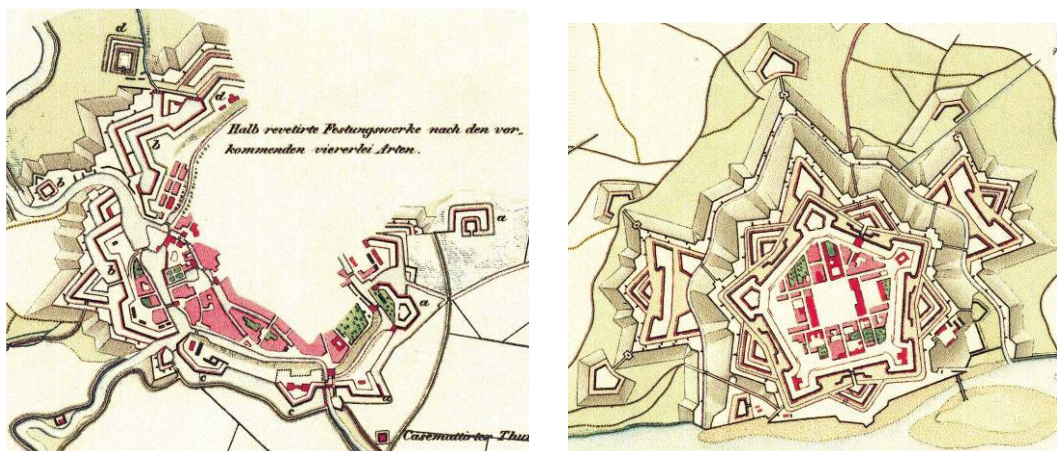


katastru), *Grafické znázornění v měřítku...*, Číslo značky SK/VII. Pomocí odkazů je *Katalog objektů II. vojenského mapování* propojen s *Katalogem objektů stabilního katastru*<sup>38</sup>.

Celkem je *Katalog objektů II. vojenského mapování* sestaven z 277 prvků, z nichž 27,8 % , tj. 77 objektů, má přímý ekvivalent. Podrobněji je struktura obou katalogů popsána v (Vichrová 2005), (Vichrová, Čada 2005) nebo (Vichrová 2006a).

Výše uvedené kategorie *Katalogu objektů II. vojenského mapování* včetně jednotlivých prvků příslušných kategorií jsou popsány v (Vichrová 2005), (Vichrová, Čada 2005) a (Vichrová 2006b).

Při topografickém mapování byla zvláštní pozornost věnována zákresu prvků operačně-taktického a strategického charakteru. Při pohybu vojsk v terénu, byly velmi důležité informace týkající se prostupnosti terénu (komunikační síť, brody a mosty přes řeky, bažiny, louky, lesy atd.), možnosti zásobování a ubytování mužstva či ustájení koní (prameny, studny, množství a velikost sídel, průmyslových staveb atd.). Vojenské objekty a cvičiště byly mapovány v dvojnásobném měřítku (1:14 400), ukázka je na obr. 20.



Obr. 20 Ukázka zákresu vojenského opevnění – částečného a celkového opevnění ze všech stran (Muster-Blätter... 1831 – 1840).

Nejvíce objektů bylo zařazeno do kategorie 2.6 *Vodstvo a vodohospodářské stavby* (58). Druhá nejpočetnější kategorie je 2.3 *Stavby* (54). Zděné stavby byly zakreslovány červeně, dřevěné stavby černě. Významné, správní a církevní budovy byly zakreslovány tmavě-červeně. Kombinací mapových značek a popisu či zkratky bylo dosaženo velké rozmanitosti objektů. To je patrné např. u objektů: *mlýny a zařízení pracující na principu mlýna*<sup>39</sup>. Samostatná značka mlýna znázorňuje vždy mlýn na obilí. Každý další mlýn či jiné zařízení pracující na stejném principu je blíže určeno popisem odpovídajícího měřítka (ukázka je v tabulce 11). Vybrané objekty (např. *hamr, slévárna, varna, lázně* atd.) byly obvykle spojovány se značkou nerostu odpovídajícího měřítka (příklad je uveden v tabulce 12).

Sídla byla podle velikosti a významu dělena na čtyři typy (*malá osada, vesnice, trhové město a město*). Budovy byly zobrazovány v blocích tak, aby zákres v mapě co nejvíce odpovídal reálné skutečnosti a vypovídal o prostupnosti daného sídla, neboť zobrazení prostupnosti terénu bylo pro přesuny vojsk velmi důležité.

Třetí, nejpočetnější kategorie je 2.4 *Komunikace a dopravní stavby* (42). Bylo rozlišováno např. 11 typů komunikací, 12 typů mostů, u přívozů a lávek bylo zohledňováno,

<sup>38</sup> Má-li prvek přímý ekvivalent mezi prvky druhého katalogu objektů (Je-li v *Katalogu objektů stabilního katastru* např. objekt plovoucí most a v *Katalogu objektů II. vojenského mapování* také objekt plovoucí most, jsou si navzájem přímým ekvivalentem. Naopak objekty např. železnice dvoukolejná a železnice si navzájem přímým ekvivalentem nejsou.), je číslo odpovídajícího přímého ekvivalentu uvedeno v posledním sloupci (Číslo značky SK/VII).



<sup>39</sup> Vodní mlýn, větrný mlýn, koňský nebo volský žentour, lodní mlýn, stoupovna, mlýn s pilou poháněnou vodním kolem, prachárna, olejárna, papírna a závod na řezání kamene.



zda je určena pro pěší, pro koně nebo pro přepravu nákladů. Je zřejmé, že zobrazení komunikační sítě, byla věnována velká pozornost.

Počty prvků v jednotlivých kategoriích *Katalogu objektů II. vojenského mapování* s uvedeným počtem přímých ekvivalentů v dané kategorii a s vyjádřením v procentech vzhledem k celkovému počtu ekvivalentů je v tabulce 13.

**Tab. 11 Rozlišení mlýnů a podobných staveb pro měřítko 1:28 800 (dvakrát zvětšeno).**

dřevěný vodní mlýn	olejárna
	 Öl M.

**Tab. 12 Stavby pro průmyslové využití (dvakrát zvětšeno).**

měřítko	lázně	sírné lázně
1:28 800		 Schwefel
1:144 000		

**Tab. 13 Počty prvků v jednotlivých kategoriích.**

Kategorie objektů druhého vojenského mapování	Počet prvků v kategorii	Přímé ekvivalenty	
		počet	počet %
1.1 Polohové bodové pole	1	1	0,4
1.2 Výškové bodové pole	-	-	-
2.1 Hranice	13	8	2,9
2.2.1 Půdní pokryv	27	15	5,4
2.2.2 Nerostné zdroje	28	-	-
2.3 Stavby	54	23	8,3
2.4 Komunikace a dopravní stavby	42	12	4,3
2.5 Inženýrské sítě	-	-	-
2.6 Vodstvo a vodohospodářské stavby	58	18	6,5
3.1 Výškové kóty	1	-	-
3.2 Terénní útvary	34	-	-
4. Popis	19	-	-
Celkem	277	77	27,8

## 1.5 Odvozená mapová díla

Pro jednotlivé země rakouské monarchie byly vyhotoveny tzv. speciální a generální mapy.

**Speciální mapa Království českého** byla vydána v letech 1847 – 1860 tiskem z mědirytiny na 38 mapových listech a jednom listu s kladem sekcí, podle (Boguszak a Císař 1961: 62) i (Kuchař 1967: 88) pod názvem: *Special Karte des Koenigreiches Boehmen. Astronomisch-trigonometrisch vermessen, topographisch aufgenommen, reduziert, gezeichnet und gestochen von dem k. k. militär-geographischen Institute in Wien herausgegeben in den Jahren 1847 bis 1860.* Originály byly vykresleny již v letech 1842 – 1852 a jsou i s následnými tisky uloženy v mapové sbírce Rakouského státního archivu – Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien). Ukázka z originálu speciální mapy 1:144 000 je na obr. 21.



Obr. 21 Výřez z originálu speciální mapy 1:144 000 – města Plzeň a Rokycany s okolím (na originálu speciální mapy zcela chybí popis), (Originale der Spezialkarte... 1842 – 1852).

**Speciální mapa Markrabství moravského a částí Vévodství slezského** byla vydána roku 1844 na 19 mapových listech tiskem z mědirytiny (Boguszak a Císař 1961: 18). U tisků z pozdějších let byl ještě jeden list s kladem sekcí. Podle (Boguszak a Císař 1961: 62) i (Kuchař 1967: 88) byla mapa vydána pod názvem: *Special Karte der Markgrafschaft Maehren mit den Anteilen des Herzogthums Schlesien. Astronomiisch-trigonometrisch vermessen, topographisch aufgenommen, reduzirt, gezeichnet und gestochen von dem k. k. militär-geographischen Institute in Wien herausgegeben im Jahre 1844*. Originály mapových listů jsou uloženy v mapové sbírce Rakouského státního archivu – Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien), jejich přehled včetně signatur je uveden v tabulce 14.

Tab. 14 Speciální mapy pro území České republiky uložené v ÖSTA-KA Wien.

Signatura	Název položky	Datace	Počet ML	Poznámka
B IX a 94-1	Originale der Spez. Karte vom Königr. Böhmen	1842-1852	-	není kompletní, dva přehledné listy
B IX a 96	General-Karten des Königreichs Böhmen	1847-1860	38+1	další tisky z let: 1868, 1869, 1871, 1875, 1876, 1881
B IX a 145	Spezialkarte der Markgrafschaft Mähren und des Herzogthums Schlesien	1844	19	korektury z roku 1857
B IX a 146	Spezial-Karte der Markgrafschaft Mähren mit den Theilen des Herzogthums Schlesien	1844	19+1	další tisky z let: 1872, 1857, 18876, 1869, 1871, 1870, 1872, 1873, 1874, 1882, 1883, 1883

**Generální mapa Království českého**, podle (Boguszak a Císař 1961: 62) v plném znění: *General Karte des Königreiches Boehmen herausgegeben vom k.k. militär-geographischen Institute in Wien im Jahre 1865*, byla v originále vyhotovena na čtyřech listech roku 1860 a vydána o pět let později 1865 z mědirytu. Originály mapových listů jsou uloženy v mapové sbírce Rakouského státního archivu – Válečného archivu ve Vídni (ÖSTA – KA Wien).

**Generální mapa Markrabství moravského a částí Vévodství slezského**, v plném znění: *General Karte der Markgrafschaft Mähren mit den Anthellen des Herzogthums Schlesien nach der Spezialkarte reduzirt, gezeichnet und gestochen im k.k. militär-geographischen Institute in Wien im Jahre 1846*, byla obdobně jako pro Čechy vyhotovena v originále na čtyřech listech v roce 1843 a vydána tiskem z mědirytu roku 1846 (Boguszak a Císař 1961: 19). Originály mapových listů jsou uloženy v mapové sbírce Rakouského státního archivu – Válečného archivu ve Vídni (Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien), jejich přehled včetně signatur je uveden v tabulce 15.

Mapová díla druhého vojenského mapování byla podkladem dalších dvou význačných kartografických děl ze začátku druhé poloviny 19. století: zprvu soukromé a v r. 1872 Vojenským zeměpisným ústavem zakoupené Schedovy generální mapy rakouského císařství v měřítku 1:576 000 a z ní odvozené generální mapy střední Evropy v měřítku 1:300 000 (Boguszak a Císař 1961: 20). Podrobně je problematika odvozených mapových děl z druhého vojenského mapování popsána např. v (Nischer 1925), (Boguszak a Císař 1961), (Kuchař 1967) nebo (Semotanová 2001).

**Tab. 15 Generálních mapy 1:288 000 pro území České republiky uložené v ÖSTA-KA Wien.**

Signatura	Název položky	Datace	Počet ML	Poznámka
B IX a88	General-Karte des Königreichs Böhmen	1865	4	Wien 1869, Wien 1870, Wien 1871, Wien 1872, Wien 1874, Wien 1873, Wien 1876, Wien 1877
B IX a34-05	Generalkarte des Königreiches Böhmen (der Markgrafschaft Mähren und des Herzogthums Schlesien)	1865	6	---
B IX a138-2	Originale der Generalkarte von Mähren und Schlesien	1843	4	---
B IX a139	Generalkarte der Markgrafschaft Mähren mit den Theilen des Herzogthums Schlesien	1846	4	Weitere Ausgaben: 1855, 1857, 1872, 1873
B IX a139-10	Spezialkarte der Markgrafschaft Maehren mit dem Herzogthums Schlesien nach der neuen politischen und gerichtlichen Eintheilung 1854	1854	1	---

## 1.6 Shrnutí

Druhé vojenské mapování probíhalo na území rakouské monarchie po dobu 63 let, tj. 1806 – 1969. Zdárný průběh mapování celé monarchie byl velmi důležitý nejen pro správu, ale i pro ekonomický rozvoj země.

Mapové dílo druhého vojenského mapování si uchovává obrovskou historickou paměť. Vznikalo v době nástupu a rozmachu průmyslové, dopravní a zemědělské revoluce, v době budování občanské společnosti, rozmachu kapitalismu a vlny urbanizace. Všechny tyto vlivy a ještě mnohé další s nimi související se zapsaly do tehdejší krajiny, tedy i do map druhého vojenského mapování.

V mnohých ohledech lze toto mapování považovat za dílo moderní a unikátní (nejen zvolenou technologií, ale i obsahem). V porovnání s prvním vojenským mapováním je druhé vojenské mapování přesnější jak z hlediska geometrické přesnosti prvků obsahu mapy, tak polohové přesnosti, protože bylo celé uskutečněno na geodetických základech (hlavně na územích, kde topografové měli k dispozici zmenšený, generalizovaný polohopis map stabilního katastru, byly vyhotoveny velmi přesné topografické mapy). Modifikovaná technologie druhého vojenského mapování značně urychlila a zefektivnila postup mapovacích prací. Přebírání výsledků a současný průběh velkoměřítkového a topografického mapování se na dlouhou dobu staly unikátem.

Část území České republiky (část Vitorazska, Valticko a Dyjsko-moravský trojúhelník) byla zmapována podle původní technologie již v letech 1809 – 1819 spolu s Dolním a Horním Rakouskem. Podle modifikované technologie byly zmapovány Čechy v letech 1842 – 1852 (267 rukopisných kolorovaných sekcí – Militär-Aufnahmeaktionen)

von Böhmen), Morava a Slezsko v letech 1836 – 1840 (146 sekcí). Celé území bylo zmapováno během krátkého časového úseku, 16 let! Tím druhé vojenské mapování poskytuje kompaktní obraz našeho území těsně před vrcholem průmyslové a zemědělské revoluce.

Originály mapových sekcí 1:28 800 byly přísně utajovány (přístup k nim měly jen nejvyšší velitelské složky rakouské armády). Dnes jsou spolu s originály odvozených mapových děl, souvisejícími návody, předpisy, triangulačním a výpočetním operátem uloženy Rakouském státním archivu ve Vídni (Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien).

## 2. Výškopis na mapách druhého vojenského mapování

Výškopis je na mapách druhého vojenského mapování vyjádřen podle značkového klíče (Muster-Blätter... 1831 – 1840) šrafováním a výškovými kótami. Součástí značkového klíče (Muster-Blätter... 1831 – 1840) jsou typové modely elementárních terénních tvarů vyjádřené stejně, jak byly tyto tvary zakreslovány do map. Každý modelový terénní tvar je ve značkovém klíči (Muster-Blätter... 1831 – 1840) graficky znázorněn pomocí horizontál a sklopenými řezy v důležitých profilech terénu.

Vyjádření terénních tvarů na mapách druhého vojenského mapování bylo doplněno výškovými kótami. Na mapových listech pro Čechy, Moravu a Slezsko vyhotovených podle modifikované technologie jsou výškové kóty uvedeny ve vídeňských sázích s přesností na dvě desetinná místa (obr. 22). Na mapových listech vyhotovených podle původní technologie mapování v oblasti jižních Čech (Vitorazsko) žádné číselné výškové kóty nalezeny nebyly.



Obr. 22 Příklad zápisu výškové kóty na mapě.

### 2.1 Vyjádření topografického povrchu na mapách šrafováním

#### 2.1.1 Teorie zobrazování topografického povrchu

Roku 1799 byl v Lipsku vydán spis J. G. Lehmann<sup>40</sup>: *Darstellung einer neuen Theorie der Bezeichnung der schiefen Flächen im Grundriß oder der Situationszeichnung der Berge*. (Lehmann 1799), ve kterém autor podrobně popisuje teorii zakreslování výškových poměrů terénu do map a plánů. Úvodní strana Lehmannova díla je na obr. 23.

Lehmannův spis (Lehmann 1799) je psán formou dílčích paragrafů. Začíná předmluvou a stručným popisem obsahu jednotlivých paragrafů, následuje úvod, text (členěný do 72 paragrafů) a čtyři listy obrazových příloh.

V úvodu Lehmann popisuje podněty, které jej vedly k sepsání a vydání díla tiskem (Lehmann 1799: 1 – 10):

Poté, co byl J. G. Lehmann pověřen vyhotovením plánu částí Saska určeného pro vojenské účely, který by věrně znázorňoval terén, prostudoval dostupnou literaturu (protože doposud neměl zkušenosti se zakreslováním terénu do map) a zjistil, že tehdy užívaný způsob zakreslování terénu do map a plánů je nevyhovující, což dokládá i na konkrétních příkladech. Dospěl k závěru, že pro způsob zakreslování terénu do map a plánů by měla platit jednotná matematická pravidla a že využití matematiky by celý postup usnadnilo a zjednodušilo. Zaměřil se na řešení problému: **Jak zakreslit terén tak, aby uživatel získal přehled o celku a zároveň i představu o jeho jednotlivých částech.**

Původní rukopis (Lehmann 1799) měl Lehmann připraven k tisku již od roku 1796. Pro praktické ověření navrhované teorie poskytl svůj rukopis dělostřelcům. Bohužel rukopis byl zničen nebo ztracen a Lehmann musel vyhotovit rukopis nový. Dílo tentokrát již vydal tiskem, aby nedošlo k jeho opětovné ztrátě.

<sup>40</sup> Johann Georg Lehmann (\*1714 – †1811) saský matematik a topograf (Čada 2004).

Značná pozornost je v (Lehmann 1799) věnována vysvětlení základních pojmů. Autor se tak snažil předejít jejich nepřesné či nesprávné definici nebo dokonce záměně. **Vysvětlení k vybraným pojmům jsou v následujícím textu uvedena dle (Lehmann 1799). Současná geometrická terminologie i definice jsou zpravidla jiné!**

**Sklon, úhel sklonu** (*Neigungswinkel, Flächenwinkel*) dle (Lehmann 1799: §15) se nazývá vrcholový úhel, který svírá šikmá rovina s vodorovnou rovinou. Je určen, když je přes dvě navzájem protínající se roviny pod kosým úhlem<sup>41</sup> položena třetí rovina kolmá na obě předchozí roviny. Průsečnice šikmých rovin s třetí rovinou jsou ramena úhlu sklonu. Každé takové rameno je kolmé na průsečnici obou prvních rovin. Pokud je průsečnice vodorovná, pak každá horizontála<sup>42</sup> vztažená na šikmou rovinu je kolmá na rameno úhlu sklonu.

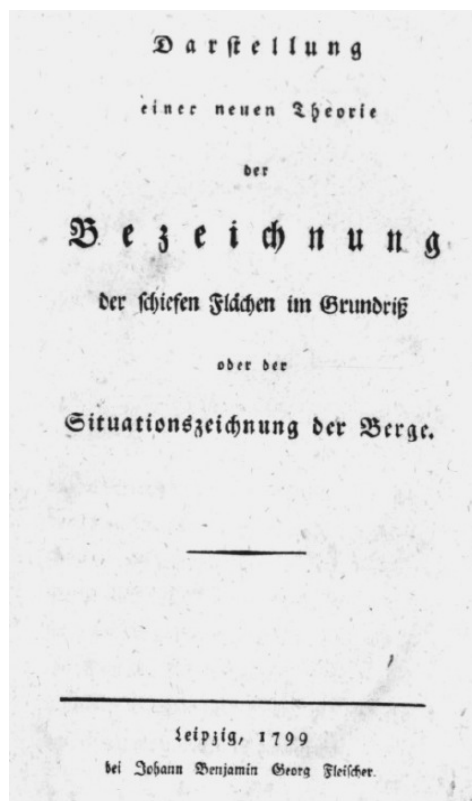
**Spádová přímka, spádnice** (*Neigungslinie*) je dle (Lehmann 1799: §15) rameno úhlu sklonu ležící v šikmé rovině. Spádová přímka je kolmá na každou horizontálu ležící v šikmé rovině a směřuje do vrcholu úhlu sklonu.

**Vyvýšený terénní tvar** (*ein Berg*) je dle (Lehmann 1799: §17) „*prostorové těleso*“, ohraničené ze všech stran z části rovinami z části zakřivenými plochami. Pokud je vyvýšený terénní tvar považován za „*odřezek Země*“, pak na něm lze obecně rozlišovat vodorovnou podstavu a vnější plášť, který tvoří buď šikmé roviny, nebo nejčastěji zakřivené plochy. Zakreslováním podstavy do mapy se zabývá praktická geometrie, zakreslováním vnějšího pláště do mapy se zabývá nauka o terénních tvarech nebo tzv. nauka o kresbě polohopisu (*Situationszeichenlehre*).

Ve vrcholových partiích vyvýšeného terénního tvaru se nachází **vrchol** (*Berg Spitze*) – bod na povrchu vyvýšeného terénního tvaru, který má největší svislou vzdálenost od podstavy, nebo **vrcholová kupa** (*Berg Kuppe*). Na úbočích se nachází **svah** (*Böschung des Berges*) s odpovídajícím sklonem (*Böschungswinkel*). V nejnižší části vyvýšeného terénního tvaru se nachází **úpatí** (*der Fuß des Berges*), tj. hranice, kde se setkává podstava s povrchem terénu nebo kde terénní tvar hraničí s jiným terénním tvarem.

**Strmý x plochý** (*steil x flach*) jsou dle (Lehmann 1799: §17) relativní pojmy související s hodnotou sklonu. Svah s velkým sklonem je strmý, svah s malým sklonem je plochý. Vyvýšený terénní tvar se strmým svahem (*ein steiler Berg*) je takový, jehož povrch má velký sklon oproti zvolenému horizontu. Naopak vyvýšený terénní tvar s plochým svahem (*ein flacher Berg*) je takový, jehož povrch má malý sklon oproti zvolenému horizontu.

**Vysoký x nízký** (*hoch x niedrig*) jsou dle (Lehmann 1799: §17) opět relativní pojmy spolu související. Vysoké místo oproti ostatním je takové, jehož vzdálenost od středu Země je oproti ostatním větší, nebo když je dané místo nad horizontem ostatních. Nízké místo oproti ostatním je takové, které leží pod horizontem ostatních míst. Relativnost obou dvojic pojmů je demonstrována na obr. 24.

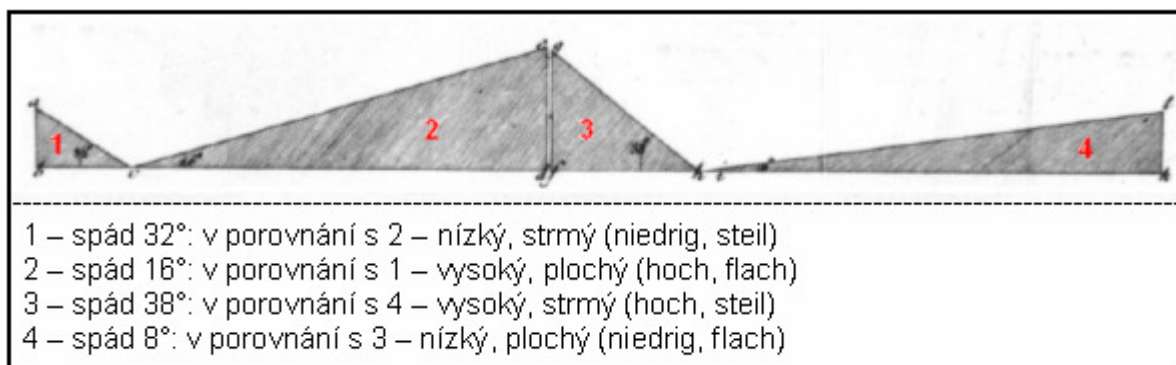


Obr. 23 Úvodní strana spisu J. G. Lehmannova o zakreslování terénu do map a plánů (Lehmann 1799).

<sup>41</sup> Kosý úhel je úhel, který není nulový, pravý nebo přímý.

<sup>42</sup> Horizontála je linie spojující množinu bodů o stejné výšce.

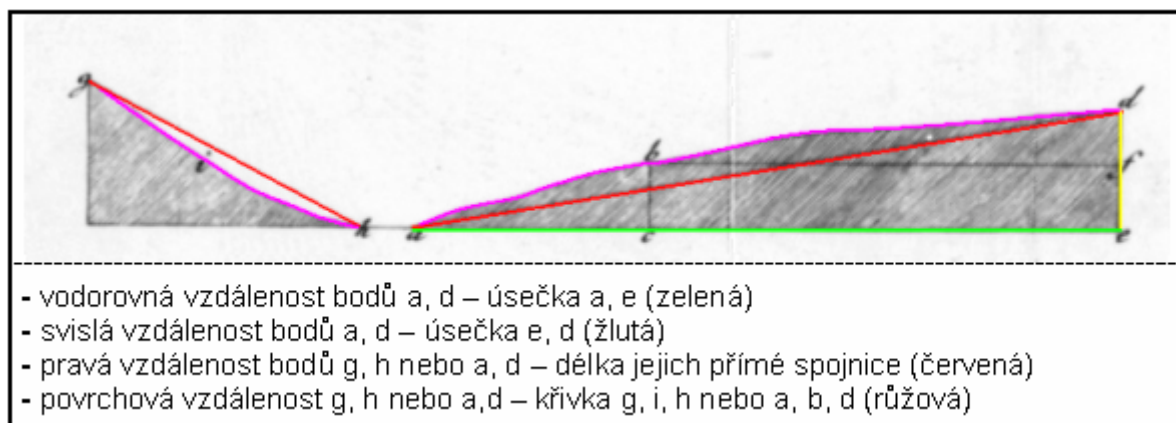




Obr. 24 Relativnost pojmů: strmý a plochý, vysoký a nízký.  
 Podklad pro obrázek převzat z (Lehmann 1799).

Velmi podrobně se J. G. Lehmann věnoval vysvětlení a definici pojmu **vzdálenost** (*die Entfernung*), protože tento pojem byl dle jeho názoru v literatuře používán mnohdy nesprávně či nepřesně. Na zemském povrchu je dle (Lehmann 1799: §18) mezi dvěma body, které neleží ve stejném horizontu nebo ve stejné výšce, více druhů vzdáleností, jež je nutné od sebe navzájem důsledně rozlišovat.

**Vodorovná vzdálenost** (*die horizontale Entfernung*) je dle (Lehmann, 1799: §18) vzdálenost dvou bodů o stejné výšce nebo dvou bodů promítnutých do stejného horizontu. **Svislá vzdálenost** (*die senkrechte Entfernung*) je dle (Lehmann 1799: §18) vzdálenost dvou bodů promítnutých na stejnou svislici. **Pravá vzdálenost** (*die Wahre Entfernung*) dvou bodů je dle (Lehmann 1799: §18) délka přímé spojnice těchto dvou bodů. Tyto tři typy vzdáleností tvoří trojúhelník ležící ve svislé rovině (ukázka je na obr. 25, *trojúhelník ade*). **Povrchová (místní) vzdálenost** (*die örtliche Entfernung*) je dle (Lehmann 1799: §18) vzdálenost mezi dvěma body (ležícími ve svislé rovině), která jde mezi danými body po povrchu zakřivené plochy na průsečnici svislé roviny a zakřivené plochy (obr. 25). V terénu mohou nastat situace, kdy nelze dojít z jednoho místa do druhého přímo, tj. po přímce. Je nutné obcházet překážky, což má za následek, že chodec ujde delší vzdálenost než by byla tzv. „povrchová vzdálenost“. Takovouto vzdálenost J. G. Lehmann nazval v (Lehmann 1799: §18) **sjízdnu** či **pochodovou vzdáleností** (*die praktikable Entfernung*).



Obr. 25 Vodorovná, svislá, pravá a povrchová vzdálenost dvou bodů.  
 Podklad pro obrázek převzat z (Lehmann 1799).

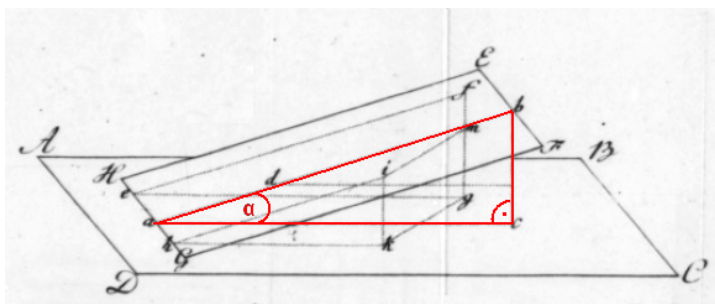
V (Lehmann, 1799: §18) jsou dále uvedeny souvislosti mezi jednotlivými typy vzdáleností. Pokud mezi dvěma body v terénu nebudou žádné překážky, které by bylo nutné obejít, bude **pochodová vzdálenost stejná jako povrchová vzdálenost**. Pokud mezi body nebude zakřivená plocha, ale rovina, pak bude **povrchová vzdálenost stejná jako pravá vzdálenost**. Pokud mezi body nebude ani převýšení, tj. body budou ve stejné výšce, pak

bude **pravá vzdálenost stejná jako vodorovná vzdálenost** a terén mezi dvěma body bude rovina.

Výška bodu na šikmé rovině závisí dle (Lehmann 1799: §19) na hodnotě sklonu (*Böschungswinkel*) a vodorovné vzdálenosti (*horizontale Entfernung*). Platí:

$$|bc| = |ac| \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (8)$$

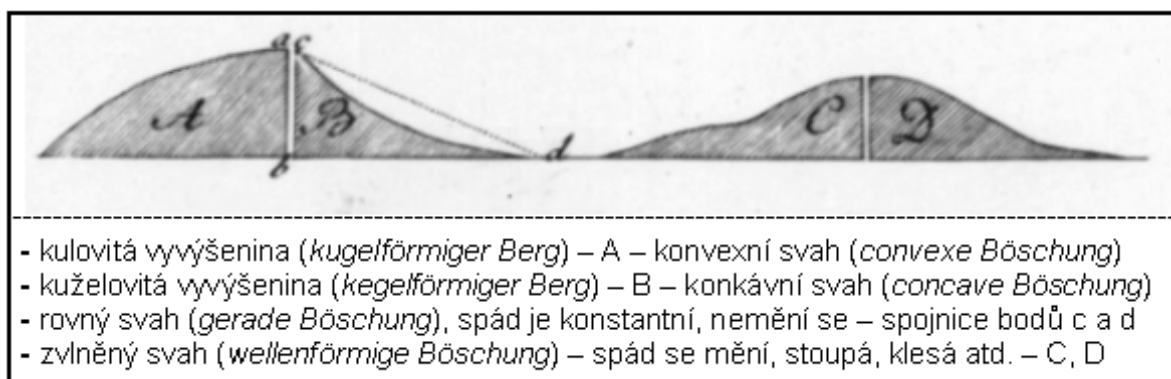
kde  $\alpha$  je úhel bac (viz obr. 26).



Obr. 26 Převýšení dvou bodů. Podklad pro obrázek převzat z (Lehmann 1799).

Dle (Lehmann 1799: §21) má být sklon plochy vyjádřen v půdorysu pomocí černých šraf (černých čárek) zakreslených na bílém podkladě. Množství černé barvy nutné pro zakreslení jedné šrafy pak musí odpovídat velikosti hodnoty sklonu ve směru spádové přímky (tj. spádu)<sup>43</sup> a poloha černé šrafy musí odpovídat směru největšího spádu. Směr spádových přímk je dle (Lehmann 1799: §30) analogický s vodou stékající po povrchu hory (voda teče od nejvyššího místa směrem dolů, někde se drží, někde přetváří povrch atd., tím vznikají údolí, rokle a soutěsky).

Úkolem topografa je dle (Lehmann 1799: §31) zakreslit terén do mapy a rozlišit jednotlivé terénní tvary (viz obr. 27). Aby mohl topograf danou část terénu zakreslit správně, musí ji celou dobře vidět, disponovat základními znalostmi o šíření světla v prostoru a vyvarovat se zrakových klamů (Lehmann 1799: §32).



Obr. 27 Typy horských svahů. Podklad pro obrázek převzat z (Lehmann 1799).

Světlo (světelné záření) se podle (Lehmann 1799: §32) šíří od zdroje všemi směry; z jednoho zdroje dopadne na vodorovnou rovinu jenom jeden paprsek „kolmo“, ostatní paprsky dopadnou „šikmo“; čím delší cestu paprsek k rovině urazí, tím slabší bude její osvětlení; na straně odvrácené od světla budou objekty méně osvětlené; černá barva světlo

<sup>43</sup> Dle (Terminologická komise ČÚZK 2010) je:

Sklon terénního reliéfu – úhel sevřený terénní čarou nebo dílčí plochou terénního reliéfu s vodorovnou rovinou; udává se ve stupních, popř. tangentou nebo v procentech.

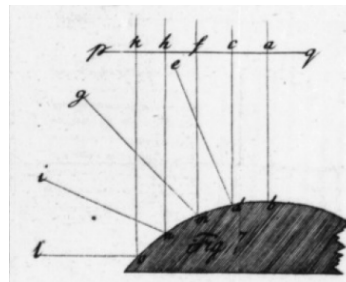
Spád terénního reliéfu – sklon terénního reliéfu ve směru spádnice.



pohlcuje, bílá a jiné barvy světlo odráží; pro šíření světla v prostoru platí zákon odrazu. Světlo (barvy) a tmu (stíny) lze v mapě rozlišit černou barvou na bílém podkladě, tj. černou tuší na bílém papíře.

Celou situaci lze výrazně zjednodušit umístěním oka topografa přímo do zdroje světla (Lehmann 1799: §33). V postupu zakreslování terénu do roviny mapy tak bude možné pomocí aplikované matematiky pro každou zakřivenou plochu vyjádřit z množství odraženého světla dopadajícího do oka spád:

- 0° ... jenom bílá
- 22,5° ... ½ černá, ½ bílá
- 11,25° ... ¼ černá ¾ bílá
- 33,75° ... ¾ černá, ¼ bílá
- 45° ... jenom černá



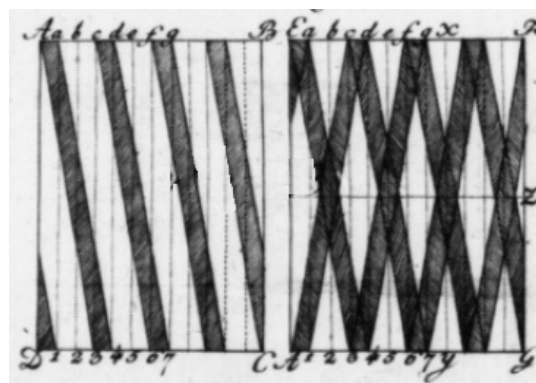
Obr. 28 Závislost množství odraženého světla dopadajícího do oka na spádu (Lehmann 1799).

Závislost množství světla dopadajícího do oka po odrazu od zakřivené plochy je pro výše uvedené úhly graficky znázorněna na obr. 28. **Minimální a maximální hodnoty spádu byly zvoleny 0° a 45°, protože přirozený spád svahu vyvýšeného terénního tvaru je právě v tomto rozmezí, šrafovaná plocha odpovídající svahu se spádem 45° bude zcela černá** (Lehmann 1799: §36).

Poměr černé a bílé barvy je dle (Lehmann 1799: §37) na papíře vhodnější vyjádřit pomocí černých šraf a bílých meziprostor, než pouhým nařazením tuše vodou a nanesením odstínů šedé barvy na papír, protože pro lidské oko je kontrast černé a bílé barvy vedle sebe lépe čitelný než odstíny šedé barvy. Cílem bylo nejen zakreslit sklonové poměry vhodným způsobem do mapy, ale také zajistit, aby bylo možné z mapy zpětně určit spád v daném místě. Při zákresu šraf bylo nutné uvažovat také měřítko půdorysu objektu, aby nenastala situace, jako je na obr. 29, neboť minimální délka a rozestupy zakreslovaných šraf byly limitovány pomůckami používanými pro zakreslování šraf (Lehmann 1799: §46).



Obr. 29 Splývání šraf způsobené nevhodným měřítkem půdorysu (Lehmann 1799).



Obr. 30 Jednovrstvé a dvouvrstvé šrafování (Lehmann 1799).

Při sestavování pomůcky pro nácvik zakreslování šraf (viz obr. 30) J. G. Lehmann při pohledu na bílé plochy mezi šrafi napadlo překrýt stávající šrafování dalším (druhou vrstvou šraf v jiném směru).

Pro snadnější odečítání spádu sestavil J. G. Lehmann přehlednou tabulku, aby topograf nemusel neustále přepočítávat poměry černé a bílé barvy, viz obr. 31. Tabulka má dvě části. V první části je uvedena hodnota spádu od jednoho do 45° a odpovídající počet

dílů černé a bílé barvy pro tzv. **jednovrstvé (jednoduché) šrafování** (*einfache Strichlagen*). Druhá část tabulky je věnována tzv. **dvouvrstvému (dvojitému) šrafování** (*doppelte Strichlagen*). Pro odpovídající spád je zde uveden přírůstek černé barvy oproti jednovrstvému šrafování, podíl bílé barvy ze zbytku a celkový podíl černé barvy.

102

**Tabelle**  
für die Bezeichnung der schiefen Flächen.

Einfach			Doppelt			
Böschungswinkel in Grad.	schwarz. Strich in 45 Theilen.	weisser Strich.	schwarz. Strich in 45 Theilen.	weisser Strich in 45 Theilen.	abgefahrte Summe.	Böschungswinkel doppelt.
0	0	45	0	45	0	0
1	1	44	$\frac{1}{2}$	43	2	2
2	2	43	2	41	4	4
3	3	42	$2\frac{1}{2}$	39	$5\frac{1}{2}$	6
4	4	41	$3\frac{1}{2}$	37	$7\frac{1}{2}$	8
5	5	40	$4\frac{1}{2}$	35	$9\frac{1}{2}$	9
6	6	39	$5\frac{1}{2}$	33	11	11
7	7	38	6	32	13	13
8	8	37	$6\frac{1}{2}$	30	14	15
9	9	36	$7\frac{1}{2}$	28	16	16
10	10	35	$7\frac{1}{2}$	27	17	18
11	11	34	$8\frac{1}{2}$	25	19	19
12	12	33	$8\frac{1}{2}$	24	20	21
13	13	32	$9\frac{1}{2}$	22	22	22
14	14	31	$9\frac{1}{2}$	21	23	24
15	15	30	10	20	25	25
16	16	29	$10\frac{1}{2}$	18	26	26
17	17	28	$10\frac{1}{2}$	17	27	28
18	18	27	$10\frac{1}{2}$	16	28	29
19	19	26	11	15	30	30

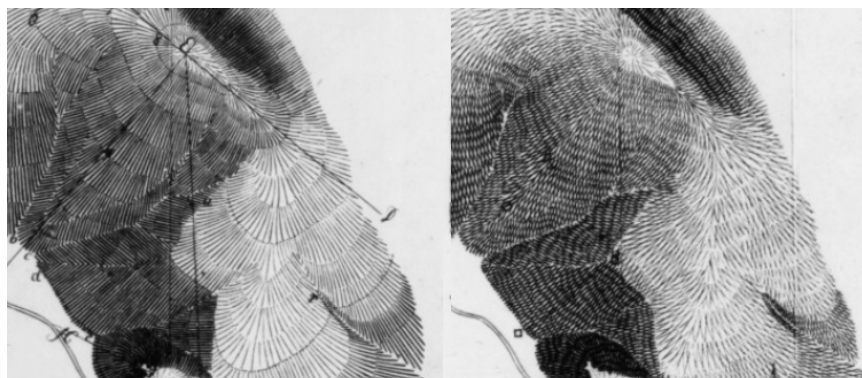
  

103

Einfach			Doppelt			
Böschungswinkel in Grad.	schwarz. Strich in 45 Theilen.	weisser Strich.	schwarz. Strich in 45 Theilen.	weisser Strich in 45 Theilen.	abgefahrte Summe.	Böschungswinkel doppelt.
20	20	25	$11\frac{1}{2}$	13	$31\frac{1}{2}$	31
21	21	24	$11\frac{1}{2}$	$12\frac{1}{2}$	$32\frac{1}{2}$	32
22	22	23	$11\frac{1}{2}$	$11\frac{1}{2}$	$33\frac{1}{2}$	33
23	23	22	$11\frac{1}{2}$	10	$34\frac{1}{2}$	34
24	24	21	11	$9\frac{1}{2}$	$35\frac{1}{2}$	35
25	25	20	11	8	36	36
26	26	19	11	8	37	37
27	27	18	$10\frac{1}{2}$	$7\frac{1}{2}$	$37\frac{1}{2}$	38
28	28	17	$10\frac{1}{2}$	6	38	39
29	29	16	$10\frac{1}{2}$	5	$39\frac{1}{2}$	40
30	30	15	10	5	40	40
31	31	14	$9\frac{1}{2}$	4	$40\frac{1}{2}$	40
32	32	13	$9\frac{1}{2}$	3	41	41
33	33	12	$8\frac{1}{2}$	3	$41\frac{1}{2}$	42
34	34	11	$8\frac{1}{2}$	2	42	42
35	35	10	7	2	42	43
36	36	9	$7\frac{1}{2}$	1	$43\frac{1}{2}$	43
37	37	8	6	1	43	43
38	38	7	6	1	44	44
39	39	6	5	1	$44\frac{1}{2}$	44
40	40	5	4	1	$44\frac{1}{2}$	44
41	41	4	3	1	$44\frac{1}{2}$	44
42	42	3	2	1	$44\frac{1}{2}$	45
43	43	2	2	0	45	45
44	44	1	1	0	45	45
45	45	0	0	0	45	45

Obr. 31 Lehmannova tabulka s poměry černé a bílé barvy (Lehmann 1799).

Užitím dvouvrstvého šrafování byl sice získán plastičtější obraz terénu, nebylo však možné rozeznat, které šrafy byly zakresleny jako první a které jako druhé, bylo obtížnější rozeznat směr klesání a určit spád, k nedostatkům patřilo též slévání tuše při zakreslování, tj. splývání jednotlivých šraf i časová náročnost vlastního šrafování, (Lehmann 1799: §47, §51). Ukázka části terénu zakreslené pomocí jednovrstvých a dvouvrstvých šraf je na obr. 32.



Obr. 32 Identická část terénu vyjádřená pomocí jednovrstvého a dvouvrstvého šrafování (Lehmann 1799). V levé části obrázku jsou zakresleny pomocné konstrukční linie, které byly z výsledné kresby odstraňovány.

Výše popsanou a publikovanou teorii o zakreslování terénu do map a plánů šrafováním J. G. Lehmann prakticky ověřil, zmapoval část území Saských Krušných hor (*Sächsische Erzgebirge*). Z poznatků a poznámek získaných během mapování sestavil doplňující text, ve kterém popsal praktické ověření a zkušenosti získané aplikací teorie publikované v (Lehmann 1799). Roku 1812 byl v Drážďanech vydán spis s názvem *Anweisung zum richtigen Erkennen und genauen Abbilden der Erd-Oberfläche in topographischen Karten und Situations-Planen* (Lehmann 1812). Autorem textu je opět Johann Georg Lehmann, závěrečné korektury a vydání díla však zajistil jeho dlouholetý přítel, profesor matematiky G. U. Fischer, neboť roku 1812 byl J. G. Lehmann již po smrti. Spis (Lehmann 1812) je tedy praktickým ověřením a doplněním teorie uvedené v (Lehmann 1799).

Text (Lehmann 1812) je psán v podobě paragrafů. Po úvodu, jehož autorem je G. U. Fischer, následuje stručný přehled obsahu díla, vlastní text v podobě 29 paragrafů a 7 listů grafických příloh<sup>44</sup>.

Dle (Lehmann 1812: §19) bylo nově zjištěno, že intenzita osvětlení plochy je nepřímo úměrná velikosti spádu a platí:

$$\frac{\text{černá barva}}{\text{bílá barva}} = \frac{\text{hodnota spádu}}{45^\circ - \text{hodnota spádu}}$$

Bylo ověřeno a potvrzeno, že pro lidské oko je poměr černé a bílé barvy nejlépe rozeznatelný, pokud je graficky vyjádřen v podobě černých čárek na bílém podkladě. Pokud budou šrafy chápány jako stejně dlouhé černé pravoúhelníky zakreslené perem na bílém podkladě, na ploše takto pokryté černými pravoúhelníky se bude množství černé barvy k množství bílé barvy mít stejně, jako šířka černých šraf (černých pravoúhelníků) k šířce bílých mezíprostor a tedy stejně jako velikost spádu k jeho doplňkovému úhlu do 45°, (Lehmann 1812: §20). Vyjádření poměru šířky černých šraf k šířce mezer pro odpovídající spád s krokem po 5° je uvedeno na obr. 33, grafické vyjádření je v příloze 12. V porovnání s tabulkou uvedenou v (Lehmann 1799: §49) byla tato pro topografa jistě jednodušší a přehlednější (poměr šířky šraf k mezeře byl stejný jako poměr hodnoty spádu a jeho doplňku do 45°, hodnota spádu uvedená v tabulce odpovídala černé barvě, doplněk spádu do 45° pak odpovídal bílé barvě).

bei 0°	der schwarze Strich	zum Zwischenraum wie	0 : 9
5°			1 : 8
10°			2 : 7
15°			3 : 6
20°			4 : 5
25°			5 : 4
30°			6 : 3
35°			7 : 2
40°			8 : 1
45°			9 : 0

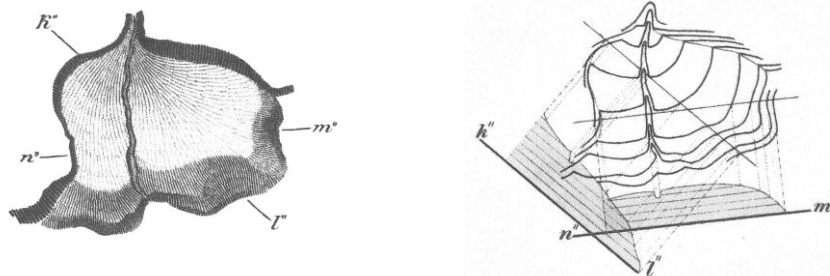
Obr. 33 Poměr černé šrafy k bílému mezíprostoru při daném spádu (Lehmann 1812).

Na mapách druhého vojenského mapování byl výškopis vyjádřen podle značkového klíče (Muster-Blätter... 1831 – 1840). Jeho součástí jsou typové modely elementárních terénních tvarů vyjádřené stejně, jak byly tyto terénní tvary zakreslovány do map. Jednotlivé modelové terénní tvary jsou ve značkovém klíči (Muster-Blätter... 1831 – 1840) graficky znázorněny pomocí šraf a horizontál s doplněnými sklopenými řezy v důležitých profilech. Ukázka je na obr. 34.

<sup>44</sup> Původně mělo být grafických příloh celkem 11, čtyři přílohy se pro vydání díla nepodařilo v Lehmannově pozůstalosti dohledat a nejsou tedy jeho součástí (Lehmann 1812: §1).

Následují vzorové ukázky zákresu částí území pro jednotlivé typy terénu (hory, skaliska a horské ledovce, roviny, planiny, vysočiny, středohoří, hory alpského typu, velehory, pohoří s trvalou sněhovou pokrývkou, krasová pohoří). Ukázky znázorňují především terén, není zde tedy uveden jakýkoli popis terénních útvarů ani geografické názvy, které na výsledných mapových listech druhého vojenského mapování nechybí. Na typových ukázkách zákresu terénu jsou opět naznačeny charakteristické řezy terénem, které jsou v podobě profilů znázorněny v závěru značkového klíče.

Šrafy zakreslené na mapách druhého vojenského mapování názorně zobrazují nejen směr maximálního spádu, ale i svažitost terénu. Svažitost je znázorněna funkčně závisle délkou, tloušťkou a rozstupem šraf podle přesně stanovené stupnice (příloha 14).



Obr. 34 Terénní tvar – rokle: vyjádření pomocí šraf a odpovídající geometrický model s vyznačenými rovinami řezů a profily (Muster-Blätter 1831 – 1840).

V literatuře dostupné v ČR je uváděno tvrzení, že pro vyjádření výškopisu na mapách druhého vojenského mapování byly použity Lehmannovy šrafy. Na základě výše uvedených skutečností v (Lehmann 1799) i (Lehmann 1812) je však nutné toto tvrzení upřesnit. Rozsah stupnice k určení spádu pro Lehmannovy šrafy je od 0° do 45°. Ve značkovém klíči pro druhé vojenské mapování (Muster-Blätter 1831 – 1840) je uvedena stupnice pro určování spádu s jiným rozsahem, od 0° do 50° a s posledním stupněm 50° – 90° včetně rozlišení typu výsledného mapového díla (náčrty, mapovací sekce, lavírované plány a ledovce, pustiny a holá skaliska). Korektnější formulace by tedy zněla: **Na mapových listech druhého vojenského mapování je výškopis vyjádřen pomocí šraf podle upravené (rozšířené) Lehmannovy stupnice a doplněn výškovými kótami.**

Vyjádřením terénu na mapách pomocí šraf byl získán velice plastický obraz terénu, objektivní a názorná informace o prostupnosti zobrazeným prostorem. Naopak nevýhodou tohoto způsobu vyjádření terénu je vysoké grafické zatížení mapového listu na úkor ostatních prvků obsahu mapy.

### 2.1.2 Měřické práce v terénu

Při zaměřování vyvýšené části terénu zvolil topograf výchozí bod (stanovisko) na nejnižším místě a následně hledal a určoval body o stejné relativní výšce, tj. body ležící na stejné horizontále (Lehmann 1799: §52). Pokud z jednoho stanoviska nemohl najít všechny body se stejnou relativní výškou tak, aby jimi bylo možné prozatím pomyslnou uzavřenou linii, volil topograf další stanoviska a určoval další body na stejné horizontále, dokud nebyla pomyslná linie uzavřena kolem dokola celého vyvýšeného terénního tvaru. Takto určované body byly signalizovány tyčí a následně co možná nejpečlivěji zakresleny na papír do půdorysu, kde byla body kresbou od ruky proložena uzavřená křivka, horizontála.

Celý postup nalezení bodů ležících na stejné horizontále topograf opakoval po přesunu směrem k vrcholu. Rozstup horizontál určoval topograf individuálně s ohledem na výsledné měřítko mapy či plánu, konkrétní situaci v terénu a členitost terénního tvaru.

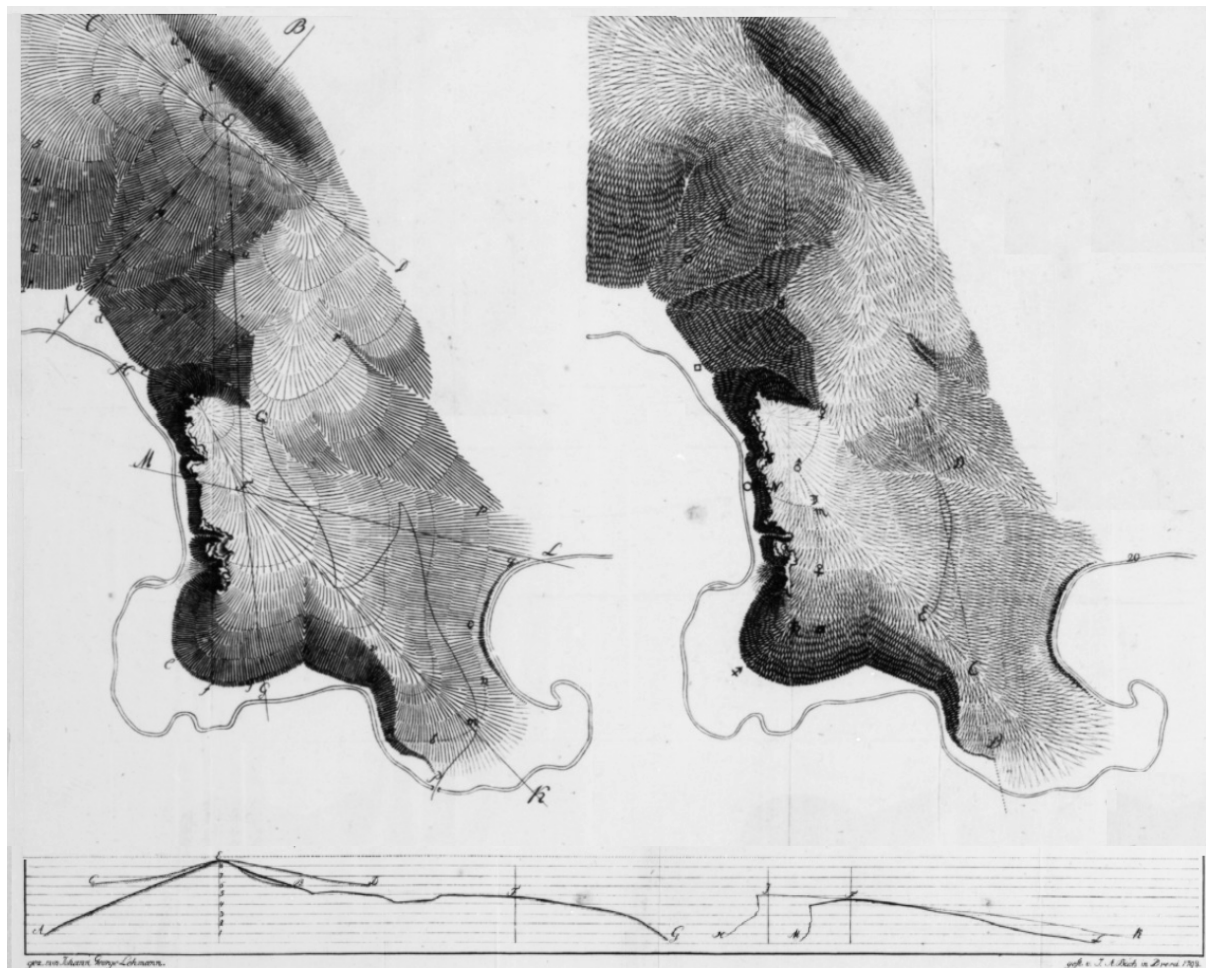
Pro nalezení bodu další horizontály je v (Lehmann, 1799: §52) stanoven následující postup: Ve významných směrech terénního tvaru, kterými byly vedeny profily terénu, byl měřen spád. Se znalostí převýšení (určoval topograf) a spádu byla řešením pravouhlého trojúhelníka (viz obr. 26) vypočtena přepona, tzv. pravá vzdálenost dvou odpovídajících si bodů v terénu, které leží na horizontálách s výškovým rozdílem určeným topografem.

Vypočtená pravá vzdálenost byla vytyčena v terénu po spádové přímce směrem k vrcholu, čímž byl získán bod následující horizontály, která byla vytyčena a zakreslena do půdorysu dle postupu popsaného výše.

Po vykreslení všech horizontál následovalo šrafování jedné i druhé vrstvy a vymazání pomocných čar, zakreslovaných tužkou. Dle (Lehmann 1799: §52) platilo: „Čím více horizontál topograf zaměří a zakreslí na papír, čím menší budou rozestupy mezi nimi, tím snadnější pro něho bude zakreslení šraf a tím přesnější a skutečnosti věrnější bude výsledná kresba.“

V Lehmannově díle z roku 1799 (Lehmann 1799) je uvedeno a popsáno jak jednovrstvé tak dvouvrstvé šrafování včetně propočtení poměrů černé a bílé barvy pro odpovídající spád. Avšak v díle vydaném roku 1812 (Lehmann 1812) je uvedeno a popsáno již pouze jednovrstvé šrafování. Je pravděpodobné, že praktickým ověřením navržené teorie při mapování části území Saských Krušných hor (*Sächsische Erzgebirge*) Lehmann zjistil, že jednovrstvé šrafování lépe vyhovuje požadavkům, které si stanovil na počátku (*zakreslit terén tak, aby uživatel získal přehled o celku a zároveň i představu o jednotlivých jeho částech*). Co ho vedlo k rozhodnutí používat pro zakreslování terénu do map a plánů právě jednoduché šrafování však neuvádí.

Ukázka zákresu vyvýšené části terénu jednovrstvým šrafováním, s pomocnými liniemi i profily a výsledný zákres dvouvrstvým šrafováním bez pomocných linií jsou na obr. 35.



Obr. 35 Zákres vyvýšené části terénu jednovrstvým šrafováním s pomocnými liniemi a profily (vlevo a dole), výsledný zákres vyvýšené části terénu dvouvrstvým šrafováním, (Lehmann 1799).

### 2.1.3 Teoretická a praktická příprava topografa na zakreslování terénu do map a plánů šrafováním

Zakreslování terénních tvarů do map šrafováním mělo dle (Lehmann 1799: §53) předcházet důkladné praktické cvičení (opakované zakreslování jedné a té samé části terénního tvaru nebo větších celků, porovnávání kreseb, profilové zkoušky, hledání chyb a především jejich příčin). Nejprve se měl topograf dostatečně dlouhou dobu věnovat odhadování vzdálenosti a výšky, dokud nebyl schopen spolehlivě odhadnout i spád bez pomoci zakreslených horizontál a výpočtů, důraz byl kladen především na trpělivost a pečlivost (Lehmann 1799: §53).

Obecně lze šrafy dle (Lehmann 1812: §20) zakreslovat jako velké nebo malé (*gross x klein*), dlouhé nebo krátké (*lang x kurz*), široké nebo úzké (*breit x schmall*), hrubé nebo jemné (*grob x fein*) černé pravoúhelníky na bílý podklad. Avšak při zakreslování terénu musí být kresba tak jemná, aby dobře vystihla terén, ale na druhé straně i tak hrubá, aby bylo pro lidské oko možné jednotlivé šrafy rozlišit a z výsledné kresby rozeznat spád.

Míra věrnosti kresby a terénu pak záležela na znalostech a především na pečivosti a preciznosti topografa při šrafování. Proto měla práci v terénu dle (Lehmann 1812: §21) předcházet důkladná teoretická i praktická příprava topografů v kanceláři: trénink kresby rovnoběžných čar perem nejprve s využitím geometrických pomůcek pak volně tzv. „z ruky“ v různých směrech (shora dolů, zleva doprava, ...), později též kresba šraf s odpovídajícím vztahem ke konkrétní hodnotě spádu.

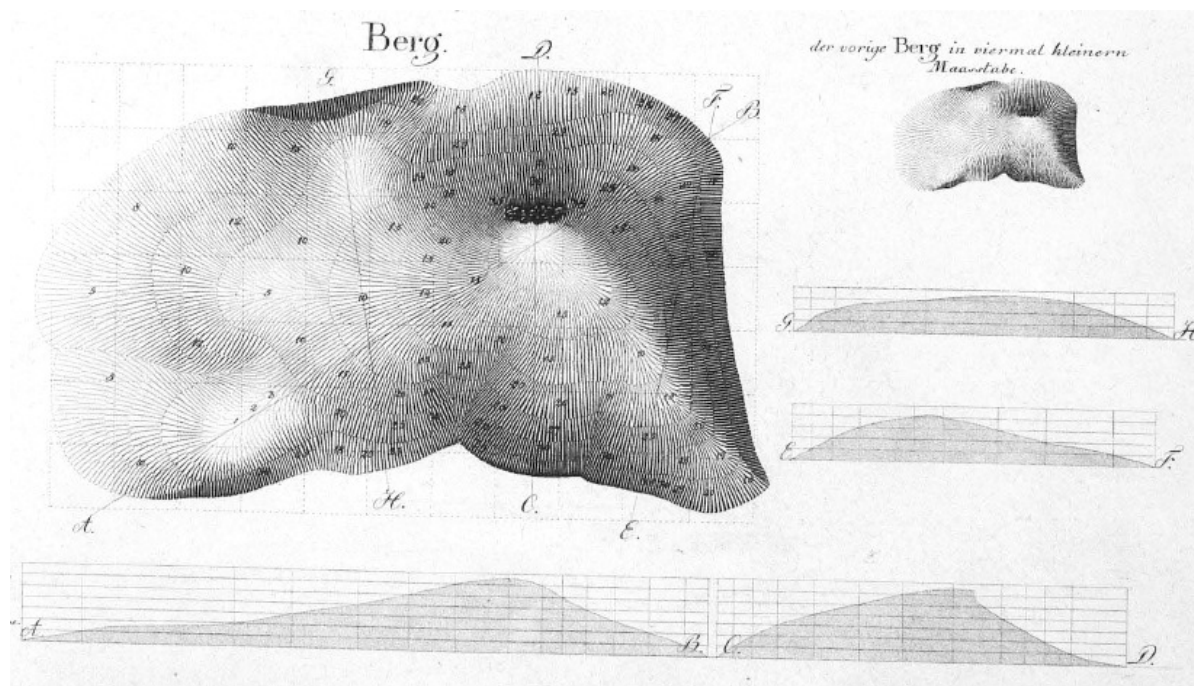
Po přípravě topografa v kanceláři následovalo praktické cvičení v terénu, kde byly vyhledány modelové terénní tvary, které byly zaměřeny a opakovaně zakreslovány v různou denní dobu, za různého počasí i v jiném ročním období. Poté byly porovnávány výsledky měření se zákresem terénních tvarů a hledány chyby, dokud „nebylo oko topografa natrénováno natolik“, že kreslil šrafy na papír, aniž by přemýšlel o jejich vzájemných vztazích (dokud nekreslil šrafy téměř mechanicky) a především bez chyb, (Lehmann 1812: §21). Součástí praktických cvičení v terénu bylo i sledování informací operačně-taktického charakteru (vliv terénu na přesuny vojáků, přepravu materiálu, možnosti působení obrany atd.).

Dalším krokem ve výuce byl nácvik zakreslování pravidelných geometrických těles do roviny papíru šrafováním podle modelů vyrobených z jílu, vosku nebo sádry, protože rozpoznávání spádu na povrchu pravidelných geometrických těles bylo nejjednodušší (Lehmann 1812: §22). Součástí nácviku byla i konstrukce měřítka pro určování spádu, tzv. *Böschungmasstab*, pomocí kružítko a se znalostí výškových rozdílů získaných z měřených profilů (viz příloha 14). Ukázky zákresu vybraných pravidelných těles podle modelů šrafováním s vyznačením pomocných konstrukcí jsou v příloze 13.

Předposlední částí výcviku topografa bylo dle (Lehmann 1812: §23) zakreslování terénních tvarů na papír šrafováním podle různých modelů vyvýšených terénních tvarů, které byly při pohledu shora pokryty pravidelnou čtvercovou sítí, aby topograf správně pochopil tvar jednotlivých vyvýšenin (model si mohl prohlížet ze všech stran). Nejprve byly zakresleny horizontály, které byly přeneseny na papír s využitím čtvercové sítě. Následovalo určení spádu podle měřítka, poznamenání číselné hodnoty do příslušné mezery mezi horizontály (viz obr. 36) a vlastní šrafování. Kontrolně byly zakreslovány modely jedné a té samé vyvýšeniny různých měřítek, aby bylo možné porovnat vzájemnou shodu kreseb a posoudit jejich správnost. Postupně byly z kresby vypouštěny pomocné konstrukce (horizontály, zapisované číselné hodnoty atd.). Ukázky jsou na obr. 36.

Poslední součástí přípravy topografa byl dle (Lehmann 1812: §24) nácvik zakreslování přirozených vyvýšených terénních tvarů (nejprve menších, samostatně stojících, později rozsáhlejších celků). Zakreslována byla nejprve vrcholová a pak spodní část vyvýšeniny. Vrcholem byla proložena rovina, následovalo vytyčení horizontál v terénu, jejich zákres na papír včetně zákresu hraničních linií terénních tvarů (hor, kup, roklí, strží atd.). Poté byly určeny hodnoty spádu a taktéž poznamenány na papír. Nakonec byly nejprve tužkou zakresleny šrafy, které byly po kontrole vytaženy tuší. Ukázka zákresu horské krajiny pomocí Lehmannových šraf je v příloze 15.





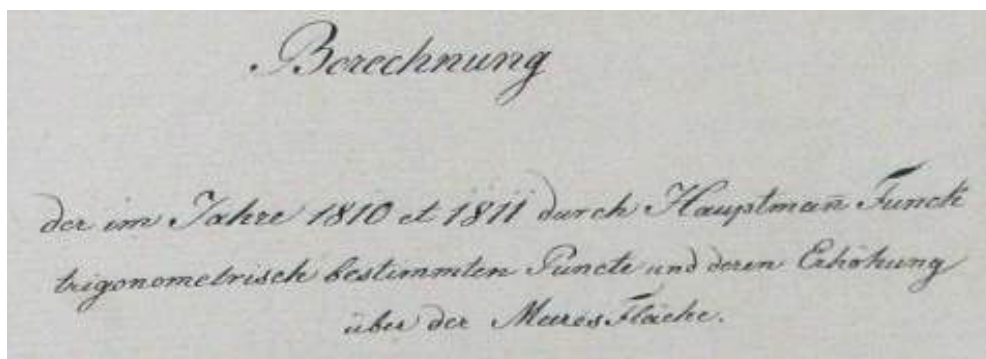
Obr. 36 Vyvýšený terénní tvar: grafické vyjádření pomocí Lehmannových šraf včetně pomocné kresby (horizontály, profily ve vyznačených směrech), která byla po vykreslení šraf odstraněna (Lehmann 1812).

## 2.2 Dostupné prameny a metodika určování výšek

### 2.2.1 Určování výšek vojenské triangulace

Budování vojenské triangulace rakouské monarchie bylo zahájeno roku 1806. Po zkušebních měřeních a stanovení metodiky zpracování měřených dat byla roku 1810 vydána *Instruction für die bey der k. k. österreichischen Landes-Vermessung angestellten Herren Officiere*, (Binnenthal 1810), která měla nadále zajistit jednotný postup budování plošné trigonometrické sítě i zpracování měřených dat. Na tehdejší území Čech, Moravy a Slezska byla vojenská triangulace uskutečněná v letech 1806 – 1811 (viz příloha 6).

Součástí triangulačního operátu byly též výpočetní protokoly (Funck 1810 – 1811; Augustin 1811) s určenými výškami trigonometrických bodů včetně jejich převýšení. Na titulní straně výpočetních protokolů je uveden rok určení trigonometrických bodů a jméno odpovědné osoby (ukázka viz obr. 37). Výpočetní protokoly měly jednotnou, předem stanovenou strukturu (ukázka části výpočetního protokolu je na obr. 38).



Obr. 37 Titulní strana původního výpočetního protokolu pro určování výšek z let 1810 – 1811 (Funck 1810 – 1811).

Do výpočetních protokolů byly zaznamenávány hodnoty naměřené (výška stanoviště, výška cíle a měřené zenitové vzdálenosti (úhly), které byly dále redukovány), hodnoty převzaté z jiných výpočetních protokolů<sup>45</sup> (logaritmus délky nebo délka, koeficient refrakce) a hodnoty počítané (redukce zenitových úhlů, převýšení, nadmořské výšky trigonometrických bodů a vrcholů signálů na nich umístěných).

Station	h.	Distanzen	reducirte Zenith	Logarithm
Zwischen	27	20	6.6	10.525
	90	55	0.0	1.2
Stauke, Rögden, Frummschinken	27	29	24	0.1
	90	55	0.0	1.2
Miedyberg, Frummschinken	27	29	24	0.1
	90	22	10.2	1.2
Schmalberg, Frummschinken	27	29	24	0.1
	90	37	10.7	1.1
Stauke, Rögden, Kralowberg	27	2	16.2	1.0
	90	25	26.8	1.0
Frummschinken, Kralowberg	27	21	40.5	1.1
	90	56	49.7	1.0

Obr. 38 Část původního protokolu z roku z let 1810 – 1811 s výpočty pro určování výšek (Funck 1810 – 1811).

Určování výšek bylo prováděno trigonometricky z měřených zenitových vzdáleností na signalizované body vzdálené i několik desítek kilometrů. Zenitové vzdálenosti byly redukovány na výšku terénu stanoviště i cílového bodu. Z redukováných zenitových úhlů a délek bylo dopočteno převýšení mezi trigonometrickými body. Následoval výpočet nadmořské výšky vrcholu signálu trigonometrického bodu minimálně ze dvou různých bodů s dříve určenou výškou. Výsledná výška určovaného bodu byla následně stanovena aritmetickým průměrem. Pokud byla měřená i výška signálu, byla následně dopočtena nadmořská výška přirozeného terénu u trigonometrického bodu. Struktura výpočetních protokolů pro určování výšek a převýšení trigonometrických bodů, postup a ukázka výpočtu pro bod Wittingau je uvedena v tabulce 16-1 a tabulce 16-2.

Z protokolů (Funck 1810–1811; Augustin 1811) byla rekonstruována výpočetní síť převýšení a výšek trigonometrických bodů, která dle správního členění z let 1751 – 1842 zahrnuje celé tehdejší území krajů Plzeňského, Klatovského, Prácheňského a části území krajů Loketského, Zateckého, Berounského, Tábořského a Budějovického. Grafické znázornění území je na obr. 39. Modře je zobrazena síť určená v letech 1810 – 1811 (kapitán Funck), zeleně síť určená roku 1811 (kapitán Augustin) a červeně je zobrazena část trigonometrické sítě, která byla zaměřena a propočtena dvakrát oběma výše jmenovanými triangulátory.

<sup>45</sup> Hodnoty logaritmus délky, délka, refrakční koeficient byly přebírány např. z (Triangulirung, Original... 1810 – 1811).



**Tab. 16-1** Struktura a popis položek výpočetních protokolů s příkladem výpočtu výšky bodu Wittingau – první část, (Funck 1810 – 1811).

Zwischen mezi	h" výška stanoviška	Beobachtete Zenith Distanzen pozorovaný zenitový úhel	Reductions redukce	Reduzierte Zenith Distanzen redukovaný zenitový úhle	Logarithmen von Entfernung logaritmus délky	Summe von Zenith Distanzen minus 180° součet zenitových úhlů minus 180°
1	2	3	4	5	6	7
---	h"	z	Δz	$\bar{z}$	log d	Δ
dáno	měřeno	měřeno	vypočteno	vypočteno	převzato	vypočteno
Teschnaberg	2,85	90° 31' 13,30"	0' 35,30"	90° 31' 48,60"	4,2205804	14' 20,70"
Wittingau	4,30	89° 41' 38,70"	0' 53,40"	89° 42' 32,10"		
Gunasberg	2,75	90° 33' 5,00"	0' 40,60"	90° 33' 45,60"	4,1445668	11' 34,20"
Wittingau	4,30	89° 36' 45,00"	1' 3,60"	89° 37' 48,60"		

**1 – názvy bodů, mezi kterými bylo určováno převýšení**  
**2 – výška stanoviška, ze kterého bylo měřeno – h"** (jednotky: víd. sáhy)  
**3 – měřený zenitový úhel – z** (jednotky: stupně, minuty, vteřiny)  
**4 – redukce měřeného zenitového úhlu – Δz** (jednotky: stupně, minuty, vteřiny)  
 Podrobněji jsou odvození a výpočet redukce popsány v (Binnenthal 1810: §§55 – 58).  
 Redukce Δz je určena dle vzorce:

$$\Delta z = \pm \frac{h'' \cdot \sin z}{d \cdot \sin 1''}$$

kde h" je výška stanoviška (2), z je měřený zenitový úhel (3), d je délka mezi odpovídajícími body (vypočteno z 6)

**5 – redukovaný zenitový úhel –  $\bar{z}$**  (jednotky: stupně, minuty, vteřiny)  
 Jedná se o součet hodnot (3) a(4):  $\bar{z} = z + \Delta z$

**6 – logaritmus měřené délky mezi dvěma odpovídajícími body – log d**  
**7 – součet odpovídajících si redukovaných zenitových úhlů zmenšený o hodnotu 180°**  
 – Δ (jednotky: stupně, minuty, vteřiny)

$$\Delta = \bar{z}_1 + \bar{z}_2 - 180$$

Tab. 16-2 Struktura a popis položek výpočetních protokolů s příkladem výpočtu výšky bodu Wittingau – druhá část, (Funck 1810 – 1811).

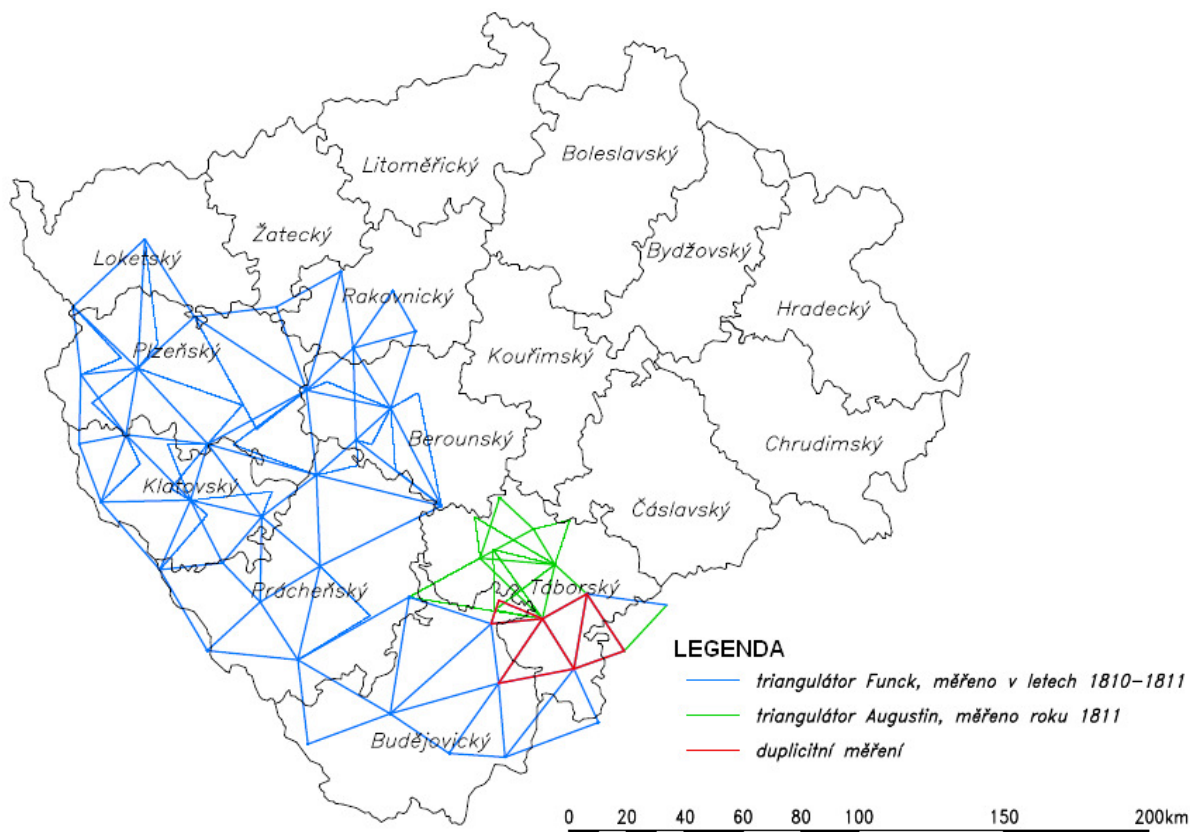
Verwandlung der Seiten Bögen změna délky oblouku	Coefficient der Strahlenbrech. refrakční koeficient	Puncte název bodu	Höhensunterschied výškový rozdíl	Höhe des Signalzeichen über den Meere výška signálu nad hladinou moře	Mittel střed	Höhe des Zeichens h výška signálu	Erhöhung natürlichen Bodens über den Meere převýšení přirozeného terénu nad hladinou moře
8	9	10	11	12	13	14	15
	k	---	$\Delta H$	Hs	$\overline{Hs}$	hs	Ht
převzato	převzato	dáno	vypočteno	vypočteno	vypočteno	měřeno	vypočteno
16' 57,80''	0,0772	Wittingau	-119,08	240,14	239,87	23,00	216,870
14' 14,40''	0,0937		-112,84	239,61			

8 – změna délky oblouku (jednotky: mnuty, vteřiny)  
9 – refrakční koeficient – k  
10 – název bodu, jehož výška byla určována  
11 – trigonometricky určený výškový rozdíl mezi dvěma body –  $\Delta H$  (jednotky: víd. sáhy)  
12 – výška signálu nad hladinou moře – Hs (jednotky: víd. sáhy)  
13 – aritmetický průměr opakovaně určené výšky signálu odpovídajícího bodu nad hladinou moře  $\overline{Hs}$  (jednotky: víd. sáhy)

$$\overline{Hs} = \frac{Hs_1 + Hs_2}{2}$$

14 – výška signálu nad terénem – hs (jednotky: víd. sáhy)  
15 – výška terénu daného bodu nad hladinou moře – Ht (jednotky: víd. sáhy)

$$Ht = \overline{Hs} - hs$$



Obr. 39 Výpočetní síť pro určování výšek trigonometrických bodů rekonstruovaná dle (Funck 1810 – 1811) a (Augustin 1811) zobrazená na podkladě hranic správních krajů z let 1751 – 1842.

Pro trojúhelníky výpočetní sítě byly z převýšení jednotlivých stran vypočteny výškové uzávěry  $u$ . Dále byla stanovena průměrná hodnota výškového uzávěru  $\bar{u}$ :

$$u_i = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3, \quad (9)$$

kde  $\Delta h_1$ ,  $\Delta h_2$  a  $\Delta h_3$  jsou převýšení mezi vrcholy trojúhelníka,

$$\bar{u} = \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{n}, \quad (10)$$

kde  $n$  je počet trojúhelníků.

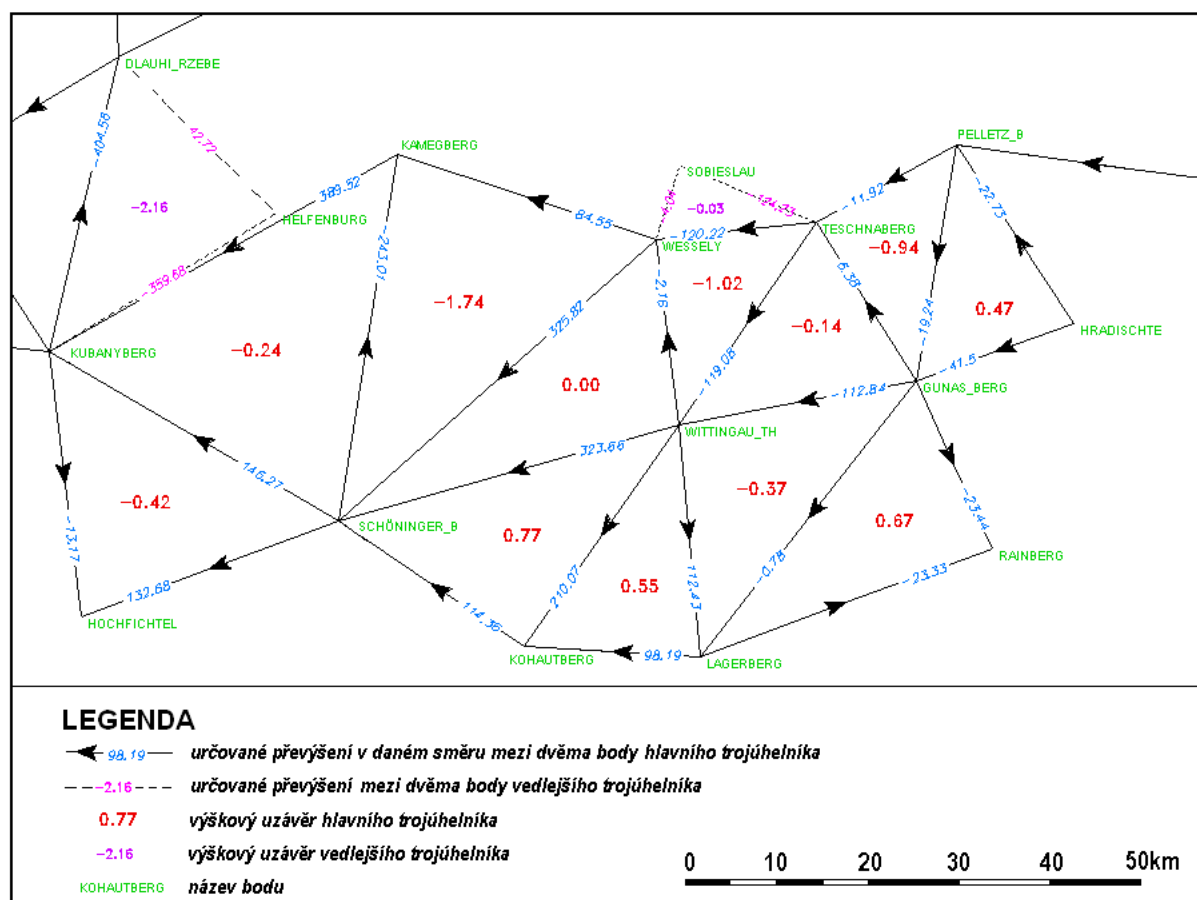
V daném výpočetním protokolu byla průměrná hodnota výškového uzávěru stanovena pro tzv. *hlavní trojúhelníky*, *vedlejší trojúhelníky* a celkově pro všechny trojúhelníky uvedené v daném výpočetním protokolu (viz tabulka 17). V hlavních trojúhelnících byly všechny zenitové vzdálenosti měřené oboustranně (jedná se o body přístupné pro postavení přístroje). Ve vedlejších trojúhelnících všechny zenitové vzdálenosti oboustranně měřené nebyly. Jedním z vrcholů vedlejšího trojúhelníka byl zpravidla trvale signalizovaný bod (např. věž kostela, zámku, hradu atd.).

Výpočetní protokol (Funck 1810 – 1811) je rozdělen na dvě části, v první jsou uvedené hlavní a ve druhé vedlejší trojúhelníky. Ve výpočetním protokolu (Augustin 1811) toto rozdělení chybí, avšak z naměřených hodnot a skeletu dané části trigonometrické sítě lze hlavní i vedlejší trojúhelníky identifikovat. Ukázka části rekonstruované výpočetní sítě protokolu (Funck 1810 – 1811) je na obr. 40, celá rekonstruovaná výpočetní síť protokolu (Augustin 1811) je na obr. 41.

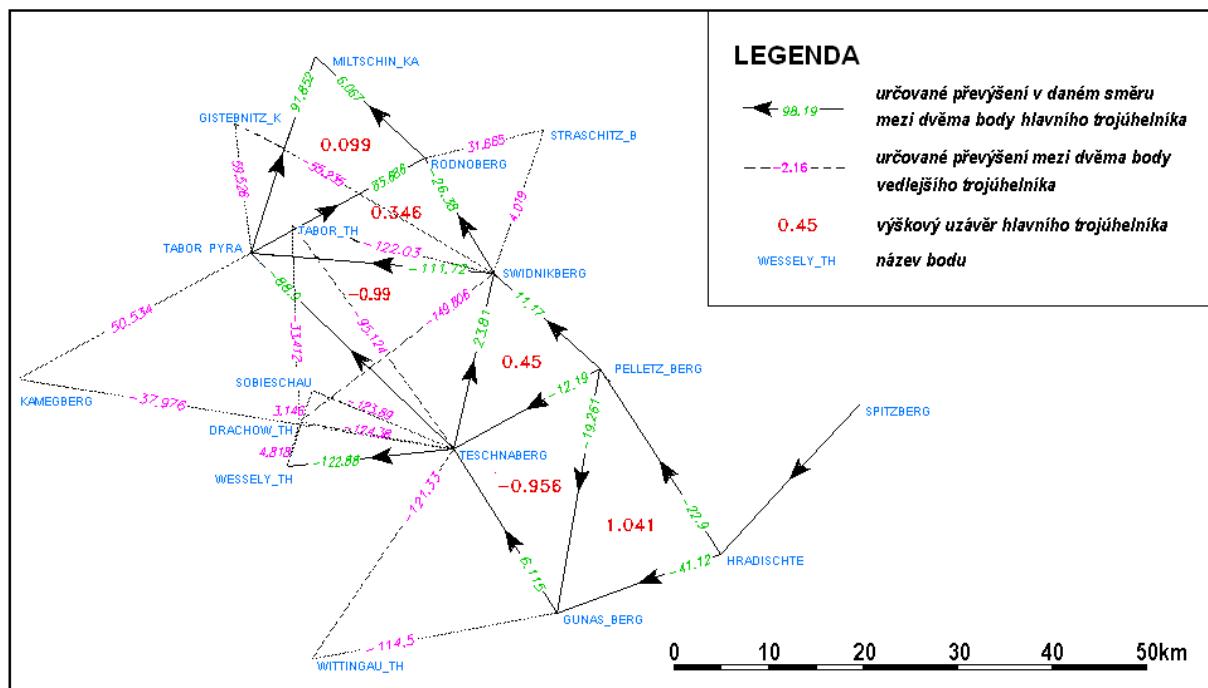
Tab. 17 Průměrné hodnoty výškových uzávěrů a střední chyby výškových uzávěrů pro hlavní i vedlejší trojúhelníky a celkově pro daný výpočetní protokol.

	Počet trojúhelníků	Výpočetní protokol z let 1810 – 1811 triangulátor: Funck	Výpočetní protokol z roku 1811 triangulátor: Augustin	Počet trojúhelníků
		průměrná hodnota výškového uzávěru [vid. sáh]		
hl. trojúhelníky	45	- 0,02	0,00	6
vedl. trojúhelníky	18	0,37	3,09	10
lokality jako celek	63	0,09	1,93	16

Z hodnot uvedených v tabulce 17 je patrné, že soubor hodnocených výškových uzávěrů z (Funck 1810 – 1811) není zatížen vlivem systematických chyb (průměrné hodnoty výškových uzávěrů jsou blízké nule). U souboru hodnocených veličin z (Augustin 1811), konkrétně u vedlejších trojúhelníků, byl prokázán vliv systematických chyb (průměrná hodnota výškového uzávěru je  $\bar{u} = 3,09$  vid.sáhu). Studium (Augustin 1811) bylo zjištěno, že do výpočtu nebyla zavedena oprava z vlivu refrakce. S ohledem na délky trigonometrických stran je toto zjednodušení nepřípustné a klesá tím celková spolehlivost dat.



Obr. 40 Rekonstrukce části výpočetní sítě pro určování výšek a převýšení trigonometrických bodů, kterou určil kapitán Funck v letech 1810 – 1811.



Obr. 41 Rekonstrukce výpočetní sítě pro určování výšek a převýšení trigonometrických bodů, kterou určil kapitán Augustin v roce 1811.

Převýšení bodů v rekonstruované výpočetní síti pro určení výšek a převýšení trigonometrických bodů (Funkc 1810 – 1811; Augustin 1811) byla vyrovnána metodou nejmenších čtverců. Počet bodů a vyrovnávaných převýšení včetně vyloučených odlehlých pozorování pro (Funkc 1810 – 1811) i pro (Augustin 1811) je uveden v tabulce 18. Vyrovnaná převýšení byla získána dle:

$$\vec{v} = A \cdot \vec{h} + \vec{l}, \quad (11)$$

kde  $\vec{h} = -(A^T \times A)^{-1} \times A^T \times (\vec{c} - \vec{l})$ ,  $\vec{v}$  je vektor oprav převýšení,  $\vec{l}$  vektor převýšení uvedených z výpočetního protokolu,  $\vec{h}$  vektor výšek bodů,  $\vec{c}$  vektor konstant, A matice směrů určovaných převýšení z výpočetních protokolů (odkud kam bylo převýšení určováno).

Porovnáním vyrovnaných převýšení a hodnot převýšení uvedených ve výpočetních protokolech (Funkc 1810 – 1811; Augustin 1811) byly získány opravy, ze kterých byla následně určena střední chyba určených převýšení  $m_0$  a průměrná hodnota oprav  $\bar{v}$  (výsledné hodnoty jsou uvedené v tabulce 18).

$$m_0^2 = \frac{v^T \times v}{n - k - 1}, \quad m_0 = \sqrt{\frac{v^T \times v}{n - k - 1}}, \quad (12)$$

$$\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}, \quad (13)$$

kde n je počet převýšení, k je počet bodů,  $\vec{v}$  je vektor oprav převýšení,  $v_i$  jsou jednotlivé opravy, tj. rozdíl vyrovnané hodnoty převýšení a hodnoty uvedené ve výpočetním protokolu.

Z výsledků zpracovaných v tabulce 18 je patrné, že ani jeden ze souborů hodnocených veličin není zatížen systematickou chybou (hodnoty  $\bar{v}$  jsou pro oba testované soubory

blízké nule). Hodnoty středních chyb určovaných převýšení  $m_0$  jsou srovnatelné. Výpočetní síť pro určení výšek a převýšení trigonometrických bodů z (Funck 1810 – 1811) je rozlohou i počtem hodnocených veličin několikanásobně větší než síť rekonstruovaná z (Augustin 1811).

**Tab. 18 Střední chyby určovaných převýšení uvedených v (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811).**

	Výpočetní protokol z let 1810 – 1811 triangulátor: Funck	Výpočetní protokol z roku 1811 triangulátor: Augustin
Počet vyloučených odlehklých pozorování	0	4
Počet určovaných převýšení	120	26
Počet bodů	58	16
Průměrná hodnota oprav $\bar{v}$ [vid. sáhy]	0,00	-0,01
Střední chyba určovaných převýšení $m_0$ [vid. sáhy]	0,61	0,78

Část bodů trigonometrické sítě rekonstruované z výpočetních protokolů (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) byla určena duplicitně (viz obr. 39). Hodnoty odpovídajících si nezávisle určených převýšení a jejich diferencí jsou uvedené v tabulce 19.

**Tab. 19 Duplicitně určená převýšení ve výpočetních protokolech (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) u trigonometrických bodů na části rekonstruované výpočetní sítě z let 1810 – 1811.**

Převýšení určené mezi body	Určené převýšení mezi dvěma body [vid. sáhy]		Rozdíl převýšení určeného v (1) – (2) [vid. sáhy]
	(1) triangulátor Funck	(2) triangulátor Augustin	
Pelletz Berg – Hradischte	22,73	22,90	-0,17
Hradischte – Gunas Berg	-41,50	-41,12	-0,38
Gunas Berg – Pelletz Berg	19,24	19,26	-0,02
Pelletz Berg – Gunas Berg	-19,24	-19,26	0,02
Gunas Berg - Teschnaberg	6,38	6,12	0,26
Teschnaberg – Pelletz Berg	11,92	12,19	-0,27
Teschnaberg – Gunas Berg	-6,38	-6,12	-0,26
Gunas Berg – Wittingau Thurm	-112,84	-114,50	1,66
Wittingau Thurm – Teschnaberg	119,08	121,33	-2,25
Sobieschau – Teschnaberg	124,23	123,89	0,34
Teschnaberg – Wessely Thurm	-120,22	-122,88	2,66
Wessely Thurm – Sobieschau	-4,04	3,15	-0,89

Z rozdílů převýšení byla určena střední chyba dvojnásobně určovaného převýšení  $m_{\Delta h}$ :

$$m_{\Delta h} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \delta_i^2}{n-1}} = 1,21 \text{ víd.sáhu} = 2,30 \text{ m}, \quad (14)$$

kde  $n$  je počet dvakrát určeného převýšení a  $\delta_i = h_i^F - h_i^A$  je diference duplicitně určovaného převýšení uvedeného v (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811).

Výšky trigonometrických bodů uvedené v (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) byly porovnány s výškovými kótami uvedenými na mapových listech druhého vojenského mapování. Celkem bylo z výpočetních protokolů (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) získáno 71 bodů s určenou výškou, z nichž 39 bodů má na mapových listech druhého vojenského mapování identický bod se zakreslenou výškovou kótou (body jsou uvedeny v tabulce 20).

**Tab. 20** Názvy trigonometrických bodů a diference výšek uvedených v (Funck 1810 – 1811) nebo (Augustin 1811) vzhledem k výškovým kótám odečtených na mapových listech druhého vojenského mapování.

Název bodu	dz [víd. sáhy]	Název bodu	dz [víd. sáhy]	Název bodu	dz [víd. sáhy]
Schwanberg	-34,89	Gr. Czerkovberg	-11,09	Stricky berg	-9,56
Tabor Stadthurm	-24,98	Kamek Berg	-11,00	Kubanyberg	-9,53
Drachow Thurm	-19,85	Zbirow	-10,86	Hradistie	-9,26
Studený Wrch	-15,48	Kohautberg	-10,79	Trzemoschnaberg	-9,22
Gunasberg	-14,00	Osserberg	-10,72	Makowa	-8,72
Rodnoberg	-13,78	Sbanberg	-10,35	Pelletz	-8,51
Spitzberg	-13,75	Sedlitz	-10,15	Dolickenanhöhe	-8,28
Gistebnitz Kapelle	-13,21	Wolfsberg	-10,09	Bernklauerhöhe	-8,15
Wessely	-12,64	Heiligerberg	-9,91	Straschitz Berg	-5,13
Trzemschinberg	-12,08	Dobrowaberg	-9,83	Tillenbergl	1,51
Swidnikberg	-12,04	Brnoberg	-9,74	Rattina	4,33
Miltschin Kapelle	-11,91	Boreckberg	-9,72	Klattau	14,16
Hochfichtelberg	-11,37	Schöningerberg	-9,60	Pilsen	25,61

dz – rozdíl výšky identického bodu získaného ve výpočetních protokolech (Funck 1810-1811, Augustin 1811) a kóty z mapových listů II. vojenského mapování

Z rozdílů výšek identických bodů byly stanoveny: průměrný rozdíl výšek  $\overline{dz}_{1810}$  a střední rozdíl výšek  $m_{1810}^{IVM}$ .

$$\overline{dz}_{1810} = \frac{\sum_{i=1}^n dz_i}{n} = -9,60 \text{ víd.sáhu} = -18,21 \text{ m}, \quad (15)$$

$$m_{1810}^{IVM} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n dz_i^2}{n-1}} = 13,00 \text{ víd.sáhu} = 25,50 \text{ m}, \quad (16)$$

kde  $dz_i$  je rozdíl výšky identického bodu získaného ve výpočetních protokolech (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) a kóty uvedené na mapových listech druhého vojenského mapování,  $n$  je počet identických bodů.



Z výše uvedené hodnoty průměrného rozdílu výšek je patrné, že soubor hodnocených veličin je zatížen systematickou chybou. **Z hodnot diferencí dz uvedených v tabulce 20 vyplývá, že výšky uvedené ve výpočetních protokolech (Funcck 1810 – 1811, Augustin 1811) z let 1810 – 1811, nejsou výškovými kótami na mapových listech druhého vojenského mapování. A tak obdobně jako nebyly použity geodetické základy z let 1808 – 1811 pro topografické mapování polohopisu, nebyly využity ani výšky vojenské triangulace.**

## 2.2.2 Výpočetní protokoly triangulace stabilního katastru

Triangulace stabilního katastru byla v Čechách, na Moravě a ve Slezsku budována v letech 1821 – 1840, dokončena byla roku 1858 (Čada 2005: 36). Součástí triangulačního operátu uloženého v archivu Zeměměřického úřadu v Praze jsou výpočetní protokoly převýšení a výšek trigonometrických bodů triangulace stabilního katastru (Zenithdistanzen 1830, Zenithdistanzen 1837). Z výpočetních postupů uvedených v protokolech je patrné, že metodika postupu výpočtu převýšení a výšek trigonometrických bodů byla zachována.

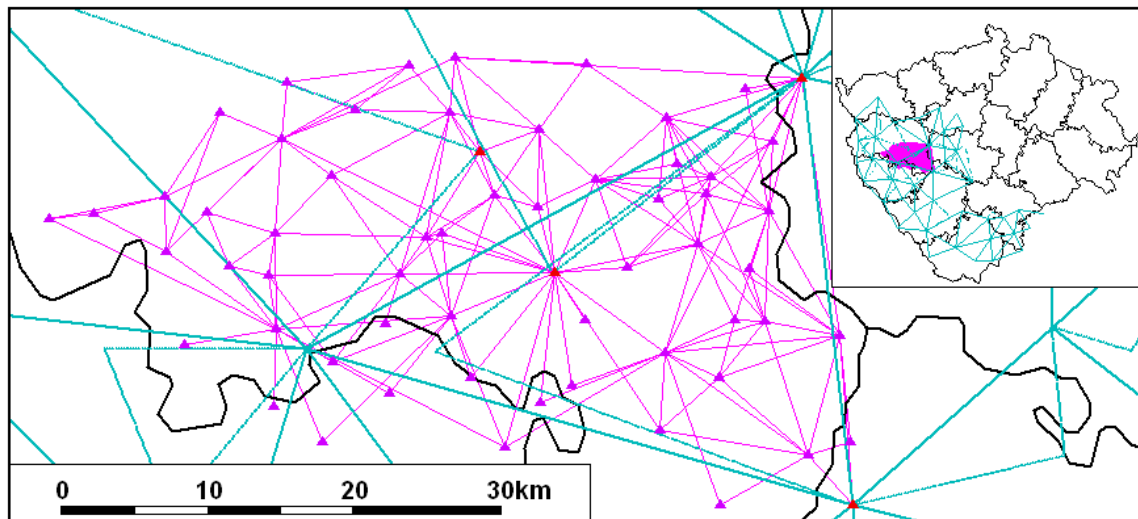
Určování výšek bylo prováděno trigonometrickým měřením zenitových vzdáleností na signalizované body. Z redukovaných zenitových úhlů a délek stran redukovaných o vliv refrakce bylo dopočteno převýšení mezi trigonometrickými body. Následoval výpočet nadmořské výšky vrcholu signálu trigonometrického bodu minimálně ze dvou různých míst. Výsledná výška byla dána aritmetickým průměrem jednotlivých výšek. Pokud byla měřena i výška signálu, byla následně dopočtena nadmořská výška přirozeného terénu u trigonometrického bodu. Ukázka výpočtu převýšení mezi body *Homolka* a *Chlum*, které se nachází v okolí města Plzně, je na obr. 42.

1 – měřený zenitový úhel	8 – opravený zenitový úhel: (1) + (7)
2 – výška stroje	9 – vliv refrakce na měřený zenitový úhel
3 – výška signálu	10 – opravený zenitový úhel o vliv refrakce: (8) + (9)
4 – délka strany	11 – logaritmus délky strany (viz 5)
5 – logaritmus délky strany	12 – logaritmus funkce kotangens
6 – rozdíl výšky signálu a výšky stroje	13 – logaritmus vypočteného převýšení
7 – vypočtená redukce z výšky stroje a výšky cíle	14 – vypočtená hodnota převýšení

Obr. 42 Ukázka výpočtu převýšení mezi body Homolka a Chlum (Zenithdistanzen 1830).



Z dat uvedených v protokolu (Zusammenstellung 1825 – 1840) byla rekonstruována část výpočetní sítě převýšení a výšek trigonometrických bodů, která dle správního členění z let 1751 – 1842 zahrnuje jižní část kraje Plzeňského (viz obr. 43). **Z obrázku 43 je patrné, že tato výpočetní síť** (32 bodů na 400 km<sup>2</sup>) **byla v dané lokalitě mnohem hustší než výpočetní síť rekonstruovaná dle výpočetních protokolů vojenské triangulace** (1 bod na 400 km<sup>2</sup>).



Obr. 43 Výpočetní síť pro určování výšek trigonometrických bodů rekonstruovaná podle (Zusammenstellung... 1825 – 1840) – růžově, (Funck 1810 – 1811) – modře, identické body – červeně, zobrazená na podkladě správních krajů z let 1751 – 1842.

Pro trojúhelníky výpočetní sítě byly z převýšení jednotlivých stran (dle vzorců č. 9 a 10 uvedených v předchozí kapitole: 2.2.1 *Určování výšek z vojenské triangulace*) vypočteny výškové uzávěry  $u_i$  a stanovena průměrná hodnota výškového uzávěru pro celou lokalitu  $\bar{u} = -0,02$  *vid.sáhu*. Je zřejmé, že soubor hodnocených veličin není zatížen systematickou chybou.

Stejně jako v předchozí kapitole (2.2.1 *Určování výšek z vojenské triangulace*) byla převýšení bodů v rekonstruované výpočetní síti převýšení a výšek trigonometrických bodů uvedená v (Zusammenstellung... 1825 – 1840) vyrovnána metodou nejmenších čtverců. Počet bodů a vyrovnávaných převýšení z (Zusammenstellung... 1825 – 1840) včetně vyloučených odlehlých pozorování je uveden v tabulce 21.

Tab. 21 Střední chyba určovaných převýšení uvedených v (Zusammenstellung 1825 – 1840).

	Výpočetní protokol z let 1825 – 1840 (Zusammenstellung 1825 – 1840)
Počet vyloučených odlehlých pozorování	2
Počet určovaných převýšení	173
Počet bodů	61
Průměrná hodnota oprav $\bar{v}$ [vid. sáhy]	0,01
Střední chyba určovaných převýšení $m_0$ [vid. sáhy]	0,25

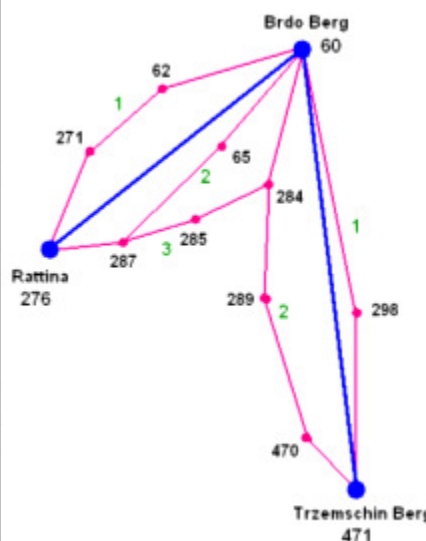
Porovnáním získaných vyrovnaných převýšení a hodnot převýšení uvedených v (Zusammenstellung... 1825 – 1840) byly získány opravy, ze kterých byla dle vzorců č. 12 a 13 uvedených v předchozí kapitole následně určena střední chyba určovaných převýšení  $m_0$  a průměrná hodnota oprav  $\bar{v}$  (vypočtené hodnoty jsou v tabulce 21).

Z výsledků uvedených v tabulce 21 je patrné, že soubor hodnocených veličin není zatížen systematickou chybou (hodnota  $\bar{v}$  je blízká nule). Přesnost určovaných převýšení je charakterizována výběrovou střední hodnotou  $m_0 = 0,25$  víd. sáhu. **V porovnání s hodnotami středních chyb určovaných převýšení z tabulky 18 ( $m_{0(Funck)} = 0,61$  víd. sáhu a  $m_{0(Augustin)} = 0,78$  víd. sáhu) plyne, že přesnost určení převýšení uvedených v (Zusammenstellung... 1825 – 1840) je v zájmové lokalitě 2,5 krát vyšší než přesnost určení převýšení uvedených v (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811).**

Na území překrytu vyznačeném na obr. 43 byly nalezeny dvě dvojice identických bodů, pro něž byla následně porovnána převýšení vyrovnaná z (Funck 1810 – 1811) a (Zusammenstellung...1825 – 1840). Protože vyrovnaní bylo provedeno metodou nejmenších čtverců, výpočet složených převýšení mezi body Brdo Berg – Trzemschin Berg a Brdo Berg – Rattina nezáleží na cestě (viz výsledky ve sloupcích 1, 2 a 3 tabulky 22). Výsledné hodnoty vyrovnaných převýšení mezi identickými body se liší až o 9 víd. Sáhů! **Tento fakt potvrzuje závěr, že výškové kóty trigonometrických bodů na mapách druhého vojenského mapování nebyly přebírány z původní vojenské triangulace, ale byly nově určeny pro body triangulace stabilního katastru (viz dále).**

Tab. 22 Porovnání vyrovnaných převýšení na identických bodech.

Převýšení mezi body	Převýšení vyrovnaná z (Funck 1810 - 1811) [víd. sáhy]	Převýšení vyrovnaná z (Zusammenstellung... 1825 – 1840) [víd. sáhy]		
		1	2	3
Brdo Berg (60)	64,92	4,04	-46,13	---
		53,89	-37,65	---
		---	129,79	---
Trzemschin Berg (471)		---	11,92	---
		57,93	57,93	---
Brdo Berg (60)	-70,71	-114,10	-160,91	-46,13
		-0,96	70,33	-28,55
		35,18	10,70	-15,89
		---	---	10,70
Rattina (276)		-79,88	-79,88	-79,87



K trigonometrickým bodům z části rekonstruované výpočetní sítě, které jsou uvedeny v (Zusammenstellung 1825 – 1840), byly dohledány kóty zakreslené na mapových listech druhého vojenského mapování. Celkem bylo dohledáno 61 identických bodů. Z tohoto souboru hodnocených veličin bylo vyloučeno celkem 8 bodů: 7 bodů – na mapě nebyla uvedena výšková kóta, nebylo možné výšku přečíst (body trvale signalizované uvnitř intravilánů); jeden bod – nebylo možné určit, zda se výška vztahuje k terénu nebo k věži kostela.

Počet hodnocených identických bodů se snížil na 53. Pro tyto identické body byl určen střední rozdíl výšek  $m_{1825}^{IVM}$  :

$$m_{1825}^{IVM} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n dz_i^2}{n-1}} = 0,14 \text{ víd.sáhu} = 0,26 \text{ m} \quad (17)$$

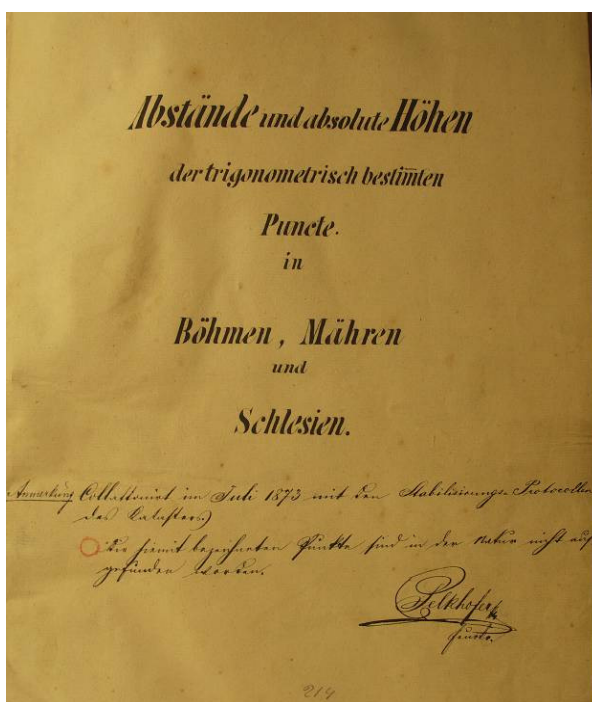
kde  $n$  je počet identických bodů a  $dz_i = h_i^S - h_i^{IVM}$  je rozdíl výšky uvedené v (Zusammenstellung 1825 – 1840) a na mapách druhého vojenského mapování.

**Z hodnoty tohoto středního rozdílu výšek je patrné, že výškové kóty uvedené na mapách druhého vojenského mapování pro Čechy, Moravu a Slezsko u trigonometrických bodů jsou shodné s trigonometricky určovanými výškami bodů geodetických základů stabilního katastru.**

### 2.2.3 Soupis výšek a topografické popisy trigonometrických bodů triangulace stabilního katastru pro Čechy, Moravu a Slezsko

Součástí fondu *Cassini-Soldnerova zobrazovací soustava (1821 – 1915)* uloženého v Ústředním archivu Zeměměřického úřadu v Praze je soupis trigonometrických bodů pro Čechy, Moravu a Slezsko s určenými výškami a topografickým popisem bodů – *Abstände, Höhen und Topogr. Beschreibungen der Katasterpunkte Böhmen, Mähren u. Schlesien*, (Abstände, Höhen... 1873). Na titulní straně seznamu jsou uvedeny dvě poznámky<sup>46</sup> (Titulní strana je na obr. 44):

- Kontrolováno a porovnáno v červenci 1873 se stabilizačními protokoly stabilního katastru.
- Takto označené body nebyly dohledány v terénu.



Obr. 44 Titulní strana soupisu trigonometrických bodů pro Čechy, Moravu a Slezsko s uvedenými výškami (Abstände, Höhen... 1873).

<sup>46</sup> V celém seznamu jsou opravy a doplňující informace zapsané a zakreslené červeně, rukopisem lišícím se od původního.

Soupis trigonometrických bodů (Abstände, Höhen... 1873) lze datovat pouze přibližně do let 1840 – 1873<sup>47</sup>. Celý soupis trigonometrických bodů (Abstände, Höhen... 1873) má dvě části. V první části dokumentu jsou uvedeny body pro tehdejší území Čech, ve druhé části pro tehdejší území Moravy a Slezska. Konkrétní evidované položky a informace uvedené v první nebo druhé části jsou uvedeny v tabulce 23. Z tabulky je patrné, že ve druhé části (pro tehdejší území Moravy a Slezska) je navíc uveden *rok zpracování*, což umožnilo sestavit časovou řadu zpracování údajů trigonometrických bodů (obr. 45).

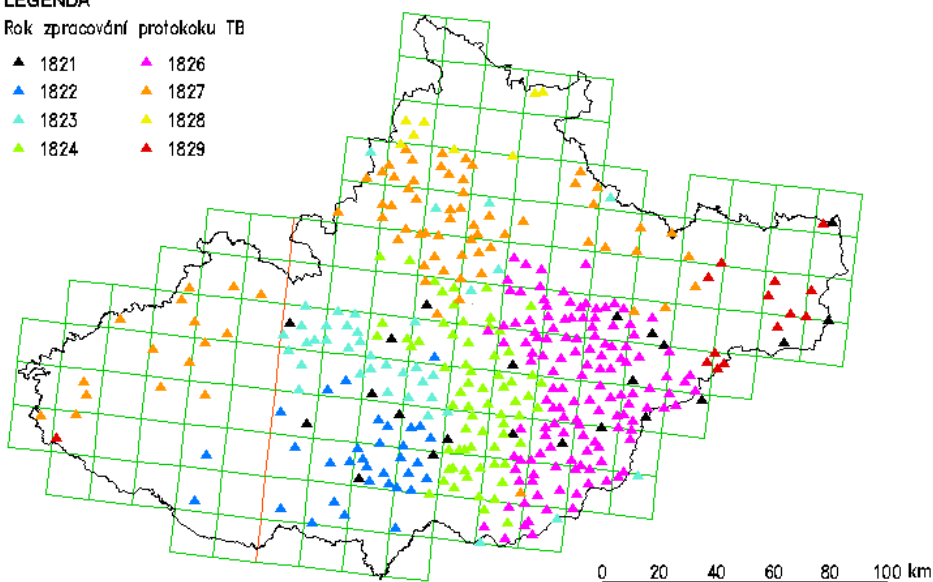
**Tab. 23** Informace uvedené v (Abstände, Höhen... 1873).

Položky uvedené v seznamu pro body na tehdejším území Čech	Položky uvedené v seznamu pro body na tehdejším území Moravy a Slezska
název trigonometrického bodu	
<i>nevyplněno</i>	rok zpracování
<i>nevyplněno</i>	pozorovatel / měřič
<i>administrativní zařazení (číslo oboru, číslo protokolu) – v obou seznamech nevyplněno</i>	
správní zařazení (země, kraj či komitát, okres nebo panství, klad / sekce ML)	
souřadnice ve vídeňských sázích v gusterbergsském souřadnicovém systému	souřadnice ve vídeňských sázích ve svatoštěpánském souřadnicovém systému
<i>zeměpisné souřadnice (šířka a délka) – v obou seznamech nevyplněno</i>	
<i>strana ve výpočetním protokolu – nevyplněno</i>	výška v metrech dodatečně určená nivelací
absolutní výška vztažená na signál ve vídeňských sázích	absolutní výška vztažená na terén uvedená v metrech
absolutní výška vztažená na terén ve vídeňských sázích	absolutní výška vztažená na terén uvedená ve vídeňských sázích
topografický popis okolí trigonometrického bodu a poznámky	

**LEGENDA**

Rok zpracování protokolu TB

- ▲ 1821      ▲ 1826
- ▲ 1822      ▲ 1827
- ▲ 1823      ▲ 1828
- ▲ 1824      ▲ 1829



Obr. 45 Časová řada zpracování trigonometrických bodů na tehdejším území Moravy a Slezska podle údajů uvedených v (Abstände, Höhen... 1873).

<sup>47</sup> 1840 je rok dokončení (Zusammenstellung 1825 – 1840), tj. rok, kdy byly výšky dopočteny, 1873 je rok uvedený v poznámce dodatečně dopsané na titulní stranu (rok provedení revize).

Hodnoty výškových kót uvedených na mapových listech druhého vojenského mapování byly porovnány<sup>48</sup> s výškami uvedenými v (Abstände, Höhen... 1873). Na mapových listech druhého vojenského mapování pro Čechy bylo nalezeno celkem 2493 trigonometrických bodů, u 2240 bodů byla na mapách uvedena výšková kóta, u 253 bodů uvedena nebyla. Při testování shodnosti zápisu výškových kót uvedených na mapách druhého vojenského mapování a v (Abstände, Höhen... 1873) pro zájmovou lokalitu – Čechy, bylo vyloučeno 17 bodů, pro které nebyly v (Abstände, Höhen... 1873) nalezeny identické body, a dalších 247 bodů, u kterých nebyla na mapách nebo v (Abstände, Höhen... 1873) uvedena výška. **Počet hodnocených bodů tak z původních 2493 bodů klesl na 2229 bodů** (viz tabulka 24).

**Tab. 24 Počet hodnocených bodů – Čechy.**

Seznam bodů s výškami ze (Abstände, Höhen... 1873)]		Body odsunuté na mapových listech II. vojenského mapování		Celkový počet identických bodů
1906	údaje uvedeny bez poznámek	soubor bodů pro statistické hodnocení		2229
323	v (Abstände, Höhen... 1873) je poznámka, že body nebyly vyhledány v terénu			
5	bodů nemá uvedenu výšku v (Abstände, Höhen... 1873)	5	je také nutno vyloučit	2234
175	je také nutno vyloučit	175	bodů nemá na ML II. vojenského mapování uvedenou výšku	2409
67	bodů nemá uvedenu výšku v (Abstände, Höhen... 1873)	67		2476
---	---	17	nemá identický bod v (Abstände, Höhen... 1873)	2493

Na mapových listech pro Moravu a Slezsko bylo nalezeno pouhých 906 trigonometrických bodů, u 493 bodů byla na mapách uvedena výšková kóta, u 413 bodů uvedena nebyla (obr. 51)! Při testování shodnosti zápisu výšek uvedených na mapách druhého vojenského mapování a v (Abstände, Höhen... 1873) pro území Moravy a Slezska, bylo vyloučeno 33 bodů, pro které nebyl v (Abstände, Höhen... 1873) nalezen identický bod, a dalších 389 bodů, u kterých nebyla na mapě nebo v (Abstände, Höhen... 1873) uvedena výška. **Počet hodnocených bodů tak klesl z původních 906 na pouhých 484 bodů** (tabulka 25). Pro testování shodnosti zápisu výšek na mapových listech druhého vojenského mapování a v (Abstände, Höhen... 1873) byl stanoven testovací parametr  $\Delta_{dz}$ .

$$\Delta_{dz} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n dz_i^2}{n}}, \quad (18)$$

kde n je počet dvojic identických trigonometrických bodů s uvedenou výškou jak na mapě tak v (Abstände, Höhen... 1873),  $dz_i$  je rozdíl (v metrech) výšky uvedené v (Abstände, Höhen... 1873) a výškové kóty uvedené u trigonometrického bodu na mapě.

<sup>48</sup> Body byly považovány za identické, pokud měly shodné alespoň dvě z následujících charakteristik: klad mapového listu, název bodu, hodnota výšky v sázích, topografický popis bodu / zákres bodu na mapě.

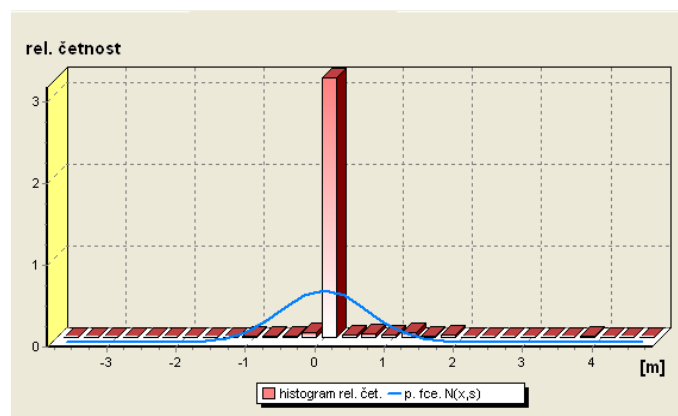
Tab. 25 Počet hodnocených bodů – Morava, Slezsko.

Seznam bodů s výškami ze (Abstände, Höhen... 1873)]		Body odsunutě na mapových listech II. vojenského mapování		Celkový počet identických bodů	
367	údaje uvedeny bez poznámek	<b>soubor bodů pro statistické hodnocení</b>		<b>484</b>	↑
117	v (Abstände, Höhen... 1873) je poznámka, že body nebyly vyhledány v terénu				
355	je také nutno vyloučit	355	bodů nemá na ML II. vojenského mapování uvedenou výšku	839	
34	bodů nemá uvedenu výšku v (Abstände, Höhen... 1873)	34		873	
---	---	33		nemá identický bod v (Abstände, Höhen... 1873)	

Změny v hodnotách testovacího parametru  $\Delta_{dz}$  identických bodů na mapových listech pro Čechy a počty vyloučených odlehlých pozorování, tj. bodů, u kterých výšková diference  $dz_i$  překročila trojnásobek hodnoty testovacího parametru  $\Delta_{dz}$ , jsou uvedeny v tabulce 26. **Po druhém kroku nabývá testovací parametr pro 2186 bodů hodnoty  $\Delta_{dz} = 0,39$  m.**

Tab. 26 Hodnoty testovacího parametru  $\Delta_{dz}$  a počty vyloučených hodnot – Čechy.

Počet testovaných veličin	Testovací parametr		Počet vyloučených bodů
	$\Delta_{dz}$ [m]	max. $\Delta_{dz} = 3\Delta_{dz}$ [m]	
2229	11,66	34,98	23
2206	1,61	4,83	20
<b>2186</b>	<b>0,39</b>	1,17	55
2131	0,19	0,57	---



Obr. 46 Graf pravděpodob. funkce normálního rozdělení a histogram rel. četností – Čechy.

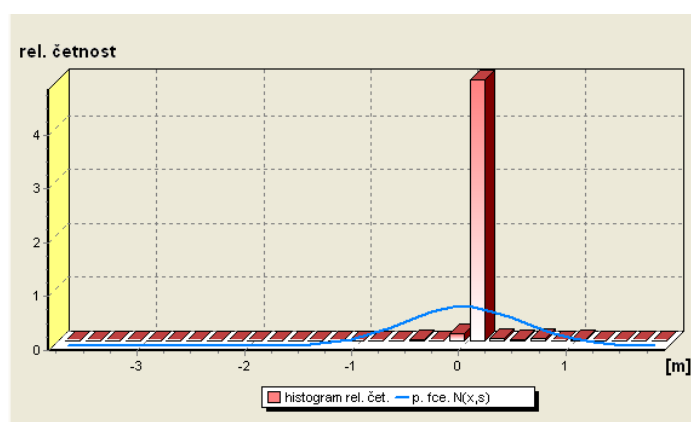


Následovalo by vyloučení celkem 55 bodů, jejichž výšková diference  $dz_i$  je v absolutní hodnotě větší než trojnásobek testovacího parametru ( $3 \Delta_{dz} = 1,17$  m). Vzhledem k počtu bodů, které by měly být vyloučeny (55) a faktu, že po jejich vyloučení by testovací parametr  $\Delta_{dz}$  již nevykazoval řádových změn, nelze tyto body již považovat za hrubé chyby a není nutné je ze souboru hodnocených veličin vylučovat. Histogram četností pro konečný počet 2186 bodů po vyloučení odlehlých pozorování je na obr. 46.

Změny v hodnotách testovacího parametru  $\Delta_{dz}$  identických bodů na mapových listech pro Moravu a Slezsko a počty vyloučených odlehlých pozorování, tj. bodů, u kterých výšková diference  $dz_i$  překročila trojnásobek hodnoty testovacího parametru  $\Delta_{dz}$ , jsou uvedeny v tabulce 27. **Po druhém kroku nabývá testovací parametr pro 475 bodů hodnoty  $\Delta_{dz} = 0,30$  m.**

Tab. 27 Hodnoty testovacího parametru  $\Delta_{dz}$  a počty vyloučených hodnot – Morava a Slezsko.

Počet testovaných veličin	Testovací parametr		Počet vyloučených bodů
	$\Delta_{dz}$ [m]	max. $\Delta_{dz} = 3 \Delta_{dz}$ [m]	
484	20,68	62,58	4
480	2,44	7,32	5
<b>475</b>	<b>0,30</b>	0,90	11
464	0,10	0,30	---



Obr. 47 Graf pravděpodob. funkce normálního rozdělení a histogram relativních četností – Morava a Slezsko.

Následovalo by vyloučení celkem 11 bodů, jejichž výšková diference  $dz_i$  je v absolutní hodnotě větší než trojnásobek testovacího parametru ( $3 \Delta_{dz} = 0,90$  m). Vzhledem k počtu bodů, které by měly být vyloučeny (11) a faktu, že po jejich vyloučení by testovací parametr  $\Delta_{dz}$  již nevykazoval řádových změn, nelze tyto body již považovat za hrubé chyby a není nutné je ze souboru hodnocených veličin vylučovat. Histogram četností pro konečný počet 475 bodů po vyloučení odlehlých pozorování je na obr. 47.

Z hodnot testovacích parametrů (Čechy:  $\Delta_{dz} = 0,39$  m, Morava a Slezsko:  $\Delta_{dz} = 0,30$  m) a z histogramů četností je patrné, že **výškové kóty uvedené u trigonometrických bodů na mapách druhého vojenského mapování pro Čechy, Moravu a Slezsko jsou shodné s výškami trigonometrických bodů stabilního katastru uvedenými v (Abstände, Höhen... 1873).**

Výšky uvedené v soupisu trigonometrických bodů (Abstände, Höhen... 1873) byly porovnány s výškami uvedenými ve výpočetních protokolech z vojenské triangulace (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811). Celkem bylo z výpočetních protokolů (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) získáno 71 bodů s určenou výškou, z nichž 43 bodů má identický bod v (Abstände, Höhen... 1873). Identické body jsou uvedeny v tabulce 28.

**Tab. 28 Názvy trigonometrických bodů a diference výšek uvedených v (Funck 1810 – 1811) nebo (Augustin 1811) vzhledem k výškovým kótám uvedeným v (Abstände, Höhen ... 1873).**

Název bodu	dz [vid. sáhy]	Název bodu	dz [vid. sáhy]	Název bodu	dz [vid. sáhy]
Schwanberg	-34,89	Plattenberg	-10,85	Kubanyberg	-9,12
Drachow Thurm	-19,85	Kohautberg	-10,79	Kilschberg	-9,06
Studeny Wrch	-15,50	Osserberg	-10,72	Pelletz	-8,51
Gunasberg	-14,00	Sbanberg	-10,35	Makowa	-8,72
Rodnoberg	-13,78	Zosumberg	-10,33	Dolickenanhöhe	-8,28
Spitzberg	-13,75	Schöninderberg	-10,17	Bernklauerhöhe	-7,92
Gistebnitz Kapelle	-13,01	Sedlitz	-10,15	Straschitz Berg	-5,13
Wessely	-12,62	Wolfsberg	-10,09	Frauenberg	-3,91
Trzemschinberg	-12,08	Heiliaerberg	-9,91	Tillenbergl	0,94
Swidnikberg	-12,04	Dobrowaberg	-9,83	Rattina	4,33
Miltschin Kapelle	-11,91	Brnoberg	-9,79	Klattau	14,16
Hochfichtelberg	-11,37	Boreckberg	-9,72	Tabor Stadthurm	25,01
Gr. Czerkovberg	-11,09	Stricky berg	-9,54	Pilsen	32,98
Kamek Berg	-10,95	Hradistie	-9,26	---	---
Zbirow	-10,86	Trzemoschnaberg	-9,22	---	---

dz – rozdíl výšky identického bodu získaného ve výpočetních protokolech (Funck 1810 – 1811) či (Augustin 1811) a kóty ze soupisu trigonometrických bodů pro Čechy, Moravu a Slezsko s určenými výškami (Abstände, Höhen... 1873).

Z rozdílů výšek identických bodů byl stanoven **průměrný rozdíl výšek**  $\overline{dz}_{1873}$  a **střední rozdíl výšek**  $m_{1810}^{1873}$  dle:

$$\overline{dz}_{1873} = \frac{\sum_{i=1}^n dz_i}{n} = -8,18 \text{ vid.sáhu} = -15,52 \text{ m}, \quad (19)$$

$$m_{1810}^{1873} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n dz_i^2}{n-1}} = 13,47 \text{ vid.sáhu} = 25,55 \text{ m} \quad (20)$$

kde  $dz_i$  je rozdíl výšky identického bodu získaného ve výpočetních protokolech (Funck 1810 – 1811) či (Augustin 1811) a výšky uvedené v (Abstände, Höhen... 1873), n je počet identických bodů.

Z výše uvedené hodnoty průměrného rozdílu výšek je patrné, že soubor hodnocených veličin je zatížen systematickou chybou. Z hodnot diferencí dz uvedených v tabulce 28 a hodnoty středního rozdílu výšek vyplývá, že výšky uvedené ve výpočetních protokolech (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) z let 1810 – 1811, neodpovídají výškám uvedeným v Abstände, Höhen... 1873) tedy ani výškovým kótám uvedeným na mapových listech druhého vojenského mapování.



## 2.3 Shrnutí poznatků o vyjádření výškopisu na mapách druhého vojenského mapování

Zobrazením terénu do map a plánů s využitím jednotných matematických vztahů a pravidel se zabýval Johann Georg Lehmann. Definoval teorii, kterou následně publikoval v díle: *Darstellung einer neuen Theorie der Bezeichnung der schiefen Flächen im Grundriß oder der Situationszeichnung der Berge* (Lehmann 1799). **Pro vyjádření terénu v půdorysu zvolil černé čárky (šrafy) zakreslené na bílém podkladě**, protože kontrast černé a bílé barvy je dobře čitelný pro lidské oko. Množství černé barvy (tj. šířka šraf) na ploše pak bylo přímo úměrné velikosti spádu, poloha šraf odpovídala směru spádu, který byl analogický se směrem vody stékající po povrchu vyvýšeného terénního tvaru. Pro usnadnění práce topografa i pro odečítání spádu z mapy sestavil Lehmann tabulky s poměry černé a bílé barvy, které odpovídaly dané hodnotě spádu v intervalu  $0^\circ - 45^\circ$ .

Poté, co J. G. Lehmann definoval teorii o zakreslování terénu do map a plánů šrafováním, provedl její praktické ověření: zmapoval část území Saských Krušných hor (*Sächsische Erzgebirge*). V průběhu praktického ověřování získal doplňující poznatky, které byly následně publikovány roku 1812 v díle: *Anweisung zum richtigen Erkennen und genauen Abbilden der Erd-Oberfläche in topographischen Karten und Situations-Planen* (Lehmann 1812).

V Lehmannově díle z roku 1799 (Lehmann 1799) je uvedeno a popsáno jak jednovrstvé tak dvouvrstvé šrafování včetně stanovení poměrů černé a bílé barvy pro daný spád. Avšak v díle vydaném roku 1812 (Lehmann 1812) je uvedeno a popsáno již pouze jednovrstvé šrafování. Je pravděpodobné, že Lehmann upřednostnil jednovrstvé šrafování na základě zkušeností získaných při praktickém topografickém mapování části území Saských Krušných hor (*Sächsische Erzgebirge*). Co však Lehmann vedlo k rozhodnutí používat pro zakreslování terénu do map a plánů právě jednoduché šrafování neuvádí.

Vyvýšené terénní tvary byly zaměřovány od nejnižšího místa směrem k vrcholu. Postupně byly vytyčovány a do mapy zakreslovány horizontály od úpatí směrem k vrcholu v intervalech stanovených topografem v závislosti na měřítku mapy či plánu, aktuální situaci v terénu a členitosti zakreslovaného terénního tvaru.

Zakreslování terénních tvarů do map a plánů šrafováním předcházela důkladná praktická i teoretická příprava topografa. Nejprve se dostatečně dlouhou dobu (obvykle dva roky) věnoval odhadování vzdálenosti a výšky, dokud nebyl schopen spolehlivě odhadnout i spád bez výpočtů. Opakovaně zakresloval jednu a tu samou část terénního tvaru nebo větších celků, porovnával kresby, prováděl profilové zkoušky, hledal chyby, kterých se při kresbě dopustil, a především jejich příčiny. Důraz byl kladen na trpělivost a pečlivost topografa.

**Na mapách druhého vojenského mapování je výškopis vyjádřen podle značkového klíče *Muster-Blätter für die Darstellung des Terrains in militärischen Aufnahms-Plänen*. (Muster-Blätter...1831 – 1840) šrafováním a výškovými kótami.** V literatuře dostupné v ČR je uváděno tvrzení, že pro vyjádření výškopisu na mapách druhého vojenského mapování byly použity Lehmannovy šrafy. Avšak na základě informací uvedených v (Lehmann 1799) i (Lehmann 1812) je nutné toto tvrzení upřesnit. Rozsah stupnice pro určování spádu pro Lehmannovy šrafy je od  $0^\circ$  do  $45^\circ$ . Ve značkovém klíči pro druhé vojenské mapování v (*Muster-Blätter...1831 – 1840*) je uvedena stupnice pro určování spádu s jiným rozsahem, od  $0^\circ$  do  $50^\circ$ , s posledním stupněm  $50^\circ - 90^\circ$  včetně rozlišení typu výsledného mapového díla (náčrty, mapovací sekce, lavírované plány a ledovce, pustiny a holá skaliska). Korektnější formulace by tedy zněla: **Na mapových listech druhého vojenského mapování je výškopis vyjádřen pomocí šraf podle upravené (rozšířené) Lehmannovy stupnice a doplněn výškovými kótami.**

Vyjádřením terénu na mapách pomocí šraf byl získán velice plastický obraz terénu, objektivní a názorná informace o prostupnosti zobrazeným prostorem. Naopak nevýhodou tohoto způsobu vyjádření terénu je vysoké grafické zatížení mapového listu na úkor ostatních prvků obsahu mapy.

Analýzou výpočetních postupů uvedených v protokolech původní vojenské triangulace pro výpočet výšek z let 1810 – 1811 (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) a v protokolech triangulace stabilního katastru pro výpočet výšek z let 1830 a 1837 (Zenithdistanzen 1830, Zenithdistanzen 1837) bylo zjištěno, že **metodika postupu výpočtu převýšení a výšek trigonometrických bodů byla zachována**. Určování výšek bylo prováděno trigonometricky měřením zenitových vzdáleností na signalizované body. Z redukovaných zenitových úhlů o vliv refrakce a délek stran trigonometrické sítě bylo vypočteno převýšení mezi trigonometrickými body. Následoval výpočet nadmořské výšky vrcholu signálu trigonometrického bodu minimálně ze dvou různých míst. Výsledná výška byla dána aritmetickým průměrem. Pokud byla měřená i výška signálu, byla následně dopočtena nadmořská výška přirozeného terénu u trigonometrického bodu.

Porovnáním výšek uvedených ve výpočetních protokolech původní vojenské triangulace z let 1810 – 1811 (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) a výškových kót uvedených na mapových listech druhého vojenského mapování bylo nalezeno celkem 39 identických bodů, pro které byl určen průměrný rozdíl výšek  $\overline{dz}_{1810} = -9,60$  *vid.sáhu* = -18,21 m a střední rozdíl výšek  $m_{1810}^{IVM} = 13,00$  *vid.sáhu* = 25,50 m. Z výše uvedené hodnoty průměrného rozdílu výšek je patrné, že soubor hodnocených veličin je zatížen systematickou chybou, což mohlo být způsobeno jinou volbou počátečního bodu nebo vlastní metodikou výpočtu výšek (ve výpočetním protokolu (Augustin 1811) nebyla do výpočtu zavedena oprava z vlivu refrakce. S ohledem na délky trigonometrických stran je toto zjednodušení nepřípustné a klesá tím celková spolehlivost dat.). Z hodnoty středního rozdílu výšek i velikostí samotných rozdílů výšek je zřejmé, že **výšky uvedené ve výpočetních protokolech (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) z let 1810 – 1811, nejsou výškové kóty na mapách druhého vojenského mapování**.

Výšky uvedené ve výpočetních protokolech původní vojenské triangulace z let 1810 – 1811 (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) byly kontrolně porovnány s hodnotami uvedenými v soupisu trigonometrických bodů (Abstände, Höhen... 1873). Celkem bylo nalezeno 43 identických bodů, pro které byl určen průměrný rozdíl výšek  $\overline{dz}_{1873} = -8,18$  *vid.sáhu* = -15,52 m a střední rozdíl výšek  $m_{1810}^{1873} = 13,47$  *vid.sáhu* = 25,55 m. Z výše uvedené hodnoty průměrného rozdílu výšek je patrné, že soubor hodnocených veličin je zatížen systematickou chybou, což mohlo být způsobeno jinou volbou počátečního bodu nebo vlastní metodikou výpočtu výšek (ve výpočetním protokolu (Augustin 1811) nebyla do výpočtu zavedena oprava z vlivu refrakce. S ohledem na délky trigonometrických stran je toto zjednodušení nepřípustné a klesá tím celková spolehlivost dat.). Z hodnoty středního rozdílu výšek i z velikostí konkrétních rozdílů výšek je zřejmé, že **výšky uvedené ve výpočetních protokolech (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) z let 1810 – 1811, neodpovídají výškám uvedeným v (Abstände, Höhen... 1873), tedy ani výškovým kótám uvedeným na mapových listech druhého vojenského mapování**.

Porovnáním části rekonstruované výpočetní sítě převýšení z dat uvedených v protokolu triangulace stabilního katastru (Zusammenstellung 1825 – 1840) a v protokolu původní vojenské triangulace (Funck 1810 – 1811) bylo zjištěno, že **v testovací lokalitě (jižní část tehdejšího Plzeňského kraje) je výpočetní síť triangulace stabilního katastru (32 bodů na 400 km<sup>2</sup>) mnohem hustší než výpočetní síť vojenské triangulace (1 bod na 400 km<sup>2</sup>)**.

Převýšení ve výpočetní síti rekonstruované z protokolu (Zusammenstellung 1825 – 1840) a z protokolů (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) byla vyrovnána metodou nejmenších čtverců. Z hodnot oprav převýšení byly vypočteny chyby určovaných převýšení  $m_0$ . Střední chyba určovaných převýšení ve výpočetní síti triangulace stabilního katastru z protokolu (Zusammenstellung 1825 – 1840) nabyla hodnoty  $m_0 = 0,25$  *vid.sáhu*. V porovnání s hodnotami středních chyb určovaných převýšení ve výpočetní síti původní vojenské triangulace z protokolů (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811), které nabyly hodnot  $m_0$  (Funck) = 0,61 *vid.sáhu* a  $m_0$  (Augustin) = 0,78 *vid.sáhu*, plyne, že **přesnost určení**

**převýšení uvedených v (Zusammenstellung... 1825 – 1840) je v zájmové lokalitě 2,5 krát vyšší než přesnost určení převýšení uvedených v (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811).**

Na zvolené testovací lokalitě (jižní část tehdejšího území Plzeňského kraje) bylo provedeno testování shodnosti výšek uvedených ve výpočetních protokolech triangulace stabilního katastru (Zusammenstellung 1825 – 1840) a výškových kót uvedených na mapových listech druhého vojenského mapování. Celkem bylo dohledáno 61 identických bodů, z nichž bylo vyloučeno osm bodů (na mapě nebyla uvedena výšková kóta, nebylo možné výšku přečíst). Počet hodnocených identických bodů se snížil na 53. Pro tyto identické body byl určen střední rozdíl výšek  $m_{1825}^{IVM} = 0,14$  *víd.sáhu* = 0,26 m. Z hodnoty středního rozdílu výšek je patrné, že **výškové kóty uvedené u trigonometrických bodů na mapách druhého vojenského mapování pro zvolenou testovací lokalitu jsou shodné s trigonometricky určenými výškami trigonometrických bodů stabilního katastru.**

Testováním shodnosti zápisu výšek uvedených v soupisu trigonometrických bodů pro Čechy, Moravu a Slezsko s určenými výškami a topografickým popisem bodů (Abstände, Höhen... 1873) a na mapových listech druhého vojenského mapování bylo zjištěno, že **výškové kóty uvedené u trigonometrických bodů na mapách druhého vojenského mapování pro Čechy, Moravu a Slezsko jsou shodné s výškami trigonometrických bodů uvedenými v (Abstände, Höhen... 1873),** neboť hodnoty testovacího parametru  $\Delta_{dz}$  jsou jak u souboru testovaných veličin pro Čechy, tak u souboru pro Moravu a Slezsko blízké nule (Čechy:  $\Delta_{dz} = 0,39$  m, Morava a Slezsko:  $\Delta_{dz} = 0,30$  m).



### 3. Analýza přesnosti výškových kót na mapách druhého vojenského mapování pro Čechy, Moravu a Slezsko

Analýza přesnosti výškových kót uvedených u trigonometrických bodů byla provedena na mapových listech druhého vojenského mapování v měřítku 1:28 800 pro Čechy (celkem na 267 mapových listů) a pro Moravu a Slezsko (celkem 144 mapových listů)<sup>49</sup>.

#### 3.1 Lokalizace mapových listů pro Čechy, Moravu a Slezsko

Z Rakouského státního archivu ve Vídni (Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien) byly pro Ministerstvo životního prostředí ČR získány barevné kopie mapových listů topografických map 1:28 800 pro Čechy, Moravu a Slezsko v novém kladu mapových listů o rozměrech 20 x 20 víd. palců<sup>50</sup>. Kopie byly převedeny do digitální formy velkoplošným scannerem (300 dpi, 256 barev) v Laboratoři geoinformatiky, Univerzity J. E. Purkyně.

##### 3.1.1 Lokalizace mapových listů pro Čechy do S-JTSK

Pro zpracování disertační práce byly k dispozici již lokalizované mapové listy druhého vojenského mapování pro Čechy, které byly transformovány do nového kladu mapových listů druhého vojenského mapování lokalizovaného v S-JTSK pomocí nereziduální projektivní transformace. Identické body na mapových listech byly voleny v rozích mapového rámu, tj. průsečících linií prodloužených mapových sekcí, které vzhledem k deformacím a poškození kresby v rozích co nejlépe charakterizovaly předpokládanou polohu rohu mapového listu). Cílem tohoto postupu bylo minimalizovat chyby při kartometrické digitalizaci rohů, protože u některých mapových listů bylo vzhledem k poškození a nepřesnostem kresby obtížné rohy jednoznačně identifikovat. Postup transformace je podrobně popsán v (Vichrová 2005: 22 – 26).

Klad mapových listů v S-JTSK z území Čech (viz příloha 16) byl získán použitím globálního transformačního klíče (GTK) pro systém gusterbergský. Podrobně je problematika sestavení GTK a testování přesnosti popsána v (Čada 2004) a (Čada 2005).

Hodnocením přesnosti vybraných prvků polohopisu (bodové prvky: trigonometrické body, soutoky říční sítě, křížení komunikací, křížení komunikací a vodních toků, trojmezí katastrálních hranic, křížení hranic a vodních toků, křížení katastrálních hranic a komunikací; liniové prvky: vodní toky a komunikace; plošné prvky: vodní plochy a lesy) zakreslených ve zvolené reprezentativní lokalitě<sup>51</sup> vzhledem k mapám stabilního katastru bylo prokázáno, že při topografickém mapování byly z triangulace stabilního katastru převzaty body číselné triangulace I. – III. řádu. Z polohopisu katastrálních map byly převzaty katastrální hranice, síť vodních toků, vodní plochy, kostra sítě komunikací vyššího významu (tj. císařské silnice 1. třídy, císařské silnice 2. třídy a zemské silnice). Dále bylo zjištěno, že železnice byly do map druhého vojenského mapování zakresleny dodatečně (mapové listy byly vyhotoveny v letech 1844 – 1845 avšak železnice byla v dané lokalitě dokončena více jak s dvacetiletým časovým odstupem. Metodika hodnocení přesnosti vybraných prvků polohopisu druhého vojenského mapování vzhledem k polohopisu map stabilního katastru je

<sup>49</sup> Pro Moravu a Slezsko by mělo být mapových listů 146, avšak dva (O\_II\_10 a O\_VIII\_6) nebyly při zpracování analýzy k dispozici. Na obr. 51 jsou chybějící ML vyznačeny šedou barvou.

<sup>50</sup> Pro oblast Vitorazska bylo Západočeskou univerzitou v Plzni, oddělením geomatiky z Rakouského státního archivu požádáno a převedeno do digitální formy (400 dpi, true color) šest barevných kopií mapových listů ve starším kladu mapových listů (sekre 37 až 39, XV až XVI) o rozměrech 24 x 16 vídeňských palců z oblasti Erzherzogthum Oesterreich unter der Enns.

<sup>51</sup> Hodnocení přesnosti TB bylo provedeno na 16 mapových listech druhého vojenského mapování, ostatní prvky polohopisu byly hodnoceny na 30 katastrálních územích, která zasahují do tří mapových listů druhého vojenského mapování.

podrobně popsána v (Vichrová 2005: 31 – 40). Pro každý mapový list byla k dispozici tzv. maska, tj. z každého mapového listu byla ponechána viditelná jenom část s mapovou kresbou (prostor uvnitř sekčních čar).

### 3.1.2. Lokalizace mapových listů pro Moravu a Slezsko do S-JTSK

Pro Moravu a Slezsko bylo k dispozici 144 nelokalizovaných mapových listů. Pro každý mapový list byl vytvořen transformační klíč, který byl označen stejně jako nomenklatura příslušného mapového listu. Např. transformační klíč O\_V\_6 přísluší mapovému listu východní sekce, V. sloupce a 6. vrstvy. Ukázka transformačního klíče je na obr. 48.

určení transformačního klíče					
		body výchozí		x	
body cílové	Y	X	dY	dX	
*	10308.38	961.69			
* 547725.25	1101249.74	-0.06	-4.20	4.20	+
*	2035.65	979.22			
* 532646.57	1102926.77	0.06	4.20	4.20	+
*	2061.95	9287.02			
* 534324.03	1118004.83	-0.06	-4.20	4.20	+
*	10334.68	9260.72			
* 549401.25	1116328.67	0.06	4.20	4.20	+

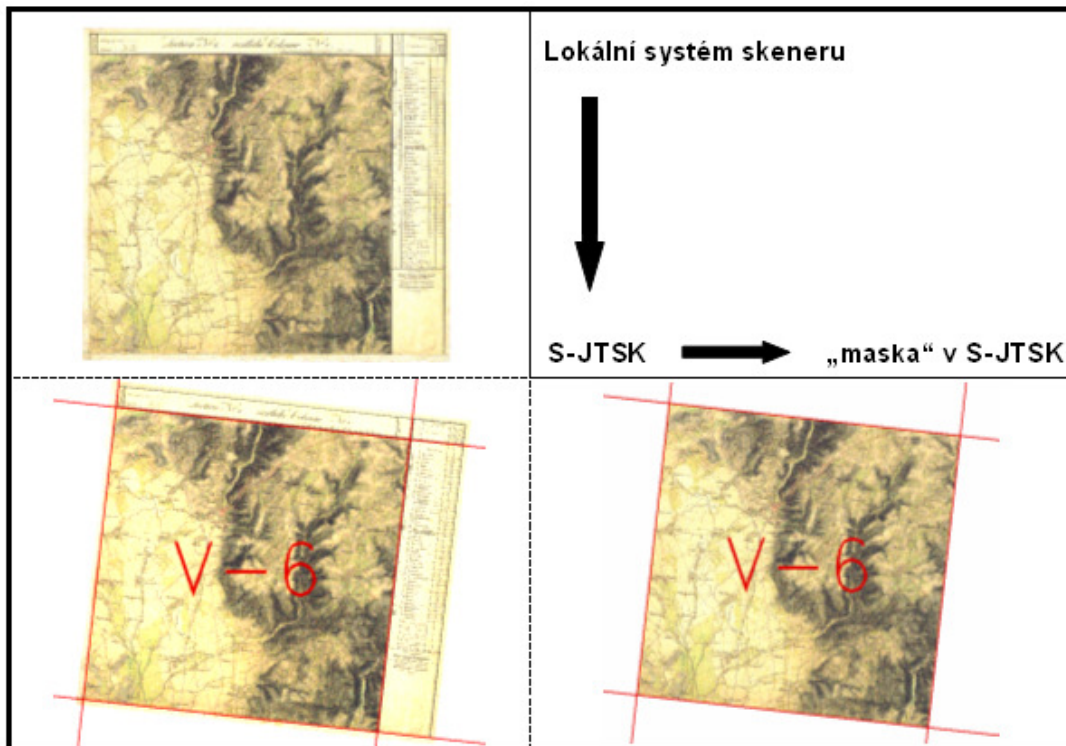
afinní transformace

Obr. 48 Transformační klíč pro mapový list O\_V\_6.

Identické body na ML byly voleny v „rozích mapového rámu“, tj. v průsečících linií, které vzhledem k deformacím a poškození kresby v rozích co nejlépe odpovídaly prodloužení sekcí mapového rámu. Body byly odsunuty v pořadí levý horní, pravý horní, pravý dolní a levý dolní roh. Transformační klíče byly ukládány jako afinní se souřadnicovými rozdíly identických bodů  $dy$  a  $dx$ , které nepřesahují hodnotu 20 m (tato limitní hodnota byla dodržena pro všechny transformované mapové listy!). Cílem postupu bylo minimalizovat chyby při kartometrické digitalizaci rohů, protože u některých mapových listů bylo vzhledem k poškození a nepřesnostem kresby obtížné rohy jednoznačně identifikovat.

Lokalizace mapových listů na klad byla provedena pomocí nereziduální projektivní transformace. Klad mapových listů v S-JTSK z území Moravy a Slezska (viz příloha 16) byl získán použitím globálního transformačního klíče (GTK) pro systém svatoštěpánský. Podrobně je problematika sestavení GTK a testování přesnosti popsána v (Čada 2004) a (Čada 2005).

Pro každý mapový list byl při transformaci vytvořen protokol, v jehož označení byla uvedena nomenklatura příslušného mapového listu, např. O\_I\_7\_prot. Mapové listy byly pomocí identických bodů v rozích transformovány z lokálního systému skeneru na klad mapových listů, v němž jsou souřadnice rohů jednoznačně určeny. Pro další zpracování byla pro každý mapový list vytvořena tzv. maska, tj. z každého mapového listu byla ponechána viditelná jenom část s mapovou kresbou (prostor uvnitř sekčních čar), viz obr. 49.



Obr. 49 Postup transformace mapového listu O\_V\_6 z lokálního souřadnicového systému skeneru do S-JTSK včetně tvorby masky.

Pro hodnocení přesnosti transformace mapových listů druhého vojenského mapování na klad byla použita střední souřadnicová chyba, určená dle vzorců:

$$m_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_{y_i}^2}{n}} = 7,4 \text{ m}, \quad m_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_{x_i}^2}{n}} = 6,1 \text{ m}, \quad (21)$$

$$m_{xy} = \sqrt{\frac{(m_y^2 + m_x^2)}{2}} = 6,8 \text{ m}, \quad (22)$$

kde  $n$  je počet dvojic identických bodů,  $d_{y_i}$  a  $d_{x_i}$  příslušné souřadnicové rozdíly identických bodů.

Dále byla stanovena průměrná polohová odchylka  $d_p$ :

$$d_p = \frac{\sum_{i=1}^n d_{p_i}}{n} = 8,5 \text{ m}, \quad (23)$$

kde  $n$  je počet dvojic identických bodů,  $d_{p_i} = \sqrt{d_{y_i}^2 + d_{x_i}^2}$ ,  $d_{y_i}$  a  $d_{x_i}$  příslušné souřadnicové rozdíly identických bodů.

**Kritérium přesnosti lokalizace mapových listů pro Moravu a Slezsko** (celková střední souřadnicová chyba pro všechny mapové listy, které byly k dispozici) nabyla hodnoty  $m_{xy} = 6,8 \text{ m}$  ( $m_y = 7,4 \text{ m}$ ,  $m_x = 6,1 \text{ m}$ ). Kdybychom při kartometrické digitalizaci uvažovali grafickou přesnost  $0,1 \text{ mm}$ , tj. po přepočtu do měřítka  $1:28\,800$  hodnota  $2,88 \text{ m}$ , pak by kritérium přesnosti transformace mapových listů na klad nabylo hodnoty  $6,2 \text{ m}$ . Průměrná polohová odchylka pro testovanou lokalitu dosahovala hodnoty  $d_p = 8,5 \text{ m}$ .

Lokalizace mapových listů druhého vojenského mapování pro Moravu a Slezsko do S-JTSK je z hlediska přesnosti srovnatelná s lokalizací mapových listů pro Čechy<sup>52</sup>.

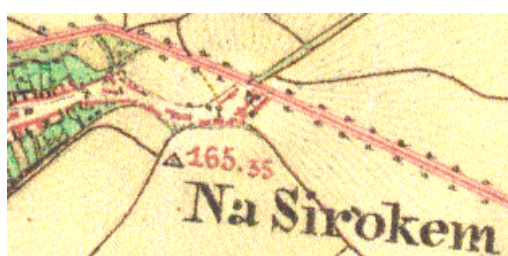
### 3.2 Naplnění databáze a stanovení kategorií pro analýzu přesnosti výškových kót

Na mapových listech druhého vojenského mapování lokalizovaných do S-JTSK<sup>53</sup> byly vyhledány a kartometricky odečteny polohové souřadnice trigonometrických bodů včetně výškových kót u nich uvedených. Do databáze byly též doplněny trigonometrické body ležící mimo tehdejší území Čech, Moravy a Slezska zakreslené blízko zemské hranice. Ke všem bodům byl při naplňování databáze doplněn název uvedený na mapě a číslo bodu (viz tabulka 29) tak, aby byl každý bod jednoznačně identifikovatelný. Z přiřazeného čísla je zřejmé, ve které sekci se bod nachází a jaké je jeho pořadové číslo. **Na mapových listech pro Čechy bylo nalezeno celkem 2493 bodů, na mapových listech pro Moravu a Slezsko bylo nalezeno celkem 906 bodů.**

Tab. 29 Číslování kartometricky odsunutých bodů na ML druhého vojenského mapování.

Počet cifer	Poznámky		Příklad
W / O	západní (W) nebo východní (O) sloupec		W
XX	sloupec		08
XX	vrstva		11
X	vložená nula		0
XXXX	vlastní číslo bodu	pro Čechy číslováno od 1	0237
		pro Moravu a Slezsko od 5001	
			W081100237

Při vyhledání trigonometrických bodů na mapových listech druhého vojenského mapování pro Moravu a Slezsko bylo zjištěno, že ve střední části území Moravy, nejsou u trigonometrických bodů uváděny výškové kóty (na obr. 51 jsou tyto mapové listy vyznačeny oranžovou barvou). Jedná se celkem o 56 mapových listů, z nichž na třech listech je uvedeno celkem pět výškových kót (na ML O\_III\_5 jedna výšková kóta, O\_IV\_5 jedna výšková kóta, O\_V\_7 tři výškové kóty), které jsou na mapě z neznámého důvodu zakresleny červeně (viz obr. 50)!



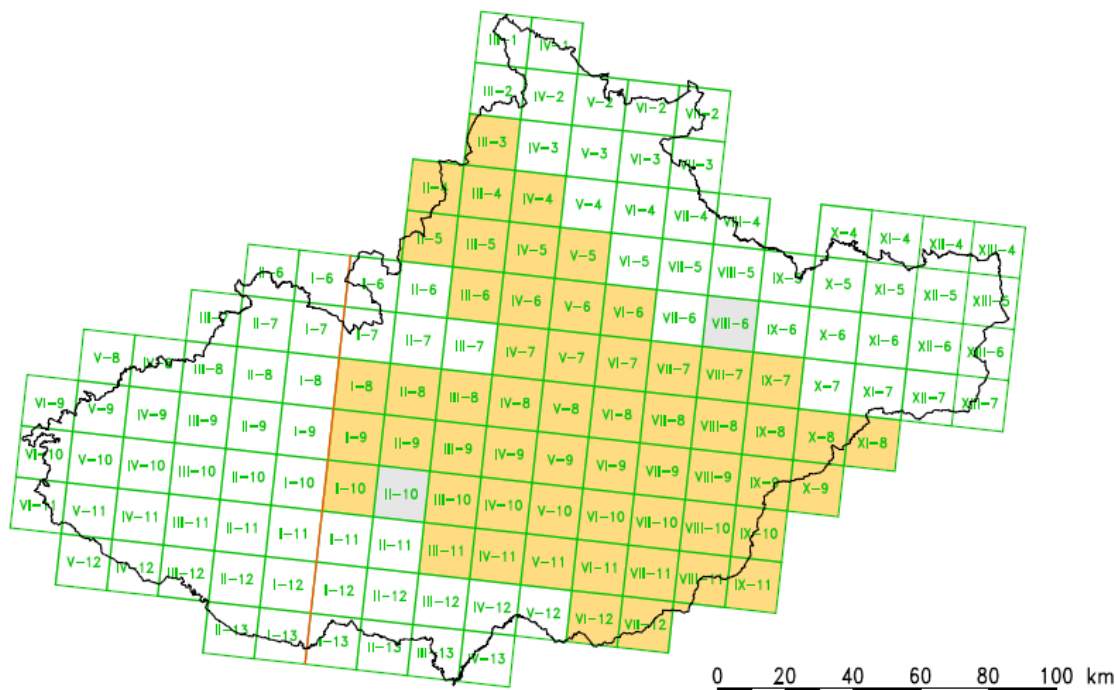
Obr. 50 Červeně vyznačená výšková kóta na mapovém listě O\_V\_7.

<sup>52</sup> Kritérium přesnosti lokalizace hodnocených 16 mapových listů pro Čechy (celková střední souřadnicová chyba pro testovanou lokalitu – 16 mapových listů)  $m_{xy}$  je 7,8 m ( $m_y = 9,3$  m,  $m_x = 6,0$  m). Kdybychom při kartometrické digitalizaci uvažovali grafickou přesnost 0,1 mm, tj. po přepočtu do měřítka 1:28 800 hodnota 2,88 m, pak by kritérium přesnosti transformace ML na klad bylo 7,3 m. Průměrná polohová odchylka pro testovanou lokalitu nabyla hodnoty  $d_p = 9,5$  m.

<sup>53</sup> Postup lokalizace mapových listů druhého vojenského mapování do S-JTSK je popsán v kapitole: 3.1 Lokalizace mapových listů pro Čechy, Moravu a Slezsko.



K trigonometrickým bodům zakresleným na mapových listech druhého vojenského mapování byly v databázi trigonometrických a zhušťovacích bodů<sup>54</sup> (DATAZ) podle kartometricky odečtených souřadnic Y a X vyhledány identické body. Při vyhledávání byla též vizuálně ověřena poloha bodu na mapových listech druhého vojenského mapování a na ZM 50 (Základní mapa ČR 1:50 000). Dalším faktorem byl způsob stabilizace bodu. Následovalo statistické hodnocení.



Obr. 51 Klad mapových listů pro Moravu a Slezsko. Šedá barva – sekce nebyly k dispozici, oranžová barva – na sekci nejsou plošně u TB uvedeny výšky.

Aby bylo možné hodnotit přesnost výškových kót uvedených na mapových listech druhého vojenského mapování vzhledem k údajům z databáze DATAZ, kde jsou výšky uváděny v systému Bpv (Balt po vyrovnání), bylo nutné odečtené výšky nejprve převést do metrické soustavy a poté do systému Bpv. Ukázka výpočtu je v tabulce 30.

Tab. 30 Převod výšky bodu Bömerwald do systému Bpv (Vichrová a Čada 2007: 147).

Název bodu	Evidenční číslo bodu	Výška uvedená na mapovém listě druhého vojenského mapování [°] (jadranský výškový systém)	Převod do Bpv [m]
obecně	-	$\varphi_{obn}$	$\varphi_{obn} * 1,896484 - 0,4$
Bömerwald	W061100255	281,50	533,46

Body databáze, kartometricky odsunutá na mapách, byly rozděleny do následujících kategorií:

- **d – polohově neidentické body**, u nichž je polohová odchylka větší než 50 m (hodnota odpovídá dvojnásobku střední polohové chyby složené transformace, podrobnější informace k transformaci jsou uvedeny v (Vichrová 2005).
- **kostely**:
  - **ki** – kostel – „není identický“ (kostel byl zbořen, přestavěn, zrušen, TB v DATAZ byl převeden na jiný bod apod.) – pro území Moravy a Slezska je kategorie prázdná

<sup>54</sup> DATAZ – Databáze trigonometrických a zhušťovacích bodů Zeměměřického úřadu, dostupná na <http://bodovapole.cuzk.cz/>.

- **km** – výška kostela vztažená k věži kostela
- **kmi** – kostel mimo zájmové území
- **kn** – nenalezen identický bod v DATAZ – pro území Moravy a Slezska je kategorie prázdná
- **knv** – na mapě není uvedena výšková kóta
- **ko** – výšková kóta odečtená na ZM 50, výška není uvedena v DATAZ
- **kt** – výška kostela vztažená na terén
- **m** – body ležící **mimo území Čech**
- **n** – body, pro které **nebyl v databázi DATAZ nalezen identický bod**
- **o** – body, pro které nebyl v databázi DATAZ nalezen identický bod, ale **na ZM 50 bylo možné odečíst výškovou kótu**
- **r** – **body s trvalou signalizací** (mimo kostely) – pro území Moravy a Slezska je kategorie prázdná
- **s** – **stavby** (věže, hrady, rozhledny atd.)
- **z** – body **polohově identifikovatelné** na mapových listech druhého vojenského mapování, pro které **nebylo možné určit výšku** (výška nebyla u bodu uvedena nebo ji nebylo možné vzhledem ke kvalitě mapové kresby určit)
- **pm** – body přístupné k postavení měřického stolu

### 3.3 Analýza přesnosti výškových kót na mapových listech pro Čechy

**Celkem bylo na mapových listech druhého vojenského mapování pro Čechy nalezeno 2493 bodů.** Z výše uvedeného počtu bodů byly nejprve vybrány body, ke kterým byl nalezen identický bod v databázi DATAZ a u kterých byla na mapách druhého vojenského mapování uvedena výšková kóta.

Do souboru hodnocených identických bodů nemohly být zařazeny body kategorií **ki** („neidentické kostely“, které byly zrušeny, zbořeny přestavěny apod., 44 bodů), **m** (leží mimo tehdejší území Čech, 30 bodů), **kmi** (kostely ležící mimo tehdejší území Čech, 4 body), **n** (nebyl nalezen odpovídající identický bod v databázi DATAZ, 512 bodů), **kn** (kostely, k nimž nebyl nalezen odpovídající identický bod v databázi DATAZ, 48 bodů), **z** (z map druhého vojenského mapování nebylo možné určit výšku, např. výšku nebylo možné na mapě odečíst nebo nebyla u trigonometrického bodu uvedena vůbec, 181 bodů) a **knv** (kostely na mapách druhého vojenského mapování bez uvedené výšky, 60 bodů). **Celkový počet dvojic identických bodů, které bylo možné statisticky hodnotit je 1617 bodů.**

Přesnost výškových kót na mapových listech druhého vojenského mapování byla hodnocena pomocí parametrů **průměrný rozdíl výšek identických bodů  $\overline{dh}$**  a **střední rozdíl výšek  $m_h$** , které jsou dány:

$$\overline{dh} = \frac{\sum_{i=1}^n dh_i}{n}, \quad m_h = \sqrt{\frac{dh_i^2}{n}}, \quad (24)$$

kde  $dh_i$  jsou rozdíly výšek identických bodů uvedených v databázi DATAZ a získaných z map druhého vojenského mapování ( $dh_i = h^{\text{DATAZ}} - h^{\text{IVM}}$ ) a  $n$  – počet hodnocených veličin.

Ze souboru hodnocených veličin (pro Čechy) byla vyloučena odlehlá pozorování, tj. byly vyloučeny všechny body, pro které byla hodnota diference  $dh_i$  větší než trojnásobek středního rozdílu výšek  $m_h$ . **Počet bodů se tak snížil z 1617 na 1552.** Dále byla zkoumána předpokládaná normalita souboru diferencí identických bodů ve statistickém programu Dt2<sup>55</sup>. Současně bylo tímto programem vyloučeno dalších 17 odlehlých pozorování.

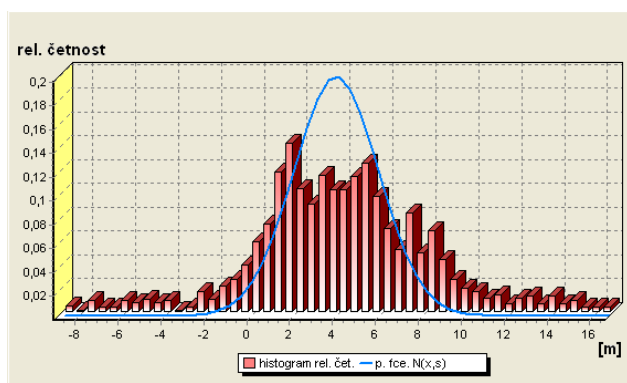
<sup>55</sup> Autorem programu Dt2 je Doc. RNDr. Jiří Reif, CSc.

Ze stávajícího souboru 1552 diferencí identických bodů se počet snížil na konečných 1535 hodnocených veličin. Změny počtu bodů v jednotlivých kategoriích s počtem vyloučených odlehlých pozorování jsou v tabulce 31.

Tab. 31 Změny počtu prvků v jednotlivých kategoriích – Čechy.

Kategorie	Změny v počtech bodů kategorií				
	celkem bodů	nevstupuje do hodnocení	odlehlá pozorování		konečný počet bodů
d	154	---	2	3	149
ki	41	41	---	---	---
km	286	---	20	3	263
kmi	4	4	---	---	---
kn	48	48	---	---	---
knv	60	60	---	---	---
ko	3	---	0	0	3
kt	78	---	11	10	57
m	30	30	---	---	---
n	512	512	---	---	---
o	81	---	4	0	77
pm	894	---	12	1	881
r	99	---	13	0	86
s	22	---	3	0	19
z	181	181	---	---	---
<b>Celkem</b>	<b>2493</b>	876	65	17	<b>1535</b>
<b>Celkový počet hodnocených IDB</b>		<b>1617</b>	→		<b>1535</b>

I když byla ze souboru diferencí identických bodů odstraněna všechna odlehlá pozorování, **nebyla prokázána předpokládaná normalita zkoumaného souboru** (histogram četností je na obr. 52). **Střední rozdíl výšek nabył hodnoty  $m_h = 5,59$  m. Průměrný rozdíl výšek identických bodů po vyloučení odlehlých pozorování nabył hodnoty 3,97 m.** Z výsledků je patrné, že **soubor hodnocených veličin je zatížen systematickou chybou**, což mohlo být způsobeno např. chybami v měření nebo volbou jiného základního výškového bodu<sup>56</sup>, než jaký byl později zvolen pro systém jadranský (při hodnocení přesnosti výškopisu bylo předpokládáno, že výšky druhého vojenského mapování jsou uváděny v jadranském výškovém systému). Systematický posun je patrný i z histogramu četností, obr. 52. Grafické znázornění hodnot rozdílů výšek identických bodů pro tehdejší území Čech je na obr. 53.



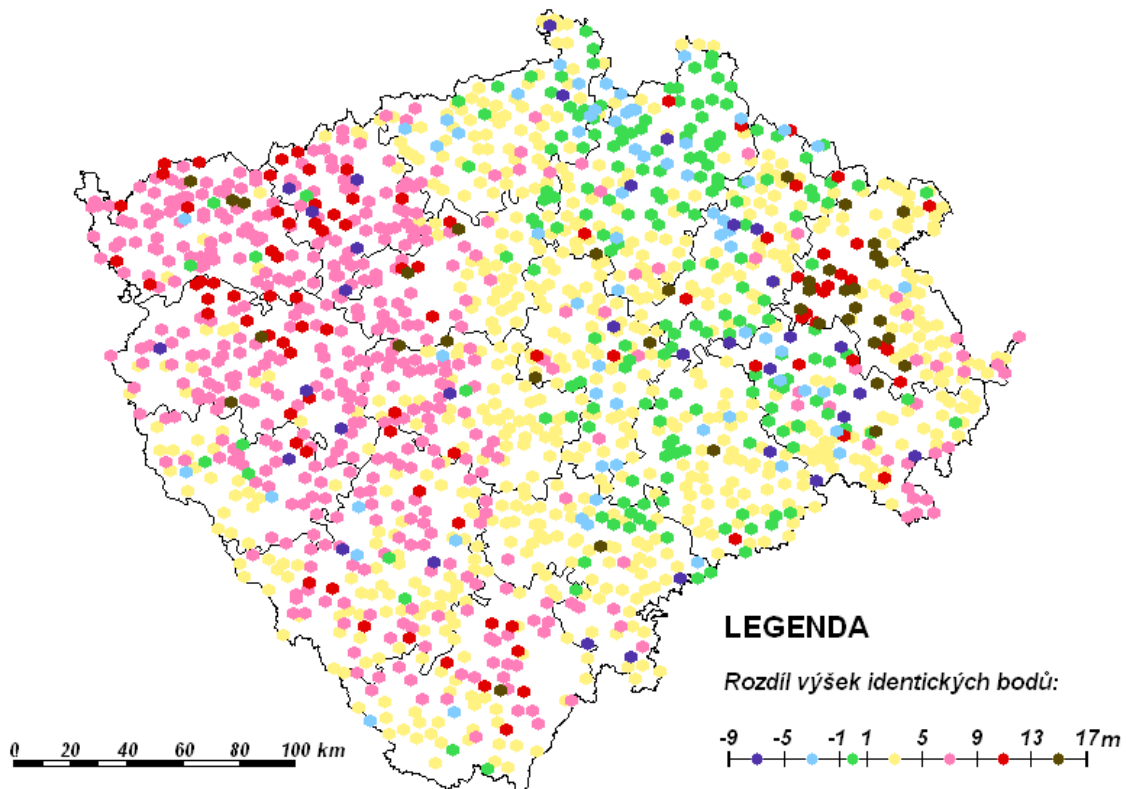
Obr. 52 Graf pravděpodobnostní funkce normálního rozdělení a histogram relativních četností – Čechy.

<sup>56</sup> Základní bod na molu Sartorio v Terstu, byl osazen a určen až roku 1875 (Drbal a Kocáb 2010: 42).

### Čechy – změny v počtech bodů kategorií po vyloučení odlehlých pozorování:

- **d** – Body s překročenou polohovou odchylkou, u kterých není možné spolehlivě ověřit jejich identitu z období druhého vojenského mapování s odpovídající polohou dnešních geodetických základů. (154 → 149 bodů)
- **Kostely** byly rozděleny do sedmi kategorií, aby bylo možné rozlišit, zda se jedná o kostely bez odpovídajících identických bodů, kostely mimo tehdejší území Čech, kostely bez uvedené výškové kóty, kostely s výškou vztaženou k makovici nebo k patě.
  - **ki** – Pro body této kategorie nebyl nalezen identický bod, body nebylo možné zahrnout do souboru hodnocených identických bodů. (41 bodů)
  - **km** – Kategorie km obsahuje body – kostely, jejich výška je vztažena k věži. (286 → 263)
  - **kmi** – Kostely ležící mimo tehdejší území Čech nebylo možné zahrnout do souboru hodnocených identických bodů. (4 body)
  - **kn** – Pro body kategorie kn nebyl nalezen odpovídající identický bod v databázi DATAZ. Nebylo možné tyto body zahrnout do souboru hodnocených identických bodů. (48 bodů)
  - **knv** – Kostely, u nichž nebyla na mapových listech druhého vojenského mapování z neznámého důvodu uvedena výšková kóta. Body nebylo možné zahrnout do souboru hodnocených identických bodů. (60 bodů)
  - **ko** – Počet prvků kategorie ko zůstal beze změn. Ke kostelům nebylo možné dohledat výšku v databázi DATAZ, avšak bylo možné odečíst výškovou kótu ze ZM 50. (3 → 3)
  - **kt** – Kategorie kt obsahuje body – kostely, jejich výška je vztažena k terénu. (78 → 57)
  - Kostely v zástavbě na mapových listech druhého vojenského mapování bylo velmi těžké identifikovat a lokalizovat. V době měření topografických map druhého vojenského mapování byl do mapy zakreslen např. pouze jeden kostel a dnes je kostelů v dané lokalitě několik. Dnes jsou výšky u kostelů vztaženy ke konstrukci střechy (báně) kostela. Pokud je tomu jinak, je tento fakt uveden v geodetických údajích bodu. Z map druhého vojenského mapování ani z (Abstände, Höhen... 1873) však nelze pro všechny kostely spolehlivě určit, zda se výška vztahuje na terén či k vlastní konstrukci věže kostela. Pouze pro část bodů – kostelů je v (Abstände, Höhen... 1873) uvedena výška vztahující se na terén. **Z počtů bodů jednotlivých kategorií kostelů je patrné, že na mapových listech druhého vojenského mapování pro Čechy, byly výškové kóty uvedené u kostelů vztaženy zpravidla k věži kostela.**
- **m** – Body kategorie m, které leží mimo tehdejší území Čech, nebylo možné zahrnout do souboru hodnocených identických bodů. (30 bodů)
- **n** – Pro body kategorie n nebyl nalezen odpovídající identický bod v databázi DATAZ. Nebylo možné tyto body zahrnout do souboru hodnocených identických bodů. (512 bodů)
- **o** – Body této kategorie mají výšky převzaté jako výškové kóty ze ZM 50 a je zřejmé, že se jedná o kategorii bodů s odlišnou přesností, než mají výšky evidované u bodů geodetických základů. (81 → 77 bodů)
- **r** – Výšky bodů byly určovány na uměle zřízené signály a je zřejmé, že kvalita vybudovaných signálů ovlivnila i přesnost výšek takto určených. (99 → 86 bodů)
- **s** – Identifikace staveb využitých jako bodů trvalé signalizace byla spolehlivější než u kostelů. (22 → 19 bodů)
- **z** – U bodů této kategorie nebylo možné z map druhého vojenského mapování určit výšku, např. výšku nebylo možné na mapě odečíst nebo nebyla u trigonometrického bodu uvedena vůbec. Z tohoto důvodu nemá tato kategorie bodů pro hodnocení přesnosti výšek žádný přínos, proto nebyla zahrnuta do souboru hodnocených identických bodů. (181 bodů)

- **pm** – Výšky bodů přístupných centrickému postavení měřického stolu musely být určovány na dočasnou signalizaci. Je pravděpodobné, že došlo k opomenutí výšky signálu, a tím k hrubé chybě. (894 → 881 bodů)



Obr. 53 Rozdíly výšek identických bodů pro tehdejší území Čech.

### 3.4 Analýza přesnosti výškových kót na mapových listech pro Moravu a Slezsko

Na mapových listech druhého vojenského mapování pro Moravu a Slezsko bylo celkem nalezeno 906 bodů. Z výše uvedeného počtu bodů byly nejprve vybrány body, ke kterým byl nalezen identický bod v databázi DATAZ a u kterých byla na mapách druhého vojenského mapování uvedena výšková kóta.

Do souboru hodnocených identických bodů nemohly být zařazeny body kategorií, **m** (leží mimo tehdejší území Moravy a Slezska, 44 bodů), **kmi** (kostely ležící mimo tehdejší území Moravy a Slezska, 3 body), **n** (nebyl nalezen odpovídající identický bod v databázi DATAZ, 87 bodů), **z** (z map druhého vojenského mapování nebylo možné určit výšku, např. výšku nebylo možné na mapě odečíst nebo nebyla u trigonometrického bodu uvedena vůbec, 349 bodů) a **knv** (kostely na mapách druhého vojenského mapování bez uvedené výšky, 59 bodů). **Celkový počet dvojic identických bodů, které bylo možné statisticky hodnotit, byl 364.** Nízký počet dvojic identických bodů, které bylo možno hodnotit, je způsobem především faktem, že na 56 mapových listech nebyly u trigonometrických bodů uvedeny výškové kóty.

Přesnost výškových kót na mapách druhého vojenského mapování pro Moravu a Slezsko byla stejně jako pro Čechy hodnocena pomocí parametrů **průměrný rozdíl výšek identických bodů  $\overline{dh}$**  a **střední rozdíl výšek  $m_h$** . (Parametry byly určeny dle vzorců č. 24.)

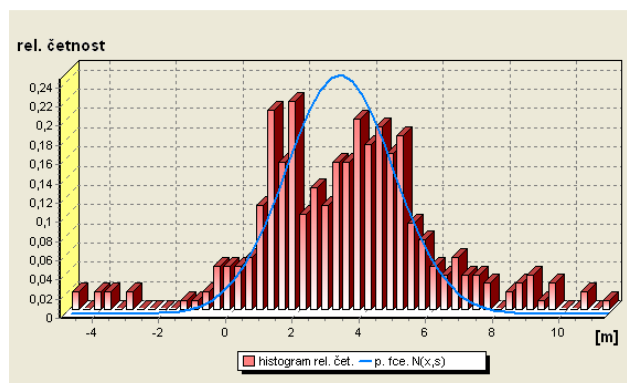
Ze souboru hodnocených veličin byla vyloučena odlehlá pozorování, tj. byly vyloučeny všechny body, pro které byla hodnota diference  $dhi$  větší než trojnásobek

středního rozdílu výšek  $m_h$ . **Počet bodů se tak snížil z 364 na 352.** Testováním shody souboru hodnocených veličin pomocí programu Dt2 nebyla prokázána normalita souboru hodnocených veličin. Současně bylo tímto programem vyloučeno dalších 11 odlehlých pozorování. **Ze stávajícího souboru 352 diferencí identických bodů se počet snížil na konečných 341 hodnocených veličin.** Změny počtu bodů v jednotlivých kategoriích s počtem vyloučených odlehlých pozorování jsou v tabulce 32.

Tab. 32 Změny počtu prvků v jednotlivých kategoriích – Morava a Slezsko.

Kategorie	Změny v počtech bodů kategorií				
	celkem bodů	nevstupuje do hodnocení	odlehlá pozorování		konečný počet bodů
d	55	---	1	5	49
ki	---	---	---	---	---
km	1	---	0	0	1
kmi	3	3	---	---	---
kn	---	---	---	---	---
knv	59	59	---	---	---
ko	1	---	0	0	1
kt	14	---	0	1	13
m	44	44	---	---	---
n	87	87	---	---	---
o	23	---	1	2	20
pm	269	---	10	2	257
r	---	---	---	0	---
s	1	---	0	1	0
z	349	349	---	---	---
<b>Celkem</b>	<b>906</b>	542	12	11	<b>341</b>
<b>Celkový počet hodnocených IDB</b>		<b>364</b>	→		<b>341</b>

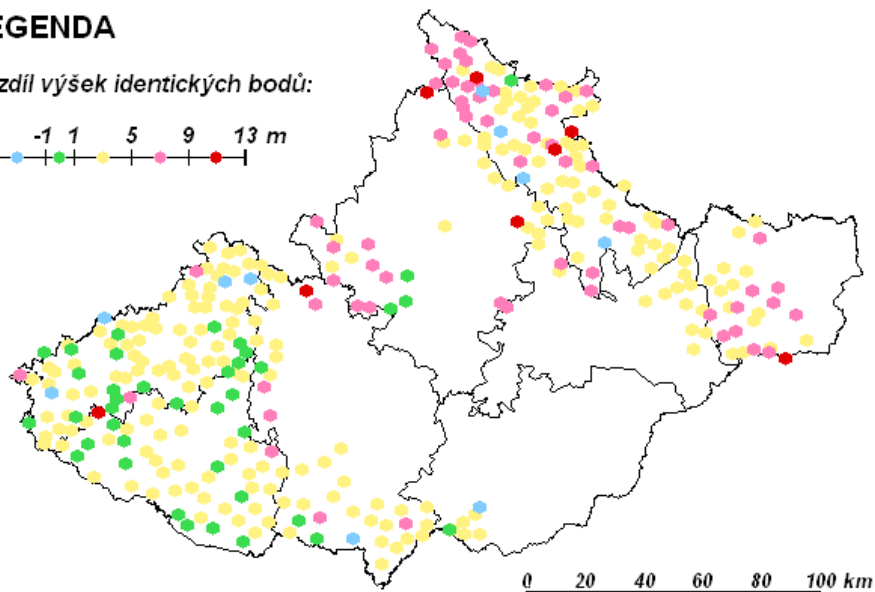
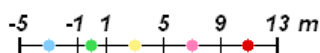
I když byla ze souboru diferencí identických bodů odstraněna všechna odlehlá pozorování, **nebyla zcela prokázána předpokládaná normalita zkoumaného souboru** (histogram četností je na obr. 52). **Střední rozdíl výšek nabył hodnoty  $m_h = 4,18$  m. Průměrný rozdíl výšek identických bodů po vyloučení odlehlých pozorování nabył hodnoty 3,30 m.** Z výsledků je patrné, že **soubor hodnocených veličin je zatížen systematickou chybou**, což mohlo být způsobeno např. chybami v měření nebo volbou jiného základního výškového bodu, než jaký byl později zvolen pro systém jadranský (při hodnocení přesnosti výškopisu bylo předpokládáno, že výšky druhého vojenského mapování jsou uváděny v jadranském výškovém systému). Systematický posun je patrný i z histogramu četností, obr. 54. Grafické znázornění hodnot rozdílů výšek identických bodů pro tehdejší území Moravy a Slezska je na obr. 55.



Obr. 54 Graf pravděpodobnostní funkce normálního rozdělení a histogram relativních četností – Morava a Slezsko.

## LEGENDA

Rozdíl výšek identických bodů:



Obr. 55 Rozdíly výšek identických bodů pro tehdejší území Moravy a Slezska.

### Morava a Slezsko – změny v počtech bodů kategorií po vyloučení odlehlých pozorování:

- **d** – Body s překročenou polohovou odchylkou, u kterých není možné spolehlivě ověřit jejich identitu z období druhého vojenského mapování s odpovídající polohou dnešních geodetických základů. (55 → 49 bodů)
- Kostely byly rozděleny do sedmi kategorií, stejně jako v předchozím případě (pro Čechy).
  - **ki** – Tato kategorie neobsahuje žádné prvky.
  - **km** – Kostel s uvedenou výškovou kótou, která je vztažena k věži kostela, byl nalezen pouze jeden (kostel ve Žďáru nad Sázavou), ležící na hranici Čech a Moravy. (1 → 1 bod)
  - **kmi** – Kostely ležící mimo tehdejší území Moravy a Slezska nebylo možné zahrnout do souboru hodnocených identických bodů. (3 body)
  - **kn** – Tato kategorie neobsahuje žádné prvky.
  - **knv** – Kostely, u nichž nebyla na mapových listech druhého vojenského mapování z neznámého důvodu uvedena výšková kóta. Body nebylo možné zahrnout do souboru hodnocených identických bodů. (59 bodů)
  - **ko** – Počet prvků kategorie ko zůstal beze změn. Ke kostelům nebylo možné dohledat výšku v databázi DATAZ, avšak bylo možné odečíst výškovou kótu ze ZM 50. (1 → 1 bod)
  - **kt** – Kategorie kt obsahuje body – kostely, jejich výška je vztažena k terénu. (14 → 13 bodů)
  - Kostely v zástavbě na mapových listech druhého vojenského mapování bylo velmi těžké identifikovat a lokalizovat. V době měření topografických map druhého vojenského mapování byl do mapy zakreslen např. pouze jeden kostel a dnes je kostelů v dané lokalitě několik. **Na mapových listech pro Moravu a Slezsko byly výšky u kostelů vztaženy kromě jednoho bodu vždy na terén.** Dnes jsou výšky u kostelů vztaženy ke konstrukci střechy (báně) kostela. Pokud je tomu jinak, je tento fakt uveden v geodetických údajích bodu.
- **m** – Body kategorie m, které leží mimo tehdejší území Čech, nebylo možné zahrnout do souboru hodnocených identických bodů. (44 bodů)



- **n** – Pro body kategorie n nebyl nalezen odpovídající identický bod v databázi DATAZ. Nebylo možné tyto body zahrnout do souboru hodnocených identických bodů. (87 bodů).
- **o** – Body této kategorie mají výšky převzaté jako výškové kóty ze ZM 50 a je zřejmé, že se jedná o kategorii bodů s odlišnou přesností, než mají výšky evidované u bodů geodetických základů. (23 → 20 bodů)
- **r** – Tato kategorie neobsahuje žádné prvky.
- **s** – Identifikace staveb využitých jako bodů trvalé signalizace byla spolehlivější než u kostelů. V kategorii je jenom jeden bod, který však byl vyloučen jako hrubá chyba. (1 → 0 bodů)
- **z** – U bodů této kategorie nebylo možné z map druhého vojenského mapování určit výšku, např. výšku nebylo možné na mapě odečíst nebo nebyla u trigonometrického bodu uvedena vůbec. Z tohoto důvodu nemá tato kategorie bodů pro hodnocení přesnosti výšek žádný přínos, proto nebyla zahrnuta do souboru hodnocených identických bodů. (349 bodů).
- **pm** – Výšky bodů přístupných centrickému postavení měřického stolu musely být určovány na dočasnou signalizaci. Je pravděpodobné, že došlo k opomenutí výšky signálu, a tím k hrubé chybě. (269 → 257 bodů)

### 3.5 Výsledky analýzy přesnosti výškových kót

Na mapových listech druhého vojenského mapování lokalizovaných do systému S-JTSK byly vyhledány a kartometricky odečteny polohové souřadnice trigonometrických bodů včetně výškových kót u nich uvedených (pro Čechy bylo nalezeno celkem 2493 bodů, pro Moravu a Slezsko celkem 906 bodů).

Pro celkový počet identických bodů pro Čechy (1617) byl po vyloučení odlehlých pozorování (počet hodnocených veličin se snížil na konečných 1535) stanoven střední rozdíl výšek  $m_h$  a průměrný rozdíl výšek  $\overline{dh}$ . I když byla ze souboru diferencí identických bodů odstraněna všechna odlehlá pozorování, **nebyla prokázána předpokládaná normalita zkoumaného souboru. Střední rozdíl výšek nabył hodnoty  $m_h = 5,59$  m. Průměrný rozdíl výšek identických bodů po vyloučení odlehlých pozorování nabył hodnoty 3,97 m.**

Pro celkový počet identických bodů pro Moravu a Slezsko (364) byly po vyloučení odlehlých pozorování (počet hodnocených veličin se snížil na konečných 341) stanoveny stejné charakteristiky jako v předchozím případě. I když byla ze souboru diferencí identických bodů odstraněna všechna odlehlá pozorování, **nebyla zcela prokázána předpokládaná normalita zkoumaného souboru. Střední rozdíl výšek nabył hodnoty  $m_h = 4,18$  m. Průměrný rozdíl výšek identických bodů po vyloučení odlehlých pozorování nabył hodnoty 3,30 m.** Grafické znázornění hodnot rozdílů výšek identických bodů a rozdílů výšek identických bodů v porovnání s hodnotami středních rozdílů výšek na tehdejším území Čech a Moravy a Slezska je v příloze 17.

Z výše uvedených výsledků je patrné, že oba **soubory hodnocených veličin jsou zatíženy systematickou chybou**, což mohlo být způsobeno např. chybami v měření nebo volbou jiného základního výškového bodu, než jaký byl později zvolen pro systém jadranský (při hodnocení přesnosti výškopisu bylo předpokládáno, že výšky druhého vojenského mapování jsou uváděny v jadranském výškovém systému).



# 4. Návrh metodiky pro rekonstrukci digitálního modelu terénu druhého vojenského mapování (Františkova)

## 4.1 Návrh metodiky rekonstrukce digitálního modelu terénu

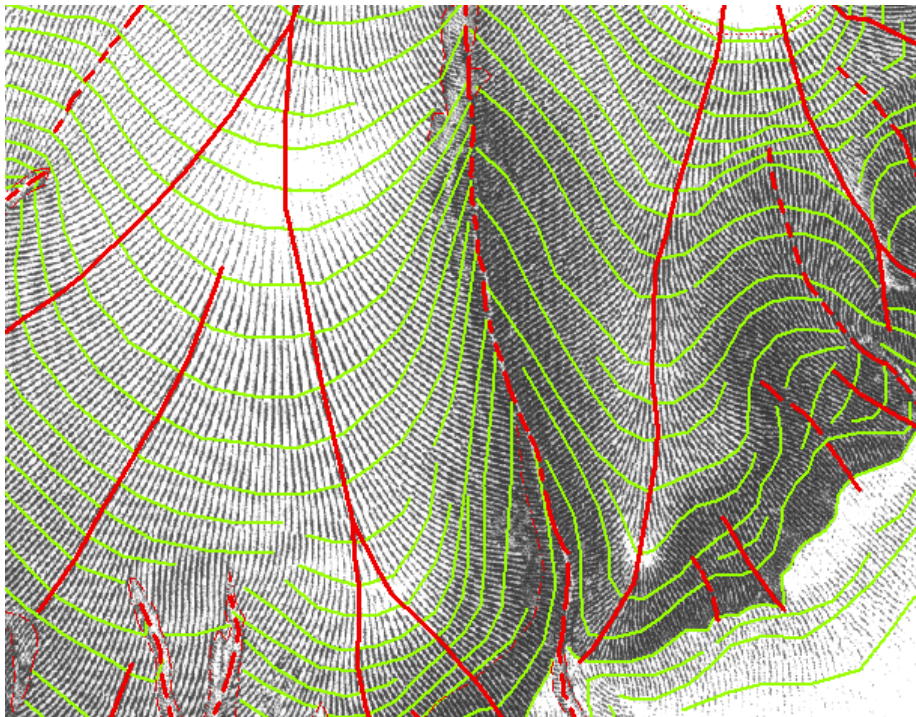
Pro návrh a prvotní ověření metodiky rekonstrukce digitálního modelu terénu (dále též DMT) z map druhého vojenského mapování byla zvolena modelová data, která jsou uvedena v (Muster-Blätter... 1831 – 1840):

- list 08 – Stupnice pro vyjádření topografických ploch pomocí šrafování s poměry černé a bílé barvy odpovídající příslušnému spádu na mapovacích sekcích, příloha 14.
- list 11 – Modelový terénní tvar zakreslený šrafováním, příloha 18.
- list 12 – Tentýž modelový terénní tvar zakreslený vrstevnicemi (interval vrstevnic  $i = 4$  víd. sáhy) a doplněný výškovou kótou na vrcholu, příloha 18.

Pro další zpracování byly listy č. 11 a 12 transformovány do stejného souřadnicového systému pomocí podobnostní transformace (identické body: zakreslený trigonometrický bod s výškovou kótou, identické body na okraji kresby terénního tvaru a rohy rámu daného listu).

### 4.1.1 Identifikace prvků kostry terénu a částí horizontál

Na zákresu modelového terénního tvaru vyjádřeného šrafováním byly v prostředí SW Kokeš do vektorové podoby převedeny linie kostry terénu, které respektovaly směr šraf. Jednotlivé prvky byly pro usnadnění následného zpracování strukturovány do vrstev. Ukázka identifikace liniových prvků kostry terénu je na obr. 56 zakreslena červeně (spádnice a hřbetnice jsou zakresleny plnou čarou, údolnice čárkovanou čarou a hrany slabou čerchovanou čarou).



Obr. 56 Liniové prvky kostry terénu (červeně) a části horizontál (zeleně) identifikované ze šraf.

Dále byla do vektorové podoby převedena vybraná rozhraní vrstev šraf. Vzhledem k tomu, že při mapování jednotlivých terénních tvarů byly zakreslovány nejprve horizontály s poznámkami ve formě číselných hodnot spádu v dané lokalitě a do prostor mezi horizontálami byly v kanceláři následně doplňovány šrafy (postup je podrobně popsán v kapitole 2.1.2 *Měřické práce v terénu*), lze rozhraní vrstev šraf považovat za části horizontál. Identifikované části horizontál na detailu zákresu modelového terénního tvaru vyjádřeného šrafovaním jsou na obr. 56.

V oblastech s menším spádem, kde jsou mezery mezi jednotlivými šrafi širší a tedy i dobře patrné, je identifikace částí horizontál jednodušší než v oblastech s větším spádem, kde jsou mezery mezi jednotlivými šrafi velmi malé a kresba splývá. V místech, kde je terén velmi členitý a šrafovaní se blíží spíše schematické kresbě či mapové značce části horizontál jednoznačně identifikovat nelze (obr. 57).



Obr. 57 Lokality, kde nelze spolehlivě identifikovat části horizontál.

#### 4.1.2 Fragmentace oblastí konstantního spádu

Na zákresu modelového terénního tvaru z (Muster-Blätter... 1831 – 1840: list 11) vyjádřeného šrafovaním byly s využitím stupnice pro mapovací sekce (Muster-Blätter... 1831 – 1840: list 08) identifikovány oblasti konstantního spádu. Postup identifikace oblastí konstantního spádu lze rozčlenit do šesti dílčích kroků (ukázky viz obr. 58).

**1. Převedení obou výše uvedených podkladů z barevného vyjádření (obr. 58 – a) na stupně šedi (obr. 58 – b).**

**2. Barevná korekce obou výše uvedených podkladů (obr. 58 – c).** S využitím histogramů barev byla barva podkladového papíru nastavena jako bílá a barva kresby šraf jako černá.

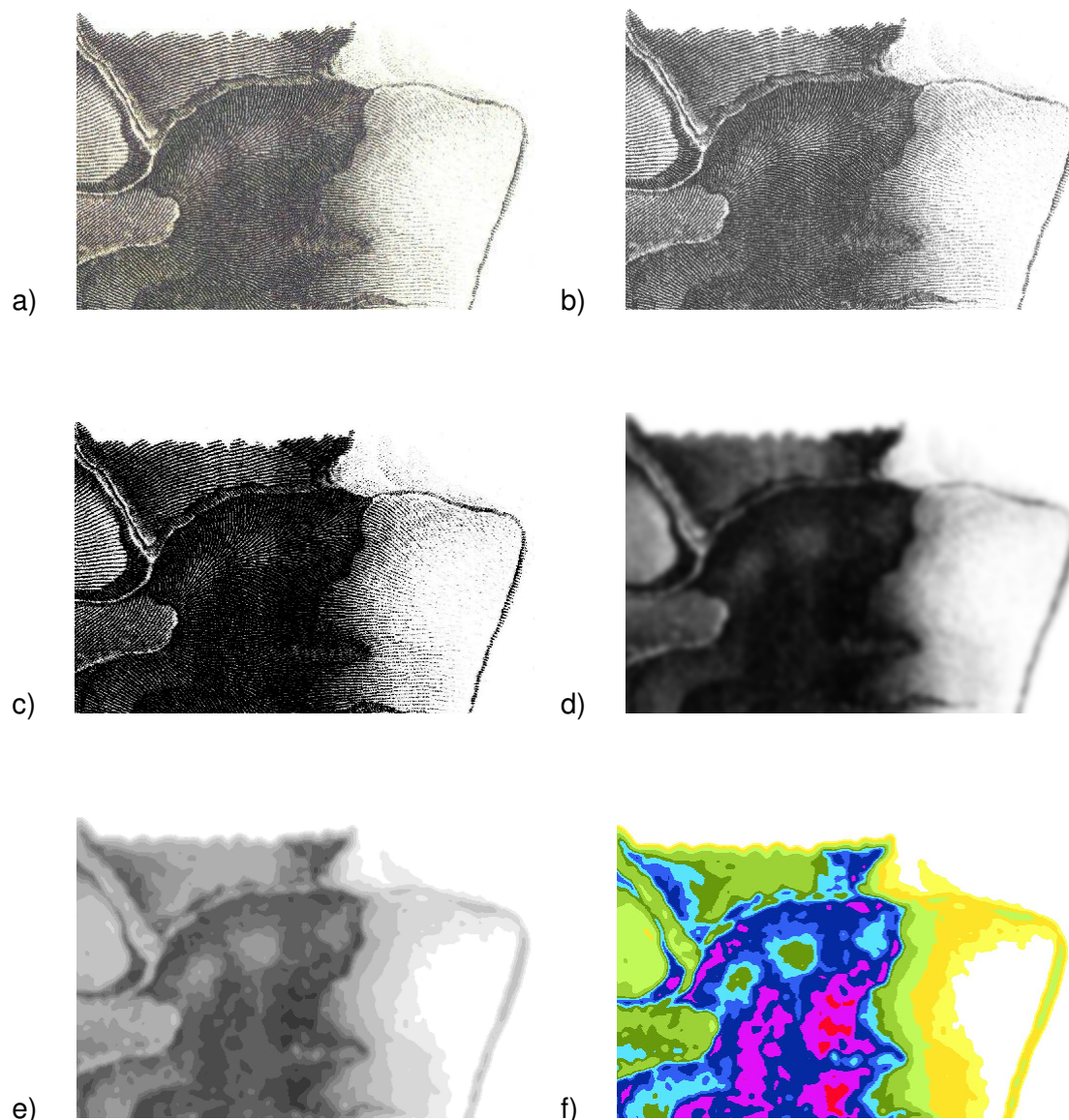
**3. Rozostření obou výše uvedených podkladů, (obr. 58 – d).** Dle stupnice uvedené v (Muster-Blätter... 1831 – 1840: list 08) poměru černé a bílé barvy na zvolené malé reprezentativní ploše odpovídá příslušná hodnota spádu. Rozostřením obrazu byl poměr černé a bílé barvy na reprezentativní ploše, tj. šířka černé šrafi k šířce bílé mezery, převeden na odpovídající interval stupňů šedi.

**4. Stanovení mezních hodnot intervalů stupňů šedi podle (Muster-Blätter... 1831 – 1840: list 08).** Každému z 12 intervalů stupňů šedi odpovídá daná konstantní hodnota spádu v mezích od 0° až do 90°, tj. 0° (253 – 255), 5° (242 – 252), 10° (223 – 241), 15° (183 – 222), 20° (124 – 182), 25° (72 – 123), 30° (53 – 71), 35° (37 – 52), 40° (28 – 36), 45° (17 – 27), 50° (9 – 16°), 50° – 90° (0 – 8).

**5. Fragmentace oblastí konstantního spádu na (Muster-Blätter... 1831 – 1840: list 11).** Podle mezních hodnot intervalů stupňů šedi stanovených v předchozím kroku byly

prahováním postupně získány oblasti konstantním spádem (obr. 58 – e). Jednotlivým oblastem byla přiřazena barva vybraná z odstínů šedi.

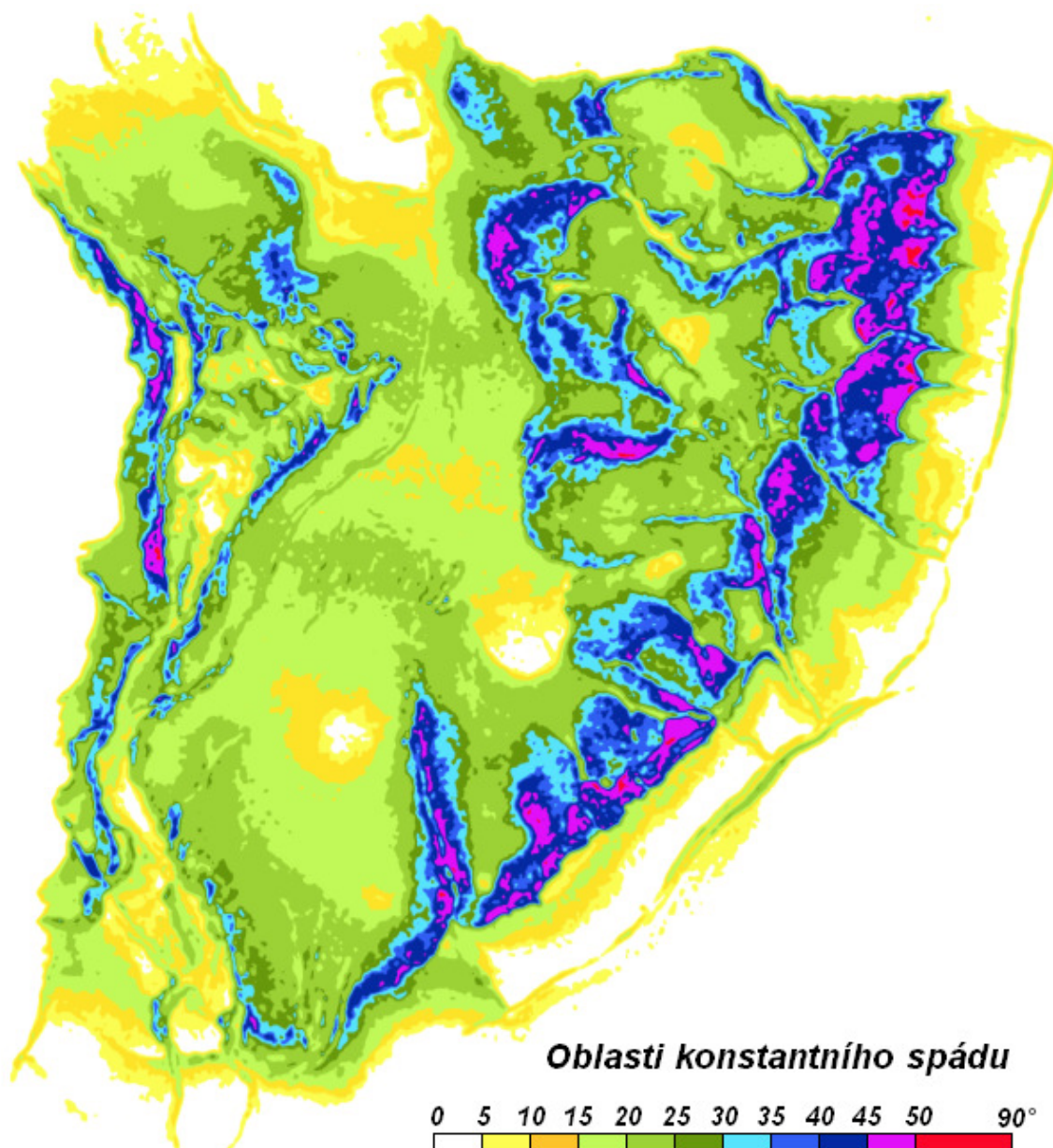
**6. Volba barevné stupnice** (obr. 58 – f). Pro zefektivnění následného zpracování byly oblasti s konstantním spádem zakresleny pomocí výraznějších barev, protože rozdíly mezi jednotlivými barvami jsou pro lidské oko lépe rozeznatelné než rozdíly mezi vybranými odstíny šedé barvy.



Obr. 58 Postup fragmentace oblastí konstantního spádu.

Volbou barevné stupnice pro vyjádření oblastí s konstantním spádem bylo dosaženo lepší orientace a především rychlejšího určování hodnot spádu pro konkrétní oblasti při výpočtech dílčích převýšení (viz následující kapitola 4.1.3 *Postup určování výšek částí horizontál*). Barevné vyjádření oblastí konstantního spádu pro celý zvolený modelový terénní tvar včetně odpovídající barevné stupnice je na obr. 59.





Obr. 59 Oblasti konstantního spádu vygenerované ze šraf.

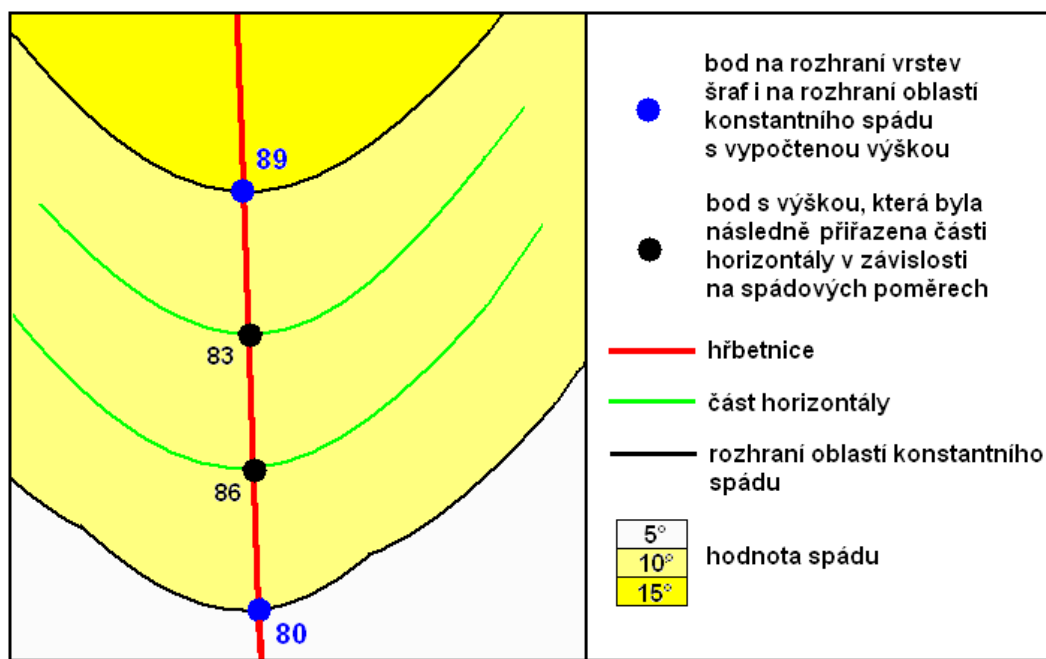
#### 4.1.3 Postup určování výšek částí horizontál

Na liniových prvcích kostry terénu (především na spádnících a hřbetnicích, v případě nutnosti i na hranách jdoucích ve směru spádu nebo vybraných údolnicích) byly identifikovány body na rozhraních vrstev šraf, v nichž nastala změna spádu, tj. body na odpovídajících rozhraních oblastí konstantního spádu. Mezi takto určenými body byla postupně vypočtena převýšení  $\Delta h_i$  podle:

$$\Delta h_i = s_i \cdot \operatorname{tg} \alpha_i, \quad (25)$$

kde  $i = 1, \dots, n$ ;  $s_i$  je délka úseku v odpovídajícím měřítku vybraného liniového prvku kostry terénu mezi body, ve kterých nastala změna spádu;  $\alpha_i$  je hodnota spádu v dané oblasti.

Se znalostí hodnoty výškové kóty na vrcholu terénního tvaru byly postupným sumarizováním hodnot převýšení  $\Delta h_i$  propočteny výšky bodů liniových prvků kostry terénu na rozhraní vrstev šraf, ve kterých nastala změna spádu. Mezi těmito body pak byla jednotlivým částem horizontál, které v dané oblasti s konstantním spádem protínají liniové prvky kostry terénu, přiřazena výška v závislosti na hodnotě spádu. Princip výpočtu výšek částí horizontál je na obr. 60. Části horizontál s určenou výškou, byly již dostatečným podkladem pro generování digitálního modelu terénu (DMT).



Obr. 60 Postup určování výšek částí horizontál.

## 4.2 Digitální model terénu rekonstruovaný ze šraf a jeho hodnocení

Z kartometricky digitalizovaných vrstevnic z (Muster-Blätter ... 1831 – 1840: list 12) byla nejprve v prostředí programu InRoads Suite, který pracuje jako nadstavba SW MicroStation V8i, vygenerována nepravidelná trojúhelníková síť (tzv. TIN), ze které byl následně vytvořen a editován digitální model terénu (DMTv-model).

Stejným postupem byla z částí horizontál s určenou výškou opět v prostředí SW Microstation vygenerována nepravidelná trojúhelníková síť, ze které byl následně vytvořen a editován digitální model terénu (DMTs-model). Ukázky výchozích podkladů a trojúhelníkových sítí s vyznačením linie řezu pro vyhotovení profilů obou digitálních modelů terénu jsou v příloze 18. Digitální model terénu generovaný z vrstevnic je na obr. 61, digitální model terénu rekonstruovaný ze šraf je na obr. 62.

Z porovnání obou obrázků (obr. 61 a obr. 62) je zřejmé, že DMT generovaný z vrstevnic je v detailech podrobnější. Na digitálním modelu terénu generovaném z vrstevnic jsou přibližně ve středu vyznačeny rokle, které na digitálním modelu terénu rekonstruovaném ze šraf chybí, neboť v daném místě nebylo možné z kresby šraf jednoznačně identifikovat části horizontál. V základních tvarech se však oba digitální modely terénu shodují.



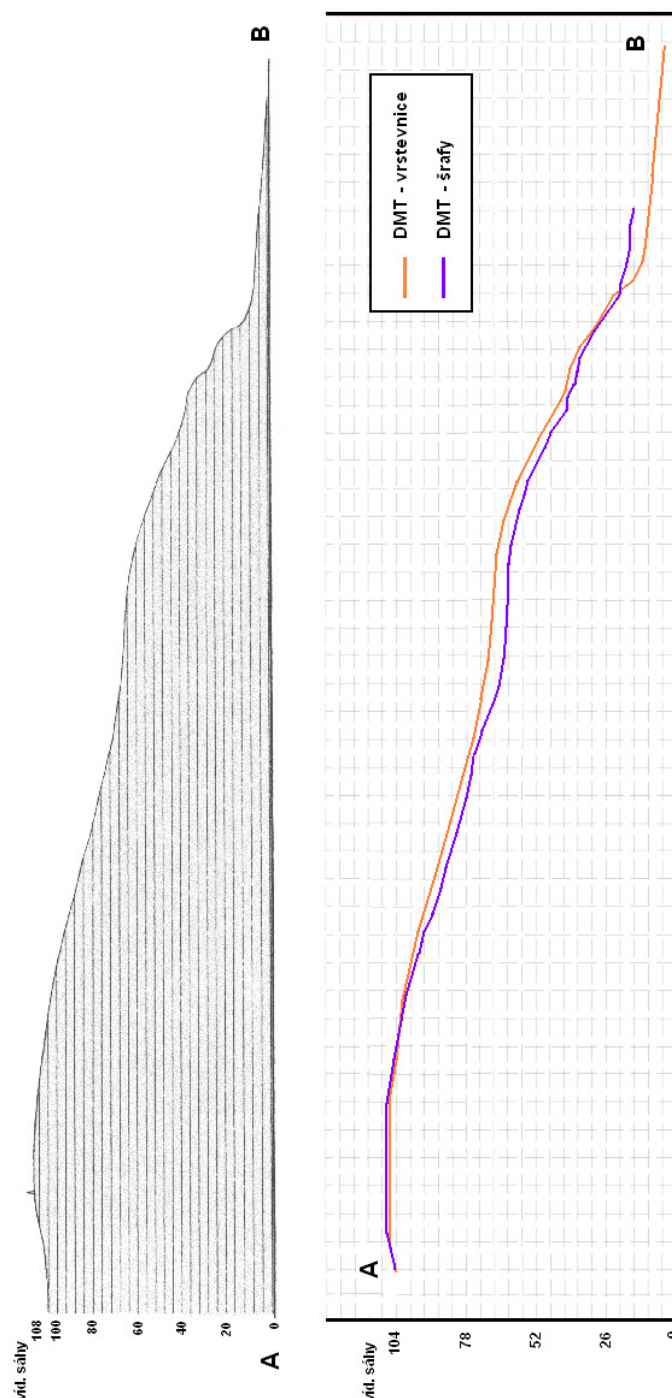
Obr. 61 DMT generovaný z vrstevnic (DMTv-model).



Obr. 62 DMT rekonstruovaný ze šraf (DMTs-model).

Ze zpracovávaných podkladů (Muster-Blätter... 1831 – 1840) byl k dispozici profil modelového terénního tvaru. Jak u vyjádření modelového terénního tvaru pomocí vrstevnic tak pomocí šraf, byl naznačen řez. Ve stejném směru byly vyhotoveny i profily obou digitálních modelů. Všechny tři profily jsou uvedeny na obr. 63. Výraznější shoda s profilem

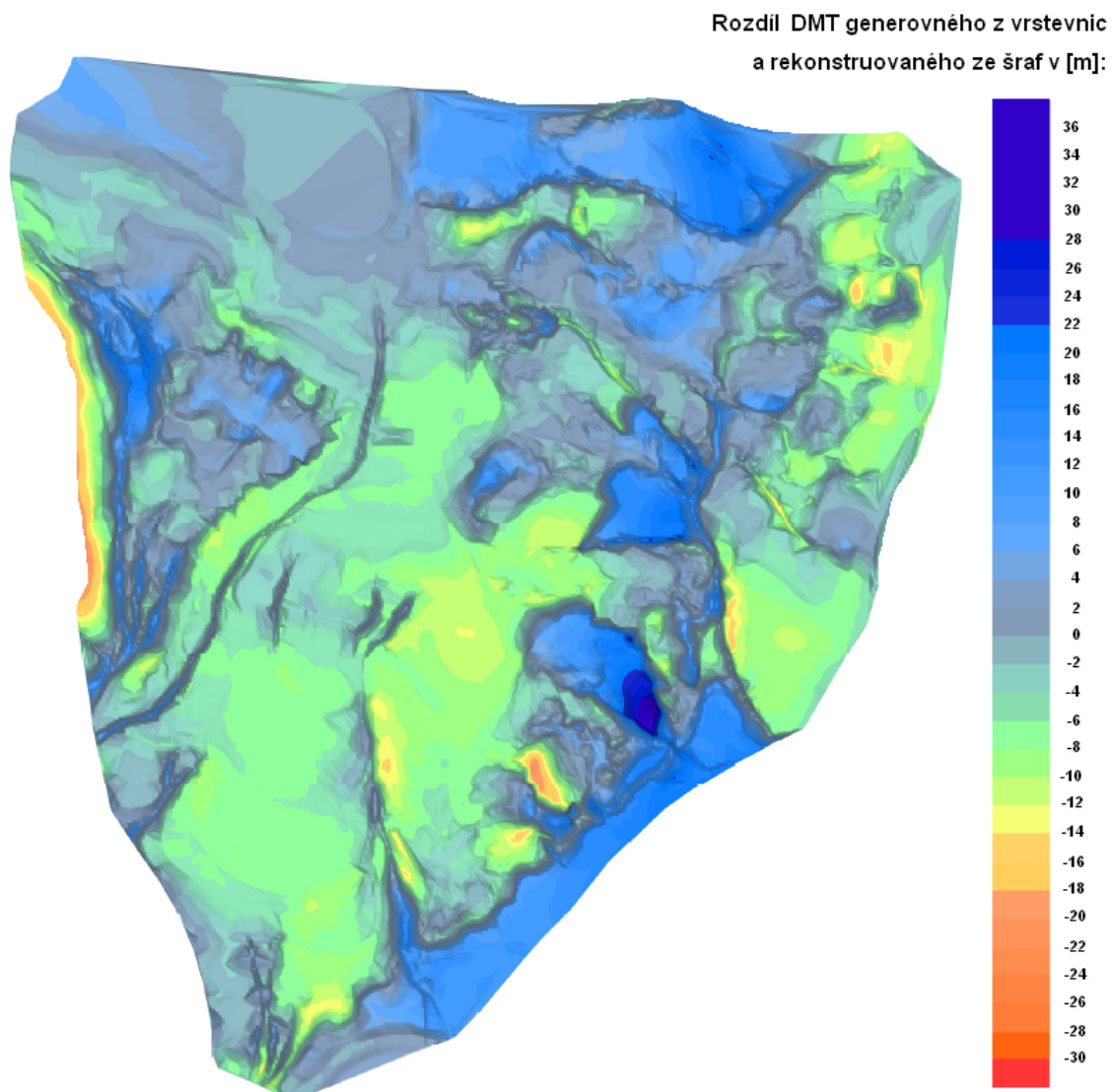
uvedeným v původních materiálech nastala u profilu DMTv-model. Avšak odchylky v profilu z DMTs-model vzhledem k profilu v původních materiálech nelze považovat za zásadní. **Lze tedy říci, že oba profily vyhotovené z digitálního modelu terénu se shodují s profilem uvedeným v původních materiálech (Muster-Blätter... 1831 – 1840).**



Obr. 63 Řez modelovým terénním tvarem uvedeným v (Muster-Blätter... 1831 – 1840), DMT generovaným z vrstevnic a DMT rekonstruovaným ze šraf.

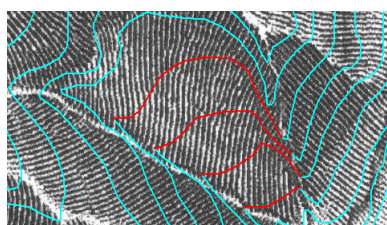
Odečtením DMT rekonstruovaného ze šraf od DMT generovaného z vrstevnic byl vygenerován tzv. rozdílový digitální model (DMTr-model), na kterém byly pomocí barevné stupnice s krokem po dvou metrech vyznačeny výškové rozdíly (viz obr. 64). Odstíny modré barvy znamenají, že DMTs-model je v daném místě nižší než DMTv-model, odstíny červené barvy znamenají, že v daném místě je DMTs-model vyšší než DMTv-model.





Obr. 64 Rozdíl DMT generovaného z vrstevnic a DMT rekonstruovaného ze šraf (rozdíl DMTv-model a DMTs-model).

Vpravo od středu obrázku nabývají výškové rozdíly výrazně vyšších kladných hodnot (tmavě modrá barva). Porovnáním průběhu vrstevnic a šraf bylo zjištěno, že v daném místě nejsou šrafy (jakožto části spádnic) kolmé na vrstevnice. Ukázka je na obr. 65. Jedná se o hrubou chybu pravděpodobně v zákresu šraf.



Obr. 65 Hrubá chyba v zákresu šraf.

**Je zřejmé, že výše popsanou metodiku ověřenou na modelových datech (šrafy podle modifikované Lehmannovy stupnice zakreslené na jednobarevném světlém podkladě s jednou výškovou kótou), bude nutné při rekonstrukci digitálního modelu terénu z mapové kresby doplnit, neboť mapová kresba obsahuje kromě šraf a výškových kót také zakreslené prvky polohopisu, popis a především barevné výplně ploch.**

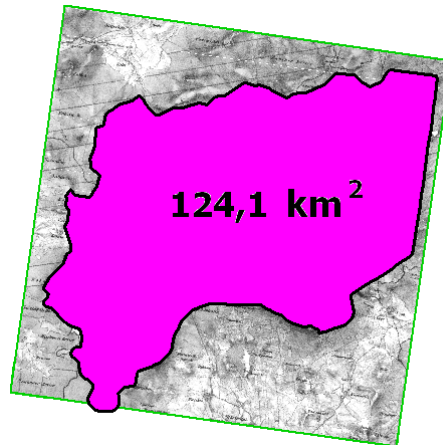


## 5. Praktické ověření metodiky pro rekonstrukci digitálního modelu terénu

Pro praktické ověření navržené metodiky pro rekonstrukci digitálního modelu terénu druhého vojenského mapování (Františkova) byl zvolen mapový list W\_II\_11, na kterém je zakresleno celkem 10 trigonometrických bodů s uvedenou výškovou kótou (pro 8 z nich byl v databázi DATAZ nalezen identický bod s uvedenou výškou).

Zvolené modelové území se nachází v blízkém okolí Padrťských rybníků a dále směrem na severovýchod. Vzhledem k tomu, že daná část území je dlouhodobě součástí vojenského prostoru Brdy a tím velmi málo osídlená, byla tato lokalita vybrána záměrně proto, že zde nedocházelo k výrazným změnám terénu vlivem lidské činnosti. V daném prostoru je terén velmi různorodý se zajímavými morfologickými tvary. Bylo tedy možné ověřit výsledky navržené metodiky pro odlišné vyjádření terénu.

V severovýchodní části zvoleného modelového území je terénní reliéf velmi rozmanitý s množstvím vyvýšenin, spočinků a sedel, v jihozápadní části kolem padrťských rybníků je terénní reliéf spíše rovinatý. Rozsah zvoleného modelového území pro rekonstrukci digitálního modelu terénu je vyznačen na obr. 66.



Obr. 66 Zvolené modelové území pro ověření metodiky rekonstrukce DMT z druhého vojenského mapování (část mapového listu W\_II\_11).

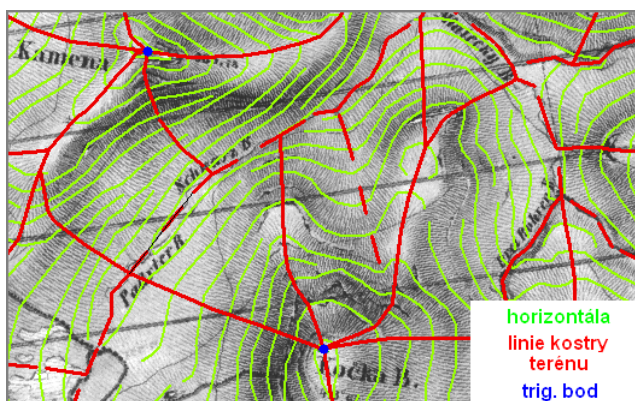
### 5.1 Digitální model terénu rekonstruovaný z druhého vojenského mapování

Metodika popsaná v kapitole 4.1 *Návrh metodiky rekonstrukce digitálního modelu terénu* byla navržena a ověřena na vzorových modelových datech uvedených v (Muster-Blätter... 1831 – 1840: list 11), kde byl modelový terénní tvar zakreslen šrafováním (černé šrafy podle upravené Lehmannovy stupnice na bílém podkladě) a doplněn jednou výškovou kótou. Při následujícím praktickém ověření metodiky pro rekonstrukci digitálního modelu terénu z druhého vojenského mapování bude nutné zohlednit fakt, že mapová kresba obsahuje kromě šraf podle upravené Lehmannovy stupnice i prvky polohopisu, popis a především více výškových kót uvedených u trigonometrických bodů.

#### 5.1.1 Identifikace prvků kostry terénu a horizontál v mapové kresbě

Pro zvolené modelové území byly v mapové kresbě v prostředí SW Kokeš do vektorové podoby převedeny linie kostry terénu (hřbetnice, spádnice a údolnice s rozlišením, zda je údolnice zároveň vodním tokem či nikoli), které byly pro usnadnění následného zpracování strukturovány do vrstev. Ukázka identifikace liniových prvků kostry terénu je na obr. 67

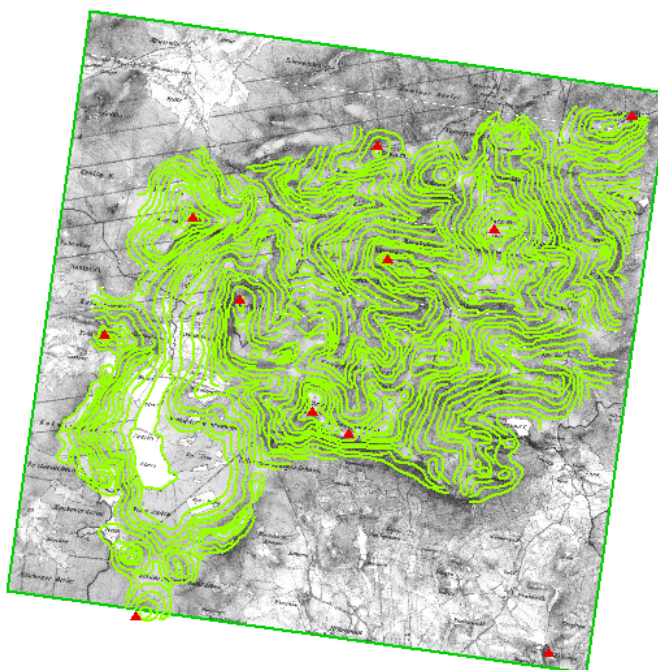
zakreslena červeně (spádnice a hřbetnice jsou zakresleny plnou čarou, údolnice čárkovanou čarou).



Obr. 67 Liniové prvky kostry terénu (červeně) a horizontály (zeleně) identifikované v mapové kresbě.

Dále byla do vektorové podoby převedena (opět v prostředí SW Kokeš) vybraná rozhraní vrstev šraf, která byla dle (Lehmann 1799: §52) považována za části horizontál, neboť při mapování jednotlivých terénních tvarů byly zakreslovány nejprve horizontály s poznámkami ve formě číselných hodnot spádu v dané lokalitě a do prostor mezi horizontálami byly v kanceláři následně doplňovány šrafy (postup je podrobně popsán v kapitole 2.1.2 *Měřické práce v terénu*).

Pro usnadnění identifikace částí horizontál z mapové kresby je vhodnější pracovat s mapovou kresbou převedenou z barevného vyjádření do odstínů šedi. Vybraná rozhraní vrstev šraf jsou pak pro lidské oko lépe viditelná. Identifikované horizontály popř. jejich části na zvoleném modelovém území včetně vyznačení trigonometrických bodů jsou na obr. 68.



Obr. 68 Horizontály identifikované v mapové kresbě s vyznačením trigonometrických bodů.

### 5.1.2 Fragmentace oblastí konstantního spádu z mapové kresby

Postup fragmentace oblastí konstantního spádu z mapové kresby lze stejně jako v kapitole 4.1.2 *Fragmentace oblastí konstantního spádu* rozdělit do šesti kroků.

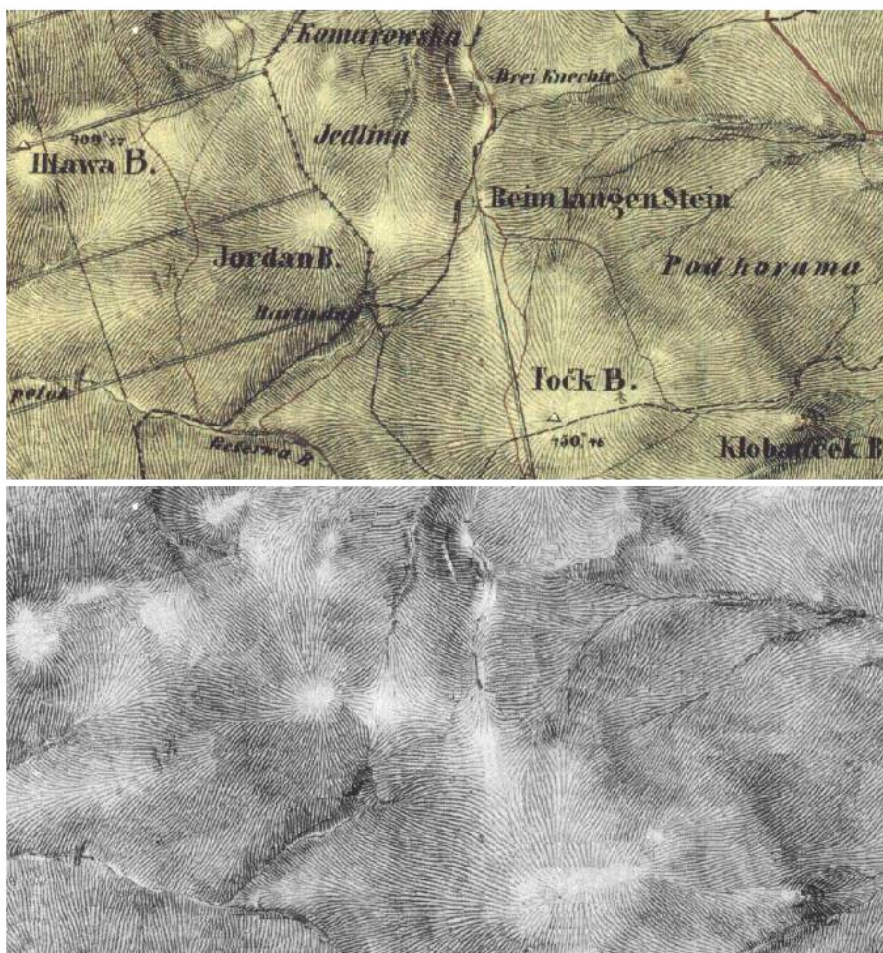
1. převedení mapové kresby z barevného vyjádření na stupně šedi,



2. úprava a barevná korekce mapové kresby,
3. rozostření mapové kresby,
4. stanovení mezních hodnot intervalů stupňů šedi,
5. fragmentace oblastí konstantního spádu,
6. volba barevné stupnice.

Postup bylo nutné upravit především v druhém kroku (vyznačen tučně). Při postupu fragmentace oblastí konstantního spádu je nutné uvažovat, že na mapových listech druhého vojenského mapování jsou kromě šraf podle upravené Lehmannovy stupnice zakresleny i prvky polohopisu a popis. Především popis, který je na mapách zakreslen černou barvou, by výrazně zkresloval rozložení oblastí konstantního spádu. Proto byly jak popis, tak polohopis, pro účely fragmentace oblastí konstantního spádu, z mapové kresby „odstraněny“.

Mapový list (barevný rastr) byl nejprve převeden na stupně šedi a následně byly prvky polohopisu i popis nahrazeny kresbou z blízkého okolí daného prvku. Výřez části mapového listu W\_II\_11 před a po „odstranění“ polohopisu a popisu z mapové kresby<sup>57</sup> je na obr. 69.

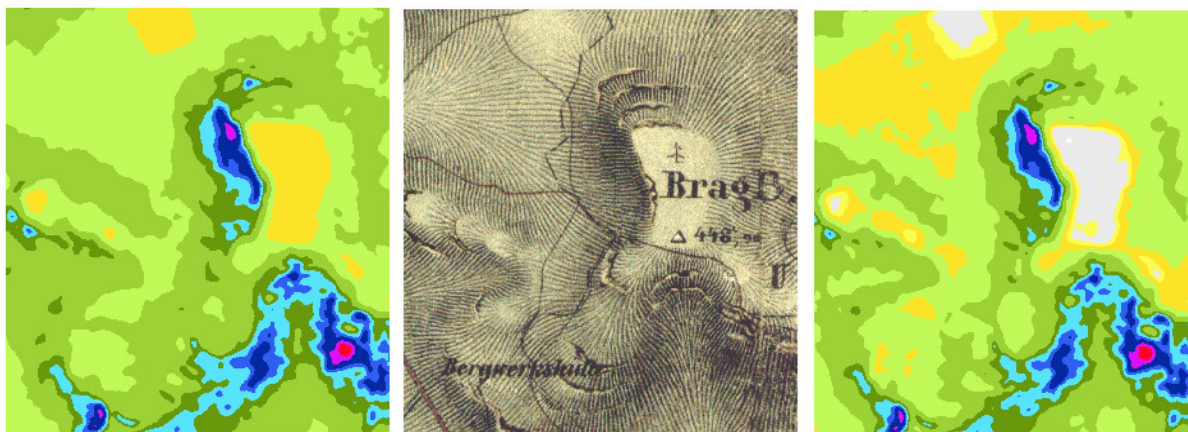


Obr. 69 Výřez části mapového listu W\_II\_11 před a po úpravě pro fragmentaci oblastí konstantního spádu.

<sup>57</sup> Další možností „odstranění“ polohopisu a popisu z mapové kresby by po převodu z barevného vyjádření na stupně šedi byla vektorizace jednotlivých prvků, jejich převod do rastrové podoby a přiřazení odpovídajících odstínů šedé barvy tak, aby barevně odpovídaly svému blízkému okolí. Tento postup je časově i ekonomicky jistě méně náročný než postupné nahrazování jednotlivých prvků polohopisu i popisu kresbou z jejich blízkého okolí. Nevýhodou však je větší vliv na rozložení oblastí s konstantním spádem.

Při fragmentaci oblastí konstantního spádu z mapových podkladů bylo dále nutné zohlednit i vlastní barvu podkladu, tj. barevné výplně ploch. V ideálním případě by bylo nutné, vygenerovat tolik modifikovaných typů oblastí konstantního spádu, kolik je na mapovém podkladě různých výplní ploch. Tento postup je však velmi neefektivní a neekonomický. Účelné je v mapové kresbě vytipovat lokality se stejnou či velmi podobnou barevnou výplní (např. zalesněná území, pastviny, louky atd.) a pouze pro tyto generovat oblasti konstantního spádu platné pro danou konkrétní lokalitu.

S využitím histogramů barev byla místo barvy podkladu nastavena jako budoucí bílá barva, barva konkrétní barevné výplně (lesa). Postup nastavení černé barvy zůstal beze změn. Ukázka rozdílu v rozložení oblastí s konstantním spádem před a po zohlednění barvy výplně je na obr. 70. V levé části obrázku jsou oblasti konstantního spádu vygenerované bez zohlednění barevné výplně ploch, v pravé části obrázku se zohledněním barevné výplně ploch. Je zřejmé, že zohlednit barevné výplně ploch je účelné, neboť jak je patrné z obrázku, správně by na vrcholu terénního tvaru, kde nejsou žádné šrafy, neměl být žádný spád. Pravá část obrázku tomuto odpovídá, avšak levá část obrázku nikoli. Nezhlednění barevných výplní ploch při generování oblastí s konstantním spádem by vedlo k degradaci výsledného rekonstruovaného digitálního modelu terénu. Ukázka rozdílu v rozložení oblastí s konstantním spádem před a po zohlednění barvy podkladu (les) je v příloze 19.



Obr. 70 Oblasti konstantního spádu před (vlevo) a po (vpravo) zohlednění barvy výplně ploch.

### 5.1.3 Určování výšek horizontál s vyrovnáním

Na vybraných liniových prvcích kostry terénu byly identifikovány body na rozhraní vrstev šraf, v nichž nastává změna spádu, tj. body na odpovídajících rozhraních oblastí konstantního spádu. Mezi takto určenými body byla postupně vypočtena převýšení  $\Delta h_i$  podle vzorce (25) uvedeného v kapitole 4.1.3 *Postup určování výšek částí horizontál*:

$$\Delta h_i = s_i \cdot \text{tg} \alpha_i, \quad (25)$$

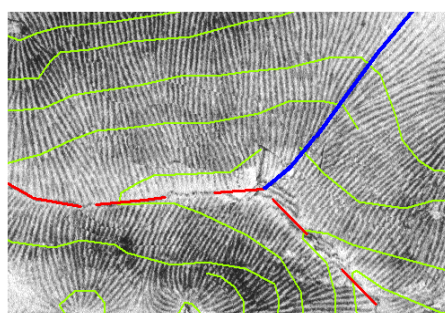
kde  $i = 1, \dots, n$ ;  $s_i$  je délka úseku v odpovídajícím měřítku vybraného liniového prvku kostry terénu mezi body, ve kterých nastala změna spádu;  $\alpha_i$  je hodnota spádu v dané oblasti.

Převýšení  $\Delta h_i$  byla určována prioritně na hřbetnicích a spádnících, v případě nutnosti i na vybraných údolnicích. Vhodné pro výpočet byly údolnice procházející širokým údolím (úžlabinou), neboť respektují směr šraf jakožto částí spádníc, naopak nevhodné pro výpočet byly údolnice procházející údolím s úzkým dnem (údolním zářezem), kterým zpravidla protékal vodní tok se skalnatými břehy. Ukázky obou typů údolnic jsou na obr. 71.

Vzhledem k vyblednutí či dalším možným barevným změnám mapové kresby a podkladového papíru mapového listu způsobených stářím map (Zvolený mapový list byl



vyhotoven v letech 1844 – 1845, tj. před více než 160 lety!), není vhodné určovat hodnoty spádu  $\alpha_i$  pouze podle oblastí konstantního spádu získaných postupem popsáním v předchozí kapitole, *5.1.2 Fragmentace oblastí konstantního spádu z mapové kresby*. **Je nutné sledovat a zohledňovat relativní vztahy sousedních oblastí konstantního spádu, které musí odpovídat relativním vztahům mezi sousedními vrstvami šraf, tj. změnám tloušťky šraf.** Dále je nutné sledovat a při určování hodnot spádu  $\alpha_i$  zohledňovat výskyt skal a suťových polí, které v přilehlém okolí ovlivňují rozložení oblastí konstantního spádu. **V žádném případě nelze určovat hodnotu spádu  $\alpha_i$  v místě, kde se vyskytují skály<sup>58</sup> a suťová pole, neboť tam je hodnota spádu dle oblastí konstantního spádu výrazně nadhodnocena!** Je vhodné též pamatovat na lokální změny v kresbě šraf způsobené odstraňováním popisu a prvků polohopisu, které také ovlivnily rozložení oblastí konstantního spádu (V porovnání s výše popsány faktory byly tyto změny však minimální). **Velmi důležité je též z mapové kresby důsledně sledovat klesání a stoupání terénu především ve vrcholových partiích horských hřbetů.**



Obr. 71 Údolnice vhodná pro výpočet převýšení (modrá plná), údolnice nevhodná pro výpočet převýšení (červená čárkovaná).

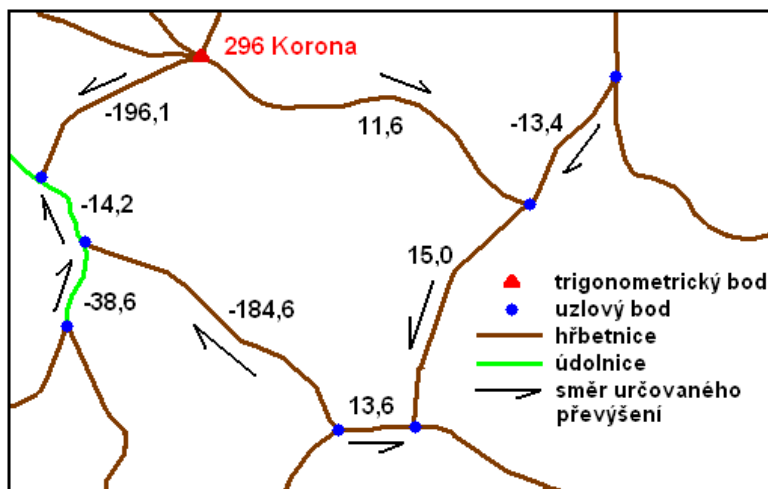
Vzhledem k dělení stupnice (Muster-Blätter... 1831 – 1840: listu 08) po 5° (stupních) je správné určení klesání či stoupání terénu a hodnoty spádu  $\alpha_i$  pro výpočet převýšení  $\Delta h_i$  velmi důležité, neboť jejich opakované nesprávné určení by negativně ovlivnilo výsledky rekonstruovaný digitální model terénu. Hodnoty převýšení na délku 100 m pro spád od 0° do 55° včetně diferencí dvou sousedních hodnot převýšení jsou uvedeny v tabulce 33.

Tab. 33 Propočtená převýšení na délku 100 m pro spád od 0° do 55°.

Spád [°]	Převýšení na 100 metrů délky [m]	Diference dvou sousedních hodnot převýšení [m]
0	0,0	---
5	8,7	8,7
10	17,6	8,9
15	26,8	9,2
20	36,4	9,6
25	46,6	10,2
30	57,7	11,1
35	70,0	12,3
40	83,9	13,9
45	100,0	16,1
50	119,2	19,2
55	142,8	23,6

<sup>58</sup> Skály jsou na mapových listech zakresleny černě. Tyto prvky nelze z mapové kresby odstranit jako např. prvky polohopisu nebo popis ještě před fragmentací oblastí konstantního spádu, neboť doplňují vyjádření výškopisu na mapě a poskytují důležité informace pro rekonstrukci digitálního modelu terénu.

Vytvořená a výše popsaná kostra terénních linií propojuje dané trigonometrické body a protíná se v tzv. uzlových bodech. **Výšky uzlových bodů byly určeny vyrovnáním sítě metodou zprostředkujících pozorování.** Ukázka části sítě je na obr. 72.



Obr. 72 Část sítě s určeným převýšením mezi uzlovými body.

Pro vyrovnání sítě bylo sestaveno celkem 133 zprostředkujících rovnic. Do sítě bylo zahrnuto 10 trigonometrických bodů s uvedenou výškovou kótou. Určováno bylo 81 neznámých (výšky uzlových bodů) a především opravy  $v_i$  jednotlivých převýšení, z nichž byla vypočtena **střední chyba vyrovnaného převýšení  $m_{0v}$** :

$$m_{0v} = \sqrt{\frac{v^T \times v}{r}} = 4,84 \text{ m}, \quad (26)$$

kde  $\vec{v} = A \cdot \vec{dh} + \vec{L}$  je vektor oprav převýšení,  $A$  matice směrů určovaných převýšení (odkud kam bylo převýšení určováno),  $\vec{dh} = -(A^T \times A)^{-1} \times A^T \times \vec{L}$  je vektor oprav přibližných výšek uzlových bodů,  $\vec{L}$  vektor rozdílů převýšení uzlových bodů popř. trigonometrických bodů určených z přibližných popř. daných hodnot výšek těchto bodů a převýšení získaných sumarizací,  $r$  je rozdíl počtu zprostředkujících rovnic (133) a počtu neznámých (81).

Výpočtem průměrné hodnoty oprav dle (27) bylo zjištěno, že **soubor oprav převýšení  $v_i$  není zatížen systematickou chybou**, neboť hodnota průměrné opravy je blízká nule.

$$\bar{v} = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n} = 0,15 \text{ m}, \quad (27)$$

kde  $v_i$  jsou opravy převýšení a  $n$  je počet oprav převýšení.

Ze souboru oprav převýšení  $v_i$  nebyla vyloučena žádná odlehlá pozorování, všechny hodnoty jsou menší než trojnásobek střední chyby vyrovnaného převýšení  $m_{0v}$ . Hodnoty oprav převýšení  $v_i$  se pohybují v intervalu od -8,11 m do 11,95 m.

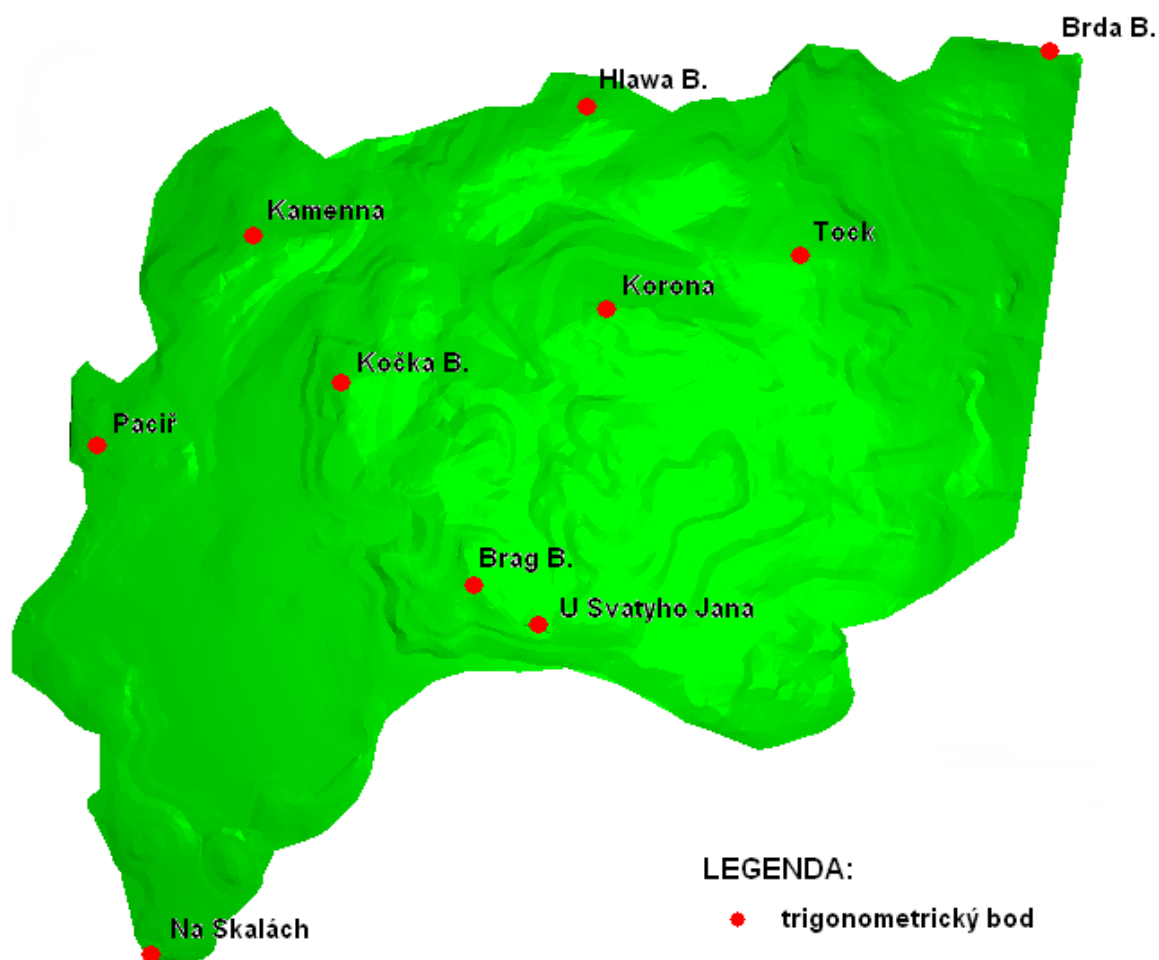
S využitím vypočtených oprav převýšení  $v_i$  uzlových a trigonometrických bodů byla úměrně velikostem dílčích převýšení v daném úseku následně určena i jednotlivá převýšení  $\Delta h_i$ . Tím byly získány hodnoty vyrovnaných převýšení  $\Delta h_{i-vyr}$ . Při známých výškách trigonometrických bodů a vyrovnaných převýšení  $\Delta h_{i-vyr}$  byly následně dopočteny výšky bodů liniových prvků kostry terénu rozhraní vrstev šraf, ve kterých nastává změna spádu. Mezi těmito body pak byla jednotlivým horizontálám popř. jejich částem, které v dané oblasti s konstantním spádem protínají liniové prvky kostry terénu, přiřazena výška v závislosti na hodnotě spádu.

Horizontály a části horizontál s takto určenou výškou a výškové kóty uvedené u trigonometrických bodů byly již dostatečným podkladem pro generování digitálního modelu terénu (DMT).

#### 5.1.4 Rekonstrukce digitálního modelu terénu druhého vojenského mapování

Pro rekonstrukci digitálního modelu terénu z druhého vojenského mapování byly využity horizontály a části horizontál s určenou výškou dle postupu uvedeného v předchozí kapitole (5.1.3 *Určování výšek horizontál vyrovnáním*). Rozdíly výšek sousedních horizontál (částí horizontál) nemají konstantní výškový interval a nabývaly hodnot od 2 do 50 m, zpravidla se výškový interval pohyboval mezi 20 až 30 m. Dále byly využity výškové kóty uvedené u trigonometrických bodů: *Brag B. (299)*, *Brda B. (293)*, *Hlawa B. (292)*, *Kamenna (295)*, *Kočka B. (297)*, *Korona (296)*, *Na Skalách (469)*, *Pacíř (298)*, *U Svatyho Jana (300)* a *Tock (294)*. Hodnoty výškových kót k výše uvedeným trigonometrickým bodům jsou v tabulce 35. Rozmístění trigonometrických bodů s výškovou kótou je patrné z obr. 73.

Digitální model terénu rekonstruovaný z druhého vojenského mapování byl vytvořen v prostředí programu InRoads Suite, který pracuje jako nadstavba SW MicroStation V8i. Nejprve byla vygenerována nepravidelná trojúhelníková síť (TIN), která byla po doplnění hran editována. Z editované trojúhelníkové sítě (13 716 trojúhelníků) byl následně vytvořen digitální model terénu (obr. 73).



Obr. 73 DMT rekonstruovaný z druhého vojenského mapování se zakreslenými trigonometrickými body.

## 5.2 Referenční digitální model – DMR ZABAGED

Pro účely vypracování disertační práce byla pro zvolené modelové území Zeměměřickým úřadem v Praze poskytnuta jako referenční data DMR ZABAGED (Digitálního modelu reliéfu Základní báze geografických dat) v podobě výškopisu reprezentovaného prostorovými 3D soubory vrstevnic se základním intervalem vrstevnic  $i = 5$  m (DMR ZABAGED – výškopis: mapové listy 12-34-23, 22-12-02, 22-12-03, 22-12-04, 22-12-07, 22-12-08 a 22-12-09) a  $i = 2$  m (DMR ZABAGED – zdokonalený výškopis: mapové listy 12-34-22, 12-34-24, 22-12-12 a 22-12-13) ve formátu \*.dgn. Ukázka je na obr. 74.



Obr. 74 Výřez výškopisu DMR ZABAGED (3D vrstevnice,  $i = 5$  m) poskytnutého Zeměměřickým úřadem v Praze.

ZABAGED (Základní báze geografických dat) je digitální topografický model území České republiky na úrovni přesnosti a podrobnosti Základní mapy České republiky 1:10 000 (ZM 10).

Základní mapa České republiky 1:10 000 byla vyhotovena v souřadnicovém systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (S-JTSK), s použitím Besselova elipsoidu, Křovákova konformního kuželového zobrazení v obecné poloze a výškového systému baltského po vyrovnání (Bpv). Výškopis byl vyjádřen výškovými kótami a vrstevnicemi v závislosti na typu terénu s intervalem 1 m, 2 m a 5 m. Mapa vznikla reambulancí a kartografickým přepracováním tiskových podkladů topografické mapy 1:10 000, popř. novým mapováním. Byla vydána v letech 1971 – 1988. Podrobnější informace jsou uvedeny v (Egrmajerová 2004) a (Šíma a Egrmajerová 2004).

Topografická mapa 1:10 000 byla vyhotovena v souřadnicovém systému S-52, s použitím Krasovského elipsoidu, Gaussova příčného konformního válcového zobrazení v 6° poledníkových pásech v Krügerově úpravě a výškového systému baltského před vyrovnáním (Šíma a Egrmajerová, 2004: 213 – 214). Výškopis byl dle (Topografická instrukce 1957: 9) vyjádřen:

- graficky pomocí vrstevnic se základním intervalem  $i = 2$  m (pro území se sklonem menším než  $1\% = 0,6^\circ$  pomocí doplňujících doplňkových vrstevnic o intervalu  $i = 1$  m),
- číselně – absolutními výškovými kótami a relativními výškovými kótami (hloubkami).

Mezní chyby určení výšky vrstevnic vzhledem k nejbližším bodům geodetických základů dle Instrukce pro mapování v měřítkách 1:10 000 a 1:5000 z roku 1957 jsou uvedené v tabulce 34. Výškopis byl vyhodnocován fotogrammetricky, v zalesněných územích byla značka vedena po vrcholcích stromů s přihlédnutím ke střední výšce porostu (v místech průhledu na zem byly určeny výškové kóty, z nichž byla zřesňována střední výška porostu). Topografická mapa 1:10 000 byla vyhotovena v letech 1957 – 1971. Podrobnější informace jsou uvedeny v (Egrmajerová 2004) a (Šíma a Egrmajerová 2004).



Tab. 34 Mezní chyby určení výšky vrstevnic (Topografická instrukce 1957: 10).

Základní interval vrstevnic $i = 2 \text{ m}$	Terén			
	o sklonu		přehledný	nepřehledný
	[%]	[°]	dopustná mez [m]	
	do 5	0 – 2,9	1,5	2,0
5 – 10	2,9 – 5,7	2,0	3,0	
10 – 20	5,7 – 11,3	2,5	4,0	
20 – 40	11,3 – 21,8	3,0	5,0	
40 – 60	21,8 – 31	4,0	6,0	
přes 60	přes 31	5,0	7,0	

Zdrojem výškopisu ZABAGED byl obraz vrstevnic ZM 10 (grafický podklad na PET foliích byl naskenován, lokalizován do S-JTSK, vektorizován a připojením výšky dané vrstevnice doplněn o třetí rozměr). V místech, kde se nacházely terénní stupně, skály, koryta vodních toků, zářezy a náspy, byly vrstevnice přerušeny.

V rámci prvního cyklu aktualizace ZABAGED (2000 – 2005) byl aktualizován především polohopis, výškopis zpravidla pouze v oblastech, kde došlo k rozsáhlým zemním pracím, např. stavby komunikací. Systematicky kontrolován a zkvalitněn byl výškopis v průběhu druhé aktualizace (2005 – 2008). Následně započala periodická aktualizace a doplňování ZABAGED v tříletých cyklech s využitím vždy nově zpracovaných leteckých měřických snímků do formy barevných ortofot, která jsou každoročně vytvářena pro jednu třetinu území České republiky (Monhart 2008: 10).

Po roce 2000 byla v rámci projektu Západočeské univerzity v Plzni ověřována přesnost digitálního modelu reliéfu ZABAGED porovnáním s vrstevnicovým modelem s vyšší přesností a podrobností (digitální model výškopisu technickohospodářského mapování (THM) v měřítkách 1:1000 a 1:2000). Výsledky byly publikovány v *Ověření přesnosti digitálního modelu reliéfu Základní báze geografických dat* (Šíma a Egrmajerová 2004). Pro ověření přesnosti bylo zvoleno celkem 7 zkušebních lokalit na území Karlovarského a Plzeňského kraje s různými kategoriemi sklonu terénního reliéfu v extravilánu i intravilánu. Na obou vyhotovených modelech bylo statisticky hodnoceno několik tisíc identických bodů. Dle (Šíma a Egrmajerová 2004: 229) bylo zjištěno, že přesnost digitálního modelu reliéfu ZABAGED odpovídá přesnosti prvotního zdroje, tj. výškopisu topografické mapy 1:10 000 a že pozdějšími převody a digitalizací nedošlo ke zhoršení jeho kvality<sup>59</sup>.

Výsledky hodnocení přesnosti výškopisu na základně bodové, profilové a plošné zkoušky v území, které pokrývá 12 mapových listů Státní mapy odvozené 1:5000 (SMO 5) včetně lesních komplexů byly publikovány v *Hodnocení kvality a přesnosti státní mapy 1:5000* (Vyčichlová a Čada 2001). Byl porovnáván DMR ZABAGED vzhledem k DMT generovanému z geodeticky měřených dat v terénu. Při bodové zkoušce byly porovnávány výšky bodů odečtené z DMR vytvořeného z vektorových vrstevnic ZABAGED s výškami kontrolních bodů zaměřenými trigonometricky v terénu (Vyčichlová a Čada 2001: 87). Při profilové zkoušce byly hodnoceny výškové rozdíly digitálního modelu terénu měřených bodů a digitálního modelu terénu digitalizovaných vrstevnic ZABAGED. Trasy profilů byly voleny mezi měřenými body pokud možno v maximálním spádu terénu v rozsahu, který charakterizuje významné terénní útvary v zájmovém území (Vyčichlová a Čada 2001: 88). Plošná zkouška byla provedena ve třech vybraných lokalitách. Byla definována prostorová odlehlost, vyjádřená jako podíl rozdílu objemů těchto dvou digitálních modelů vztažené na jednotku dané plochy testované oblasti (Vyčichlová a Čada 2001: 89). Výše popsány

<sup>59</sup> Výsledky výše uvedené analýzy se nevztahují na lesní komplexy o velikosti větší než 0,25 ha, neboť v těchto lokalitách byl výškopis THM (stejně jako v případě ZM 10 a následně i ZABAGED) přejímán z topografické mapy 1:10 000.

zkouškami byly v zalesněných oblastech vytipovány a zjištěny i hrubé chyby (např. otočení terénního tvaru o 90°). Podrobnější informace jsou uvedeny v (Vyčichlová a Čada 2001).

Dle (Šíma 2009: 218) je DMR ZABAGED – výškopis (1994 – 2004) charakterizován střední chybou výšky 0,7 – 1,5 m v odkrytém terénu, 1 – 2 m v intravilánech a 2 – 5 m v souvisle zalesněných územích; DMR ZABAGED – zdokonalený výškopis (od roku 2005) stejnými parametry, ale větší podrobností znázornění singulárních útvarů terénní plochy. Podrobněji jsou dostupné modely výškopisu pro ČR včetně jejich charakteristik přesnosti popsány v (Brázdil 2009).

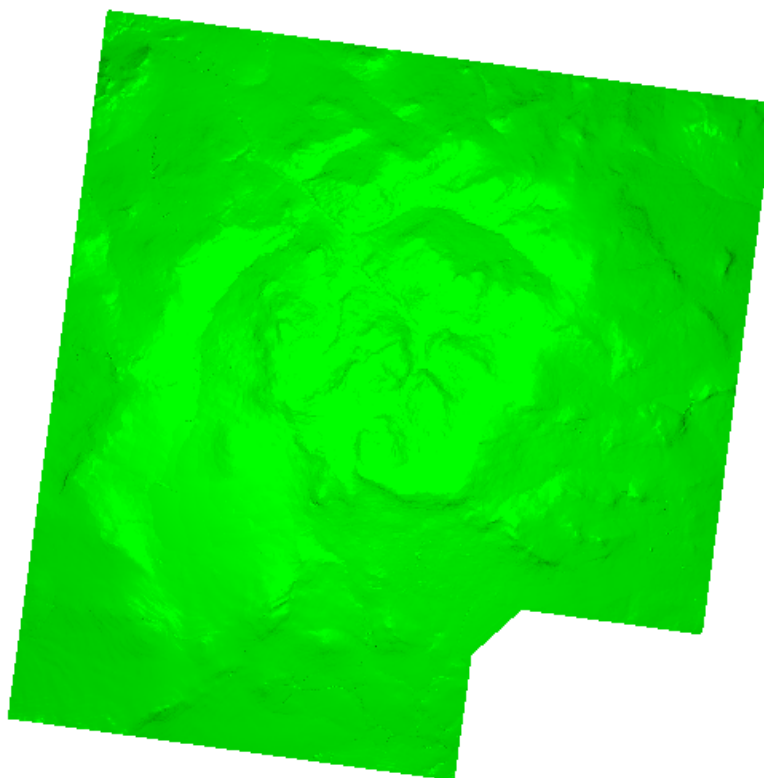
Ve zvoleném modelovém území pro rekonstrukci DMT z druhého vojenského mapování s DMR ZABAGED (v prostoru mapového listu W\_II\_11) bylo identifikováno celkem 10 trigonometrických bodů, jeden trigonometrický bod byl identifikován při horním okraji mapového listu W\_II\_12. Výšky všech trigonometrických bodů uvedené na mapových listech druhého vojenského mapování a jim odpovídajících identických bodů uvedených v databázi DATAZ a v ZABAGED jsou uvedeny v tabulce 35.

**Tab. 35 Výšky trigonometrických bodů druhého vojenského mapování ve zvoleném modelovém území a jim odpovídajících identických bodů uvedených v DATAZ a ZABAGED.**

Trigonometrický bod <sup>1</sup>		Výška <sup>2</sup> bodu uvedená		
číslo	název	na ML	v DATAZ [m]	v ZABAGED <sup>3</sup> [m]
299	Brag B.	850,93	862,34	860,00
293	Brda B.	765,86	773,00	772,00
292	Hlawa B.	775,77	788,41	788,00
295	Kamenna	731,23	735,46	735,00
297	Kočka B.	784,02	789,13	785,00
296	Korona	825,61	831,55	830,00
469	Na Skalách	739,95	nenalezen	745,00
298	Paciř	719,20	nenalezen	721,00
300	U Svatyho Jana	828,53	nenalezen	831,00
294	Tock B.	853,89	862,40	862,40
301	Žitez	546,56	551,75	550,00

<sup>1</sup> Trigonometrický bod číslo 469 (Na Skalách) se nachází na ML W\_II\_12, zbývající trigonometrické body na ML W\_II\_11.  
<sup>2</sup> Výšky bodů jsou uvedené v systému Bpv.  
<sup>3</sup> Všechny výšky TB (kromě bodu Tock) byly odvozeny z vrstevnic DMR ZABAGED.

Z dat poskytnutých Zeměměřickým úřadem v Praze byla v prostředí programu InRoads Suite, který pracuje jako nadstavba SW MicroStation V8i, vygenerována nepravidelná trojúhelníková síť (TIN), která byla po editaci tvořena 485 027 trojúhelníky. Z nepravidelné trojúhelníkové sítě byl následně vytvořen referenční digitální model DMR ZABAGED. Ukázka je na obr. 75.



Obr. 75 Referenční digitální model terénu – DMR ZABAGED.

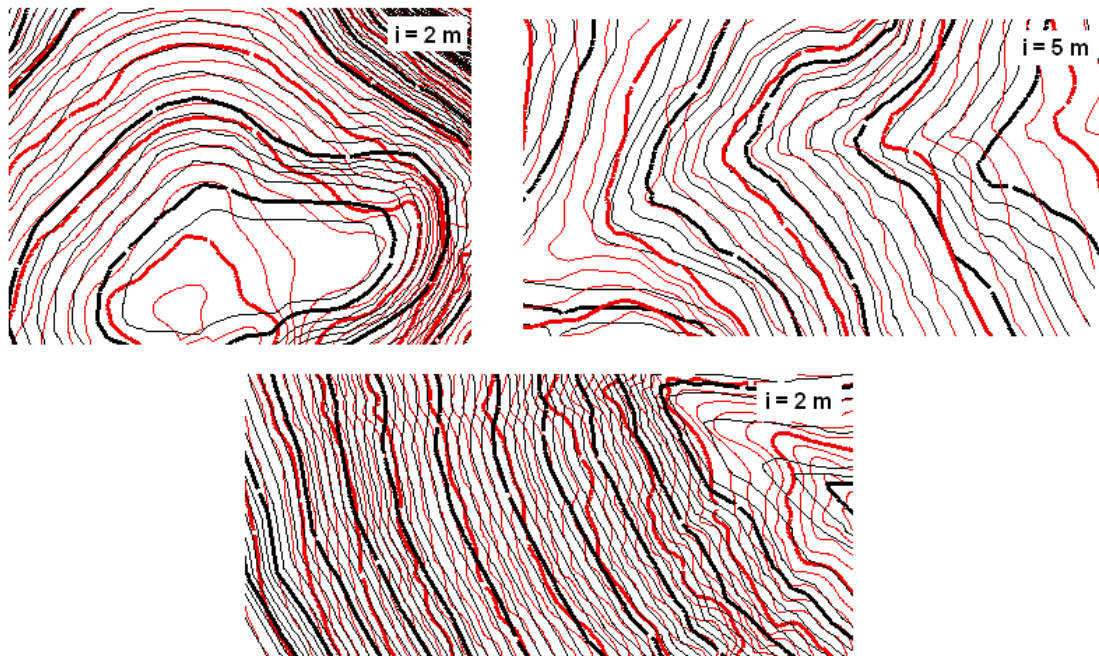
### 5.3 Porovnání digitálního modelu terénu rekonstruovaného z druhého vojenského mapování vzhledem k DMR – ZABAGED

Porovnáním DMR ZABAGED a DMT rekonstruovaného z druhého vojenského mapování bylo zjištěno, že v základních tvarech se oba modely shodují. Odlišnosti lze pozorovat ve vyjádření detailů, což je způsobeno měřítkem vstupních zpracovávaných dat (ZABAGED 1:10 000, druhé vojenské mapování 1:28 800) a zvoleným způsobem vyjádření výškopisu (ZABAGED – vrstevnice, druhé vojenské mapování – šrafování podle upravené Lehmannovy stupnice). Především skalní útvary ve vrcholových částech vyvýšenin a terénní stupně na úbočích jsou na druhém vojenském mapování vyjádřeny šrafováním podle upravené Lehmannovy stupnice pouze schematicky častěji však mapovou značkou. Ukázky jsou na obr. 76.



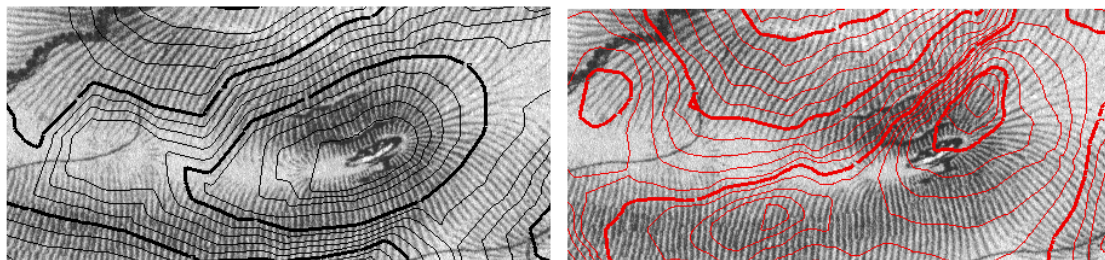
Obr. 76 Skály a terénní stupně na vrcholových částech vyvýšenin a úbočích.

Na úbočích, v údolích i na většině vyvýšenin se DMT rekonstruovaný z druhého vojenského mapování tvarově shoduje s DMR ZABAGED. Ukázky jsou na obr. 77. Vrstevnice DMR ZABAGED jsou vyznačeny červeně, vrstevnice DMT rekonstruovaného z druhého vojenského mapování černě. Vlevo nahoře je kázka vyvýšeného terénního tvaru (základní interval vrstevnic  $i = 2$  m), vpravo nahoře pak ukázka údolí ( $i = 5$  m) a v dolní části obrázku část úbočí ( $i = 2$  m).

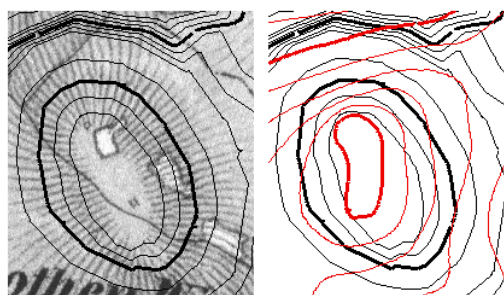


Obr. 77 Vyvýšený terénní tvar (vlevo nahoře), úbočí (dole), údolí (vpravo nahoře).

Výraznější lokální tvarové odlišnosti se vyskytují zejména ve vrcholových částech vyvýšenin. Ukázka odlišného průběhu vrcholového hřbetu, polohy i počtu vyvýšenin ve vrcholové části vyvýšeniny je na obr. 78. V levé části obrázku jsou vyznačeny vrstevnice DMT rekonstruovaného z druhého vojenského mapování, v pravé části pak vrstevnice DMR ZABAGED se základním intervalem  $i = 5$  m.



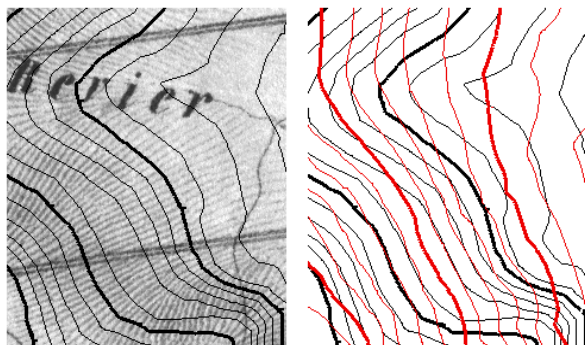
Obr. 78 Tvarové a polohové odlišnosti ve vrcholové části vyvýšeniny.



Obr. 79 Tvarové odlišnosti ve vrcholové části vyvýšeniny. Vrstevnice DMR ZABAGED jsou vyznačeny červeně, vrstevnice DMT z druhého vojenského mapování černě,  $i = 5$  m.

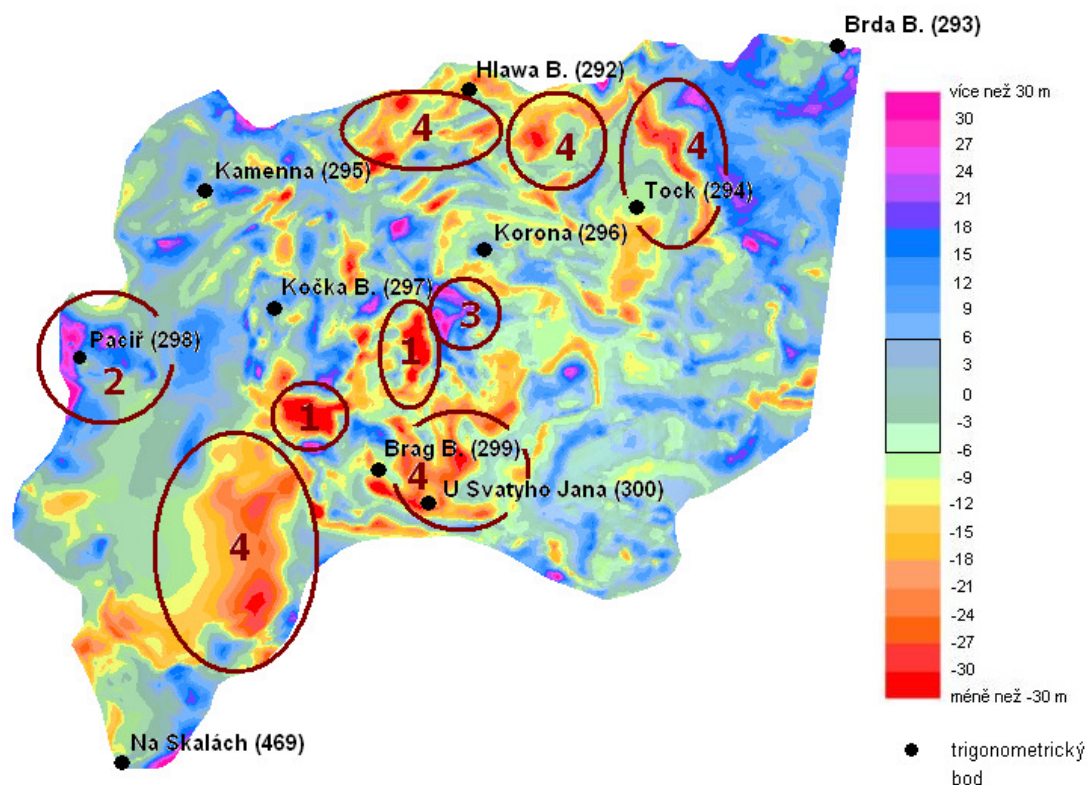


Další ukázka tvarové odlišnosti na vrcholové části vyvýšeniny je na obr. 79, kde je vyvýšený terénní tvar na DMT rekonstruovaném z druhého vojenského mapování oproti vyjádření na DMR ZABAGED mírně pootočen. Na obr. 80 je ukázka lokální tvarové odlišnosti na úbočí.



Obr. 80 Tvarové odlišnosti na úbočí. Vrstevnice DMR ZABAGED jsou vyznačeny červeně, vrstevnice DMT z druhého vojenského mapování černě,  $i = 5\text{m}$ .

Odečtením DMT rekonstruovaného z druhého vojenského mapování od DMR ZABAGED byl v prostředí programu InRoads Suite, který pracuje jako nadstavba SW MicroStation V8i, vygenerován rozdílový digitální model (TIN – 507 183 trojúhelníků), na kterém byly pomocí barevné stupnice s krokem po třech metrech vyznačeny výškové rozdíly (viz příloha 20 či obr. 81).

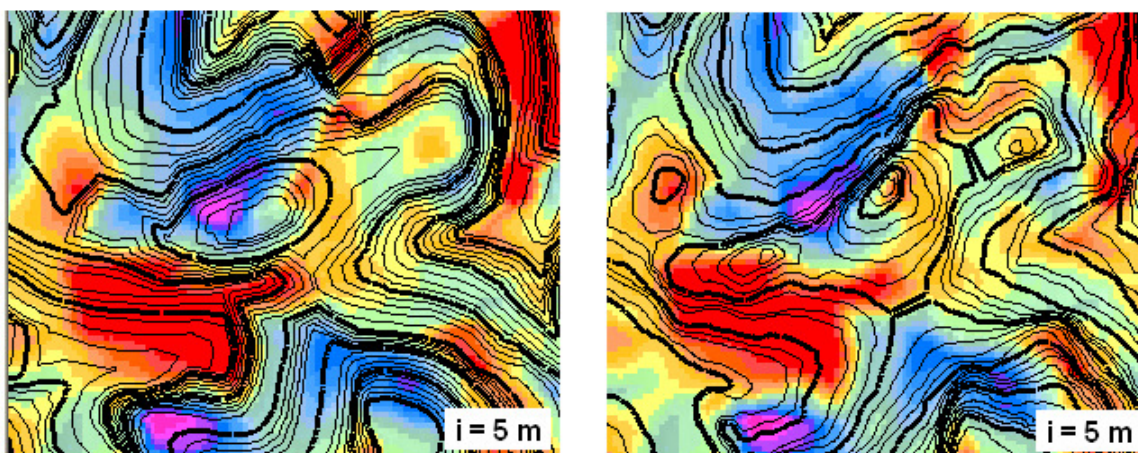


Obr. 81 Rozdílový digitální model – extrémy.

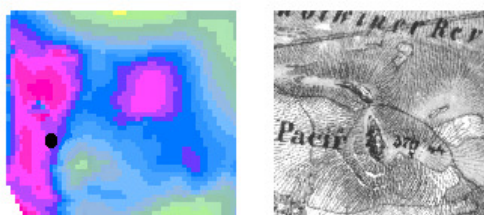
Na obr. 81 jsou vyznačeny též trigonometrické body (včetně jejich názvů a čísel), které byly použity pro rekonstrukci DMT z druhého vojenského mapování. Na stupnici je pak černým rámečkem vyznačena přesnost DMR ZABAGED pro zalesněná území uvedená v (Šíma 2009: 218). Výrazné lokální extrémy jsou ohraničeny hnědou křivkou a očíslovány.

- Číslu (1) odpovídají lokální extrémy, které byly způsobeny polohovou chybou a především rozdíly v terénních tvarech. Detailní vzorová ukázka je na obr. 82.

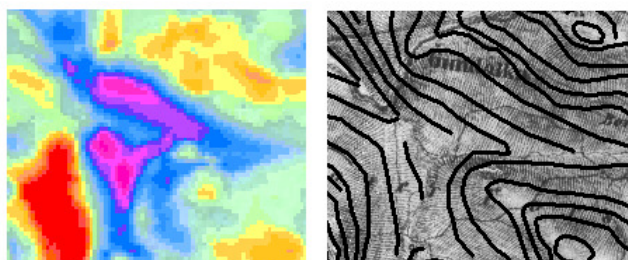
- Číslu (2) odpovídá lokální extrém na vrcholové části vyvýšeniny, který byl způsoben výskytem skal. V daném místě se trigonometrický bod s výškovou kótou nachází přímo na skále, která v mapě není zakreslena šrafami, ale mapovou značkou. Při výpočtu převýšení v blízkém okolí nebylo možné z mapové kreby s dostatečnou přesností určit hodnotu spádu. Detailní ukázka je na obr. 83.
- Číslu (3) odpovídá lokální extrém, který se vyskytuje v údolích. V daném místě bylo velmi obtížné identifikovat rozhraní vrstev šraf (průběh horizontál) a s dostatečnou přesností určit spád linií kostry terénu, neboť se zde nachází údolnice nevhodné pro určování spádu. Vzhledem ke konfiguraci terénu v dané oblasti však bylo nutné tyto údolnice do výpočtů taktéž zahrnout. Detailní ukázka je na obr. 84.
- Číslu (4) odpovídají lokální extrém, jejichž příčinou je nesprávná hodnota spádu v dané lokalitě, neboť tvar extrémních oblastí kopíruje průběh zakreslovaných vrstev šraf, tj. horizontál. V daných místech byly do map pravděpodobně zakresleny šrafy udávající jiný spád, nebo byla při zpracování dat odečtena nesprávná hodnota spádu. Při opakované kontrole odečtených hodnot spádů však nebyly nalezeny hrubé chyby. Je zřejmé, že výše popsané příčiny vzniku lokálních extrémů se mohou při zpracování různých typů terénu kombinovat. Dále lze na okrajích rozdílového digitálního modelu pozorovat lokální extrém, jejichž příčinou je právě jejich okrajová poloha.



Obr. 82 Lokální extrém – 1 (vlevo: vrstevnice DMT rekonstruovaného z druhého vojenského mapování, vpravo: vrstevnice DMR ZABAGED.)



Obr. 83 Lokální extrém – 2.



Obr. 84 Lokální extrém – 3. Horizontály druhého vojenského mapování jsou vyznačeny černě.

Dále byla určena plocha rozdílového digitálního modelu a objemy kladných a záporných převýšení jednotlivých modelů. Zjištěné hodnoty jsou uvedené v tabulce 36. Pro rozdílový digitální model byla určena střední odlehlost (průměrná chyba) jako podíl rozdílu objemů kladných a záporných převýšení a celkové plochy zvoleného modelového území. **Střední odlehlost nabyla hodnoty 8,83 m.**

**Tab. 36 Parametry rozdílového digitálního modelu.**

Plocha modelového území [m <sup>2</sup> ]	124096969
Objem záporných převýšení [m <sup>3</sup> ]	415760766
Objem kladných převýšení [m <sup>3</sup> ]	679970397
Rozdíl DMT [m <sup>3</sup> ]	248685661
Odlehlost [m]	8,83

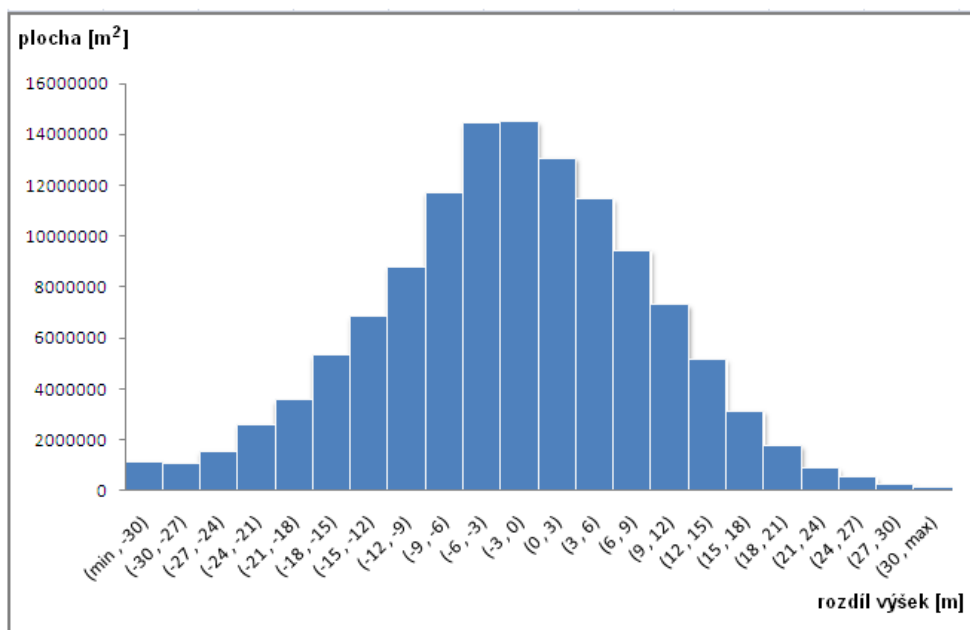
Z rozdílového digitálního modelu byla zjištěna celková plocha, pro kterou náleží hodnota výškové difference do jednoho odpovídajícího intervalu. Zjištěné hodnoty byly určeny pro všechny intervaly stupnice z obr. 81 a dále byly propočteny podíly odpovídajících ploch k ploše celkové. Výsledné hodnoty jsou uvedené v tabulce 37. Tučně jsou vyznačené hodnoty, které jsou srovnatelné svou přeností s DMR ZABAGED v zalesněných územích dle (Šíma 2009: 218).

**Tab. 37 Podíly ploch odpovídajících intervalům diferencí výšek vzhledem k celkové ploše rozdílového digitálního modelu.**

Mezní hodnoty intervalů diferencí výšek [m]		Plocha [km <sup>2</sup> ]	Podíl k celkové ploše [%]
min	-30	1,136	0,9
-30	-27	1,034	0,8
-27	-24	1,541	1,2
-24	-21	2,592	2,1
-21	-18	3,547	2,8
-18	-15	5,318	4,3
-15	-12	6,832	5,5
-12	-9	8,767	7,0
-9	-6	11,712	9,4
<b>-6</b>	<b>-3</b>	<b>14,426</b>	<b>11,6</b>
<b>-3</b>	<b>0</b>	<b>14,490</b>	<b>11,6</b>
<b>0</b>	<b>3</b>	<b>13,073</b>	<b>10,5</b>
<b>3</b>	<b>6</b>	<b>11,464</b>	<b>9,2</b>
6	9	9,449	7,6
9	12	7,309	5,9
12	15	5,167	4,1
15	18	3,131	2,5
18	21	1,772	1,4
21	24	0,892	0,7
24	27	0,533	0,4
27	30	0,252	0,2
30	max	0,153	0,1
<b>celkem</b>		<b>124,589</b>	<b>100</b>

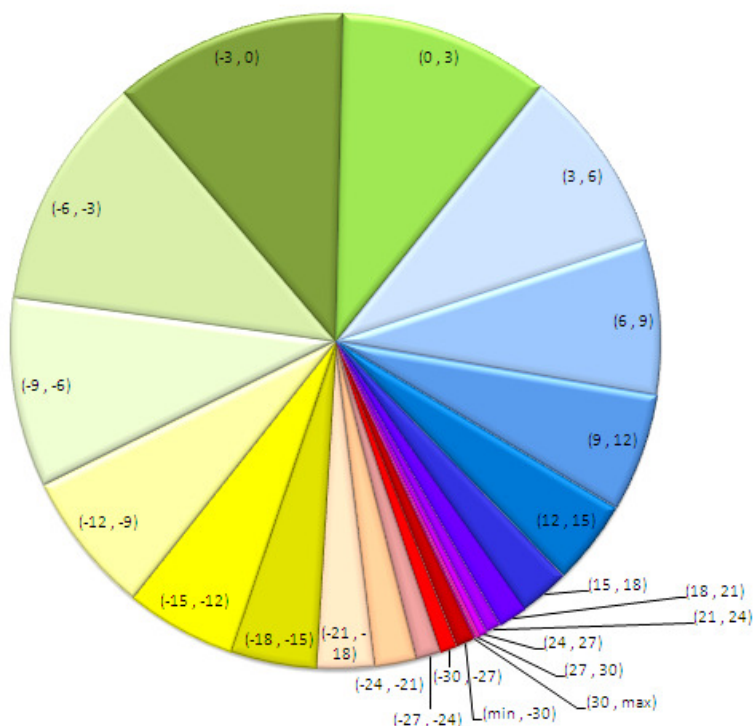


Z odpovídajících ploch k jednotlivým intervalům byl sestaven graf (obr. 85). Maximálními hodnotám ploch odpovídají intervaly (-6; -3) a (-3; 0), soubor je tedy zatížen systematickou chybou. **Z obrázku je patrné, že soubor veličin jako celek odpovídá normálnímu rozdělení.**



Obr. 85 Graf ploch rozdílového digitálního modelu pro odpovídající interval rozdílů výšek.

Dále byl ze stejných vstupních hodnot sestaven výšečový graf (obr. 86). S rostoucí vzdáleností hranic intervalů od nuly velikost plochy odpovídajícího intervalu rychle klesá. **Z grafu je patrné, že téměř polovina testovaného prostoru digitálního modelu je stejně přesná jako DMR ZABAGED v zalesněných územích dle (Šíma 2009: 218).**



Obr. 86 Výšečový graf ploch rozdílového digitálního modelu pro odpovídající interval rozdílů výšek.

## 5.4 Shrnutí poznatků a dosažených výsledků

Navržená metodika rekonstrukce digitálního modelu terénu druhého vojenského mapování byla nejprve testována na dobových vzorových modelech (Muster-Blätter... 1831 – 1840), které byly bez zákresu prvků polohopisu a popisu. Dosažené výsledky uvedené v kapitole 4.2 *Digitální model terénu rekonstruovaný ze šraf a jeho hodnocení* ověřily výbornou shodu a vhodnost postupu navržené metodiky. V další fázi proto bylo vybráno modelové území mapového listu W\_II\_11. Při aplikaci metodiky rekonstrukce digitálního modelu terénu popsané v kapitole 4. *Návrh metodiky pro rekonstrukci digitálního modelu terénu druhého vojenského mapování (Františkova)* na mapovou kresbu bylo nutné zohlednit fakt, že mapová kresba obsahuje kromě šraf i prvky polohopisu, popis a především více trigonometrických bodů s uvedenou výškovou kótou.

Prvním krokem při rekonstrukci DMT byla identifikace linií kostry terénu a horizontál, popř. částí horizontál, jejíž identifikace byla ve svažitém terénu obtížnější a ve vybraných částech, kde se nachází velmi členité terénní tvary malého rozsahu, jejichž zákres se podobá spíše schematické kresbě či mapové značce, nebylo možné horizontály identifikovat vůbec.

Následovala fragmentace oblastí konstantního spádu, jejíž postup byl rozdělen do šesti dílčích kroků (1. převod mapové kresby z barevného vyjádření na stupně šedi, 2. úprava a barevná korekce mapové kresby, 3. rozostření, 4. stanovení mezních hodnot intervalů stupňů šedi podle (Muster-Blätter... 1831 – 1840: list 08), 5. fragmentace oblastí konstantního a 6. volba barevné stupnice).

Po úpravě mapové kresby (převedení z barevného vyjádření na stupně šedi, „odstranění“ prvků polohopisu a popisu z mapové kresby nahrazením kresbou z blízkého okolí) byla provedena fragmentace oblastí konstantního spádu. Při fragmentaci oblastí konstantního spádu z mapových podkladů bylo dále nutné zohlednit i vlastní barvu podkladu, tj. barevné výplně ploch. **Vzhledem k vyblednutí či dalším možným barevným změnám mapové kresby a podkladového papíru mapového listu způsobených stářím map bylo nutné při určování hodnot spádu pro další výpočty sledovat a zohledňovat relativní vztahy mezi sousedními vrstvami šraf**, tj. změny tloušťky šraf. Dále bylo nutné **sledovat výskyt skal a suťových polí**, které v přilehlém okolí ovlivňují rozložení oblastí konstantního spádu, vhodné bylo též **pamatovat na lokální změny v kresbě šraf způsobené odstraňováním popisu a prvků polohopisu**. Velmi důležité bylo z mapové kresby **důsledně sledovat klesání a stoupání terénu** především ve vrcholových částech horských hřbetů.

V dalším kroku byla vypočtena dílčí převýšení mezi body na liniích prvcích kostry terénu na rozhraních vrstev šraf, tj. na bodech, kde nastala změna spádu. Sumarizováním dílčích převýšení byla získána převýšení mezi uzlovými body sítě, která vznikla z propojených linií kostry terénu. Celá síť byla následně vyrovnána tak, aby při výpočtech výšek uzlových bodů z vyrovnaných převýšení nezáleželo na výpočetní cestě. Pro vyrovnání sítě bylo sestaveno celkem 133 zprostředkujících rovnic. Do sítě bylo zahrnuto 10 trigonometrických bodů s uvedenou výškovou kótou. Určováno bylo 81 neznámých (výšky uzlových bodů) a především opravy  $v_i$  jednotlivých převýšení, z nichž byla vypočtena **střední chyba vyrovnaného převýšení  $m_{ov} = 4,84$  m. Hodnota střední chyby odpovídá charakteristikám přesnosti výškových kót uvedených u trigonometrických bodů na mapových listech pro Čechy, Moravu a Slezsko**, které byly zjištěny v kapitole 3. *Analýza přesnosti výškových kót na mapových listech druhého vojenského mapování pro Čechy, Moravu a Slezsko (Čechy – střední rozdíl výšek  $m_h = 5,59$  m, Morava a Slezsko – střední rozdíl výšek  $m_h = 4,18$  m)!*

Jednotlivá dílčí sumarizovaná převýšení mezi vrstvami šraf, tj. na rozhraních oblastí konstantního spádu, byla následně vyrovnána úměrně velikostem převýšení. Z takto vypočtených a vyrovnaných hodnot byla horizontálám popř. částem horizontál, které v dané oblasti s konstantním spádem protínají liniové prvky kostry terénu, přiřazena výška v závislosti na hodnotě spádu.

Z výškových kót u trigonometrických bodů a z horizontál popř. částí horizontál s určenou výškou byl vygenerován DMT rekonstruovaný z druhého vojenského mapování, který byl následně porovnán a statisticky hodnocen vzhledem k referenčnímu DMR ZABAGED.

Porovnáním obou modelů bylo zjištěno, že v základních tvarech se oba modely shodují. Odlišnosti lze pozorovat ve vyjádření detailů, což je způsobeno měřítkem vstupních zpracovávaných dat a zvoleným způsobem vyjádření výškopisu. Na úbočích, v údolích i na většině vyvýšenin se DMT rekonstruovaný z druhého vojenského mapování s DMR ZABAGED tvarově shoduje. Výraznější lokální tvarové odlišnosti se vyskytují zejména ve vrcholových partiích vyvýšenin. Na úbočích se lokální tvarové odlišnosti vyskytují ojediněle.

Odečtením DMT rekonstruovaného z druhého vojenského mapování od DMR ZABAGED byl vygenerován rozdílový digitální model. Na rozdílovém digitálním modelu byly identifikovány 4 typy výrazných lokálních extrémů: (1 – lokální extrémy způsobené polohovou chybou a především rozdíly v terénních tvarech; 2 – lokální extrémy na vrcholové části vyvýšeniny způsobené výskytem skal; 3 – lokální extrémy v údolích – místa s nevhodnou konfigurací terénu, tj. v daném místě bylo velmi obtížné identifikovat rozhraní vrstev šraf (průběh horizontál) i s dostatečnou přesností určit spád linií kostry terénu, neboť se zde nachází údolnice nevhodné pro určování spádu; 4 – lokální extrémy, jejichž příčinou je nesprávná hodnota spádu v dané lokalitě buď zakreslená v podobě šraf, nebo odečtená při rekonstrukci DMT. Je zřejmé, že výše popsané příčiny vzniku lokálních extrémů se mohou při zpracování různých typů terénu kombinovat. Dále lze na okrajích rozdílového digitálního modelu pozorovat lokální extrémy, jejichž příčinou je právě jejich okrajová poloha.

Z rozdílového digitálního modelu byly určeny celkové výměry ploch, na nichž se vyskytují výškové diference odpovídající jednotlivým intervalům stupnice od -30 m do +30 m s krokem 3 m. **Statistickou analýzou bylo zjištěno, že rozložení výškových diferencí na rozdílovém digitálním modelu odpovídá normálnímu rozdělení.**

## Závěr

Druhé vojenské mapování probíhalo na území rakouské monarchie v letech 1806 – 1969. Zdárný průběh mapování celé monarchie byl velmi důležitý nejen pro správu, ale i pro ekonomický rozvoj země. Mapování vznikalo v době nástupu a rozmachu průmyslové, dopravní a zemědělské revoluce, v době budování občanské společnosti, rozmachu kapitalismu a vlny urbanizace. Všechny tyto vlivy a ještě mnohé další s nimi související se zapsaly do tehdejší krajiny a jsou zobrazeny na mapách druhého vojenského mapování.

V mnohých ohledech lze toto mapování považovat za dílo moderní a unikátní (nejen zvolenou technologií, ale i obsahem). V porovnání s prvním vojenským mapováním je druhé vojenské mapování přesnější jak z hlediska geometrické přesnosti prvků obsahu mapy, tak polohové přesnosti, protože bylo celé uskutečněno na plošných geodetických základech.

**Modifikovaná technologie druhého vojenského mapování značně urychlila a zefektivnila postup mapovacích prací. Především na územích, kde měli topografové k dispozici zmenšený, generalizovaný polohopis map stabilního katastru, byly vyhotoveny velmi přesné topografické mapy.** Přebírání výsledků a současný průběh velkoměřítkového a topografického mapování se na dlouhou dobu staly unikátem.

Již roku 1811 byla prakticky na celém území Čech, Moravy a Slezska vybudována vojenská triangulace, která však nebyla využita při mapování celého území. Část území České republiky (část Vitorazska, Valticko a Dyjsko-moravský trojúhelník) byla zmapována dle původní technologie již v letech 1809 – 1819 spolu s Dolním a Horním Rakouskem. Čechy byly zmapovány dle modifikované technologie, tj. s využitím triangulace stabilního katastru a výsledků mapování stabilního katastru, v letech 1842 – 1852 (267 rukopisných kolorovaných sekcí – Militär-Aufnahmssektionen von Böhmen), Morava a Slezsko v letech 1836 – 1840 (146 sekcí). **Celé území bylo zmapováno během velmi krátkého časového období, 16 let! Tím druhé vojenské mapování poskytuje kompaktní obraz našeho území těsně před vrcholem průmyslové a zemědělské revoluce.**

Originály mapových sekcí 1:28 800 jsou spolu s originály odvozených mapových děl, souvisejícími návody, předpisy, triangulačním a výpočetním operátem uloženy Rakouském státním archivu ve Vídni (Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien).

Objekty na mapách druhého vojenského mapování jsou zakresleny podle značkového klíče *Muster-Blätter für die Darstellung des Terrains in militärischen Aufnahms-Plänen*. (Muster-Blätter...1831 – 1840), kde jsou uvedeny ukázky zákresu jednotlivých prvků polohopisu, popisu i výškopisu včetně doplňujících informací.

Zobrazením terénu do map a plánů se již na konci 18. století zabýval Johann Georg Lehmann. Definoval a popsal teorii, kterou též prakticky ověřil a následně publikoval v dílech: *Darstellung einer neuen Theorie der Bezeichnung der schiefen Flächen im Grundriß oder der Situationszeichnung der Berge*, (Lehmann 1799) a *Anweisung zum richtigen Erkennen und genauen Abbilden der Erd-Oberfläche in topographischen Karten und Situations-Planen*, (Lehmann 1812). **Pro vyjádření terénu v půdorysu zvolil černé čárky (šrafy) zakreslené na bílém podkladě.** Množství černé barvy (tj. šířka šraf) na ploše pak bylo přímo úměrné velikosti spádu, poloha šraf odpovídala směru spádu, který byl analogický se směrem vody stékající po povrchu vyvýšeného terénního tvaru. Pro usnadnění práce topografa i pro odečítání spádu z mapy sestavil Lehmann tabulky s poměry černé a bílé barvy, které odpovídaly dané hodnotě spádu v intervalu 0° – 45°. V díle vydaném roku 1799 Lehmann navrhl a popsal tzv. **jednovrstvé a dvouvrstvé šrafovaní**, avšak v díle vydaném roku 1812 je uvedeno a popsáno již jen jednovrstvé šrafovaní. Je pravděpodobné, že Lehmann upřednostnil jednovrstvé šrafovaní na základě zkušeností získaných praktickým ověřením navržené teorie při mapování části území Saských Krušných hor (*Sächsische Erzgebirge*).

**Vyvýšené terénní tvary byly zaměřovány od nejnižšího místa směrem k vrcholu.** Postupně byly vytyčovány a do mapy zakreslovány horizontály od úpatí směrem k vrcholu v intervalech stanovených topografem v závislosti na měřítku mapy či plánu,

aktuální situaci v terénu a členitosti zakreslovaného terénního tvaru. Zakreslování terénních tvarů do map a plánů šrafováním předcházela důkladná praktická i teoretická příprava topografa.

**Na mapách druhého vojenského mapování je výškopis vyjádřen šrafováním a výškovými kótami.** V literatuře dostupné v ČR je uváděno tvrzení, že pro vyjádření výškopisu na mapách druhého vojenského mapování byly použity Lehmannovy šrafy. Avšak na základě informací uvedených v (Lehmann 1799) i (Lehmann 1812) je nutné toto tvrzení upřesnit. Korektnější formulace by zněla: **Na mapových listech druhého vojenského mapování je výškopis vyjádřen pomocí šraf podle upravené (rozšířené) Lehmannovy stupnice a doplněn výškovými kótami,** neboť rozsah stupnice pro určování spádu pro Lehmannovy šrafy je od  $0^\circ$  do  $45^\circ$  a ve značkovém klíči pro druhé vojenské mapování v (Muster-Blätter...1831 – 1840) je uvedena stupnice s jiným rozsahem, od  $0^\circ$  do  $50^\circ$ , s posledním stupněm  $50^\circ - 90^\circ$  včetně dalšího rozlišení typu výsledného mapového díla.

**Určování výšek bylo prováděno trigonometricky měřeními zenitových vzdáleností na signalizované body.** Analýzou výpočetních postupů uvedených v protokolech původní vojenské triangulace pro výpočet výšek z let 1810 – 1811 (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) a v protokolech triangulace stabilního katastru pro výpočet výšek z let 1830 a 1837 (Zenithdistanzen 1830, Zenithdistanzen 1837) bylo zjištěno, že **metodika postupu výpočtu převýšení a výšek trigonometrických bodů byla zachována.**

Porovnáním výšek uvedených ve výpočetních protokolech původní vojenské triangulace z let 1810 – 1811 (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) a výškových kót uvedených na mapových listech druhého vojenského mapování bylo zjištěno, že **výšky uvedené ve výpočetních protokolech původní vojenské triangulace (Funck 1810 – 1811, Augustin 1811) z let 1810 – 1811, nejsou uvedeny na mapových listech druhého vojenského mapování.**

Porovnáním části rekonstruované výpočetní sítě převýšení z dat uvedených v protokolu triangulace stabilního katastru (Zusammenstellung 1825 – 1840) a v protokolu původní vojenské triangulace (Funck 1810 – 1811) bylo zjištěno, že **v testovací lokalitě (jižní část tehdejšího Plzeňského kraje) je výpočetní síť triangulace stabilního katastru (32 bodů na  $400 \text{ km}^2$ ) mnohem hustší než výpočetní síť vojenské triangulace (1 bod na  $400 \text{ km}^2$ ).**

Na testovací lokalitě (jižní část tehdejšího území Plzeňského kraje) bylo provedeno testování shodnosti výšek uvedených ve výpočetních protokolech triangulace stabilního katastru (Zusammenstellung 1825 – 1840) a výškových kót uvedených na mapových listech druhého vojenského mapování. Bylo zjištěno, že **výškové kóty uvedené u trigonometrických bodů na mapách druhého vojenského mapování pro zvolenou testovací lokalitu jsou shodné s trigonometricky určenými výškami trigonometrických bodů stabilního katastru.** Toto zjištění bylo testováním shodnosti zápisu výšek uvedených v soupisu trigonometrických bodů pro Čechy, Moravu a Slezsko s určenými výškami a topografickým popisem bodů (Abstände, Höhen... 1873) a na mapových listech druhého vojenského mapování následně ověřeno i pro zbývající území Čech, Moravy a Slezska. Bylo potvrzeno, že **výškové kóty uvedené u trigonometrických bodů na mapách druhého vojenského mapování pro Čechy, Moravu a Slezsko jsou shodné s výškami trigonometrických bodů stabilního katastru.**

Dále bylo provedeno hodnocení přesnosti výškových kót uvedených u trigonometrických bodů na mapových listech druhého vojenského mapování pro Čechy, Moravu i Slezsko porovnáním s údaji z databáze DATAZ. Hodnocení přesnosti bylo provedeno nejprve pro Čechy a poté pro Moravu a Slezsko. Ani u jednoho z testovaných souborů nebyla prokázána předpokládaná normalita souboru testovaných veličin. Pro Čechy nabyly parametry pro hodnocení přesnosti hodnot: **střední rozdíl výšek  $m_h = 5,59 \text{ m}$ , průměrný rozdíl výšek pak hodnoty  $3,97 \text{ m}$ .** Pro Moravu a Slezsko: **střední rozdíl výšek  $m_h = 4,18 \text{ m}$ , průměrný rozdíl výšek pak nabyly hodnoty  $3,30 \text{ m}$ .** Z uvedených výsledků je

patrné, že oba **soubory hodnocených veličin jsou zatíženy systematickou chybou**, což mohlo být způsobeno např. chybami v měření nebo volbou jiného základního výškového bodu, než jaký byl později zvolen pro systém jadranský (vzhledem k současnému stavu poznání nelze s jistotou potvrdit, že výškové kóty na druhém vojenském mapování jsou uváděny v jadranském výškovém systému).

Navržená metodika rekonstrukce digitálního modelu terénu druhého vojenského mapování byla ověřena jak na dobových vzorových datech (Muster-Blätter... 1831 – 1840), která byla bez zákresu prvků polohopisu a popisu, tak na zvoleném modelovém území, části mapového listu W\_II\_11.

Prvním krokem při rekonstrukci DMT byla identifikace linií kostry terénu a horizontál, popř. částí horizontál. Následovala fragmentace oblastí konstantního spádu, jejíž postup byl rozdělen do šesti dílčích kroků (1. převod mapové kresby z barevného vyjádření na stupně šedi, 2. úprava a barevná korekce mapové kresby, 3. rozostření, 4. stanovení mezních hodnot intervalů stupňů šedi podle (Muster-Blätter... 1831 – 1840: list 08), 5. fragmentace oblastí konstantního a 6. volba barevné stupnice). Po úpravě mapové kresby (převedení z barevného vyjádření na stupně šedi, „odstranění“ prvků polohopisu a popisu z mapové kresby nahrazením kresbou z blízkého okolí) byla provedena fragmentace oblastí s konstantním spádem. V dalším kroku byla vypočtena dílčí převýšení mezi body na liniích prvcích kostry terénu na rozhraních vrstev šraf, tj. na bodech, kde nastala změna spádu. Sumarizováním dílčích převýšení byla získána převýšení mezi uzlovými body sítě, která vznikla z propojených linií kostry terénu. Celá síť byla následně vyrovnána tak, aby při výpočtech výšek uzlových bodů z vyrovnaných převýšení nezáleželo na výpočetní cestě. Vyrovnáním sítě byly získány opravy převýšení uzlových bodů sítě, z nichž byla vypočtena **střední chyba vyrovnaného převýšení  $m_{ov} = 4,84$  m. Hodnota střední chyby odpovídá charakteristikám přesnosti výškových kót uvedených u trigonometrických bodů na mapových listech pro Čechy, Moravu a Slezsko (Čechy – střední rozdíl výšek  $m_h = 5,59$  m, Morava a Slezsko – střední rozdíl výšek  $m_h = 4,18$  m)**! Následovalo vyrovnání převýšení mezi vrstvami šraf, tj. na rozhraních oblastí konstantního spádu a přiřazení výšek jednotlivým horizontálám či jejich částem v závislosti na hodnotě spádu. Využitím výškových kót u trigonometrických bodů a z horizontál popř. částí horizontál s určenou výškou byl vygenerován DMT rekonstruovaný z druhého vojenského mapování, který byl následně porovnán a statisticky hodnocen vzhledem k referenčnímu DMR ZABAGED.

Porovnáním obou modelů bylo zjištěno, že v základních tvarech se oba modely shodují. Odlišnosti lze pozorovat ve vyjádření detailů. Výraznější lokální tvarové odlišnosti se vyskytují zejména ve vrcholových částech vyvýšenin ojedinele též na úbočích.

Odečtením DMT rekonstruovaného z druhého vojenského mapování od DMR ZABAGED byl vygenerován rozdílový digitální model. Na rozdílovém digitálním modelu byly identifikovány 4 typy výrazných lokálních extrémů: (1 – lokální extrémy způsobené polohovou chybou a především rozdíly v terénních tvarech; 2 – lokální extrémy na vrcholové části vyvýšeniny způsobené výskytem skal; 3 – lokální extrémy v údolích – místa s nevhodnou konfigurací terénu, tj. v daném místě bylo velmi obtížné identifikovat rozhraní vrstev šraf (průběh horizontál) i s dostatečnou přesností určit spád linií kostry terénu, neboť se zde nachází údolnice nevhodné pro určování spádu; 4 – lokální extrémy, jejichž příčinou je nesprávná hodnota spádu v dané lokalitě buď zakreslená v podobě šraf, nebo odečtená při rekonstrukci DMT. Je zřejmé, že výše popsané příčiny vzniku lokálních extrémů se mohou při zpracování různých typů terénu kombinovat. Dále lze na okrajích rozdílového digitálního modelu pozorovat lokální extrémy, jejichž příčinou je právě jejich okrajová poloha.

Z rozdílového digitálního modelu byly určeny celkové výměry ploch, na nichž se vyskytují výškové diference odpovídající jednotlivým intervalům stupnice od -30 m do +30 m s krokem 3 m. **Statistickou analýzou bylo zjištěno, že rozložení výškových diferencí na rozdílovém digitálním modelu odpovídá normálnímu rozdělení.**



Metodiku rekonstrukce digitálního modelu terénu z druhého vojenského mapování navrženou a popsanou v předkládané disertační práci lze využít i v oblastech, kde je terénní reliéf vyjádřen pouze šrafováním podle upravené Lehmannovy stupnice a není doplněn výškovými kótami (Na 56 mapových listech pro Moravu nejsou u trigonometrických bodů uvedeny výškové kóty!). V tomto případě by bylo nutné výškové kóty doplnit z jiného dostupného pramene. K trigonometrickým bodům by bylo možné výškové kóty doplnit např. z databáze triangulačního operátu SK nebo z Databáze trigonometrických a zhušťovacích bodů. V případě nedostatečného počtu trigonometrických bodů, by bylo nutné stanovit v zájmové lokalitě identické body v terénu polohově i výškově neměnné od doby vzniku map druhého vojenského mapování a k nim přiřadit výšku opět z jiného dostupného pramene, např. ZABAGED. Pak by bylo možné aplikovat navrženou metodiku rekonstrukce digitálního modelu terénu z druhého vojenského mapování i v těchto lokalitách.

## Prameny a literatura

*Abstände, Höhen und Topogr. Beschreibungen der Katasterpunkte Böhmen, Mähren u. Schlesien* (1873). Ústřední archiv zeměměřictví a katastru, Praha, Fond: Cassini-Soldnerova zobrazovací soustava (1821 – 1915), sign. A2/aG28, A2/b/S19.

*Arbeiten des k. k. Generalquartiermeisterstabs bis zum Jahre 1850.*

- Arbeits-Übersicht der k.k. Militär-Mappirung.
- Astronometrisch – trigonometrische Landesvermessung.
- Übersicht der in der Monarchie einschliessig des Jahres 1851 ausgeführten astronomisch-trigonometrischen Vermessungen I. Ordnung und was zur Ergänzung und Vervollkommung derselben noch erforderlich ist.

Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien. sign. K VII a 41.

Augustin. (1811). *Original Observations-Protocoll vom Jahre 1810 – 1811. Berechnung der im Jahre 1811 durch Hauptmann Augustin trigonometrisch bestimmten Punkte und deren Erhöhung über der Meeres-Fläche.* Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien. Triangulierung, kniha 22, složka XVIII.

Ehrenstein. (1810 – 1811). *Original Observations-Protocoll vom Jahre 1810 – 1811. Berechnung der im Jahre 1810 et 1811 durch Oberlieut. Bar. Ehrenstein trigonometrisch bestimmten Punkte und deren Erhöhung über der Meeres-Fläche.* Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien. Triangulierung, kniha 22, složka XIX.

Funck. (1810 – 1811). *Berechnung der im Jahre 1810 et 1811 durch Hauptmann Funck trigonometrisch bestimmten Punkte und deren Erhöhung über der Meeres-Fläche. Original Observations-Protocoll vom Jahre 1810 – 1811.* Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien. Triangulierung, kniha 22, složka XX.

*Gewöhnliche Zeichen in Böhmen und Mähren* (1807). Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien. Triangulační operát, kniha č. 4.

*Instruktion zur Ausführung der in Folge der Allerhöchsten Patente vom 23. December 1817 angeordneten Landes-Vermessung* (1824). Wien.

*Instruktion zur Ausführung der in Folge der Allerhöchsten Patente vom 23. December 1817 und vom 20. October 1849 angeordneten Katastral-Vermessung* (1865). Wien.

*Karte des Königreichs Böhmen* (1812 – 1819). Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien, Kartensammlung, sign. B IX a 94.

KIELMANN (1808). *k.k. Triangulierung in Böhmen. Squelette zum Protocolle Nr. I, II et III für Jahr 1808.* Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien. Original Observationsprotocolle – im Jahre 1806, 1807, 1808. Triangulierung, kniha č. 10.

LIESGANIG, J. (před 1780). *Regna Galiciae et Lodomeriae Joseph II. at M. Theresiae Augg.* Österreichisches Staatsarchiv, Allgemeines Verwaltungsarchiv- Finanz- und Hofkammerarchiv Wien, sign. A-004.

Mapové listy druhého vojenského mapování.

Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien, Kartensammlung.

© 2nd Military Survey, Austrian State Archive/Military Archive, Vienna.

© Laboratoř geoinformatiky, Univerzita J.E. Purkyně – <http://www.geolab.cz>.

© Ministerstvo životního prostředí ČR – <http://www.env.cz>.

*Muster-Blätter für die Darstellung des Terrains in militärischen Aufnahms-Plänen.* Zum Gebrauche der Armée-Schulen, auf Befehl und unter der Leitung des k. k. österreichischen Generalquartiermeisterstabs entworfen und mit dessen hoher Bewilligung herausgegeben (1831 – 1840). Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien, sign. K VII a 42 E.

*Muster – Blaetter zur Darstellung des Terrains. Zeichnungs-Muster zur Darstellung des Terrains in oeconomischen und militaerischen Plaenen.* Zum Gebrauche der kais. kön. Artillerie-Schulen so wie auch für Messkünstler, Forßtmänner und Kunßtgärtner. Entworfen und mit Genehmigung der hohen General Artillerie-Direction herausgegeben von Gottfried Hofbauer, Oberlieutenant im k.k. Bombardier – Corps (1830 – 1840). Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien, sign. K VII a 41-11 E.

*Originale der Spezialkarte von Königr. Böhmen. Umgebung von Pilsen.* (1842 – 1852). Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien. Kartensammlung, Umgebung von Pilsen, Nr. XVIII, sign. B IX a 94-1.

Topografická instrukce. (1957). *Instrukce pro mapování v měřítkách 1:10 000 a 1:5000.* Praha, Ústřední správa geodézie a kartografie.

*Triangulirung* (1808). Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien. Triangulirung, kniha č. 5: XXIX a XXX.

*Triangulierung, Original Observations-Protocoll vom Jahre 1810 – 1811.* (1810 – 1811). Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien. Triangulirung, kniha č. 22, složky III, V, VIII, IX, X, XI, XII, XVI, XVII.

*Verschiedene astronomisch-trigonometrische Formeln, 1807. Übersicht der nötigsten Formeln für die trigonometrische Vermessung sowohl für den Theodoliten als auch Circle Repetiteur nebst einer Berechnung eines trigonometrischen Netzes als Beispiel für einen Theodoliten.* (1807). Österreichisches Staatsarchiv – Kriegsarchiv Wien, sign. K VI a 6 – 1 – F.

DMR ZABAGED – 3D vrstevnice ve formátu \*.dgn, (2010). Data byla poskytnuta Zeměměřickým úřadem v Praze.

*Zenithdistanzen – Reduction von Boehmen.* (1830). Im Klattauer Kreis 1830 von Hejtm. Bosiv, von Lieut. Kohout, in Pilsner Kreis 1830 von Hejtm. Bosiv, Lieut. Kohout. Ústřední archiv zeměměřictví a katastru, Praha. Fond: Cassini-Soldnerova zobrazovací soustava (1821 – 1915), sign. A2/a G24/4.

*Zenithdistanzen – Reduction von Boehmen.* (1837). Im Chrudimer, Königgrätzer und Pilsner Kreis von Jahren 1837 von Hejtm. Gizycki. Ústřední archiv zeměměřictví a katastru, Praha. Fond: Cassini-Soldnerova zobrazovací soustava (1821 – 1915), sign. A2/a G24/6.

*Značkový klíč pro reambulovaný katastr* (1912).

*Zusammenstellung der Hoehen von Boehmen.* (1825 – 1840). Ústřední archiv zeměměřictví a katastru, Praha. Fond: Cassini-Soldnerova zobrazovací soustava (1821 – 1915), sign. A2/a G25.

- BINNENTHAL, R. (1810). *Instruction für die bey der k. k. österreichischen Landes-Vermessung angestellten Herren Officiere*. Wien. Bibliothek des Österreichischen Staatsarchivs, Wien, sign. I d 21.
- BOGUSZAK, F. (1931). *Příspěvek k topografickým vyměřováním na území našeho státu*. Praha: Výroční zpráva VZÚ 12. str. 109 – 127.
- BOGUSZAK, F. – CÍSAŘ, J. (1961). *Vývoj mapového zobrazení území Československé socialistické republiky, III. díl: Mapování a měření českých zemí od poloviny 18. století do počátku 20. století*. Praha: Ústřední správa geodézie a kartografie.
- BRÁZDIL, K. (2009). *Projekt tvorby nového výškopisu území České republiky*. Geodetický a kartografický obzor 55 (97), č. 7. str. 145 – 151. ISSN 0016-7096.
- ČADA, V. (1999). *Obnova katastrálního operátu v lokalitách souřadnicových systémů stabilního katastru*. Geodetický a kartografický obzor 45 (87), č. 6. str. 122 – 136. ISSN 0016-7096.
- ČADA, V. (2001). *Využití geodetických základů stabilního katastru, historie vzniku a využití mílových tabulek*. Geodetický a kartografický obzor 47 (89), č. 10. str. 271 – 280. ISSN 0016-7096.
- ČADA, V. (2003). *Robustní metody tvorby a vedení digitálních katastrálních map v lokalitách sáhových map*. Habilitační práce. ČVUT v Praze.
- ČADA, V. (2004). *Koncepce základníchází geodat a historická analogie využitelnosti map stabilního katastru pro druhé vojenské mapování*. Sborník 15. mezinárodní kartografické konference. Zvolen: Lesnícka fakulta Technické univerzity. str. 53 – 74.
- ČADA, V. (2005). *Geodetické základy státních mapových děl 1. poloviny 19. století a jejich lokalizace do S-JTSK*. Historické mapy. Zborník referátov z vedeckej konferencie. Bratislava: Kartografická spoločnosť Slovenskej republiky a Geografický ústav Slovenskej akadémie vied. str. 35 – 48. ISBN 80-968365-7-9, ISSN 1336-6262.
- ČADA, V. (2006). *Hodnocení polohové a geometrické přesnosti prvků II. vojenského mapování lokalizovaných v S-JTSK*. Historická geografie. Supplementum I. Historická krajina a mapové bohatství Česka. Prameny, evidence, zpřístupňování, využívání. Praha: Historický ústav AV ČR. str. 82 – 104. ISBN 80-7286-093-3, ISSN 0323-0988.
- ČADA, V. – VICHROVÁ, M. (2009). *Horizontal Control for Stable Cadastre and Second Military Survey (1807 – 1869) in Bohemia, Moravia and Silesia*. Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica .44 (1/březen). str. 105 – 114. v digitální podobě: <http://www.akademiai.com/content/q8hm1230m260/?p=fdba0adc48df486e930bf9e3074d949a&pi=1>
- DRBAL, A. – KOCÁB, M. (2010). *Významný rakouský a český zeměměřič generálmajor Dr. h. c. Robert Daudlebsky von Sterneck*. Geodetický a kartografický obzor 56 (98), č. 2. str. 40 – 45. ISSN 0016-7096.
- EBERT, J. F. (2009) *Die Österreichischen Generäle 1792 – 1815. Feldzeugmeister Mayer von Heldensfeld*. Poslední úpravy listopad 2003 (citováno 8. září 2009). [www.napoleon-online.de/AU\\_Generale/html/mayer.html](http://www.napoleon-online.de/AU_Generale/html/mayer.html)
- EGRMAJEROVÁ, L. (2004). *Průzkum vlastností digitálního modelu reliéfu Základní báze geografických dat*. [Diplomová práce.] Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta aplikovaných věd. Katedra matematiky. Plzeň. Vedoucí diplomové práce Ing. Jiří Šíma, CSc.
- HOFSTÄTTER, E. (1989). *Beiträge zur Geschichte der Österreichischen Landesaufnahmen*. Wien: Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen. str. 61 – 97.

KŘEN, E. – MARX, D. (2009) *Web Gallery of Art*. (citováno 8. září 2009).  
[www.wga.hu/frames-e.html?/html/k/krafft/richter2.html](http://www.wga.hu/frames-e.html?/html/k/krafft/richter2.html)

KRETSCHMER, I. – DÖRFLINGER, J. – WAWRIK, F. (2004) *Österreichische Kartographie: Von den Anfängen im 15. Jahrhundert bis zum 21. Jahrhundert* (15). Wein: Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien, Kartographie und Geoinformation. ISBN: 3-900830-51-7.

KUCHAŘ, K. (1967). *Mapové prameny ke geografii Československa*. Acta Universitatis Carolinae Geographica roč. 2, č. 1. str. 57 – 97.

KUPČÍK, I. (1992). *Revisionsaufnahme und topographische Landesbeschreibung von Böhmen 1812 – 1819*. Zeitschrift für Geschichte und Kultur der böhmischen Länder (33/1). München: R. Oldenburg Verlag. str. 73 – 87. ISSN 0523-8587.

LEHMANN, J. G. (1799). *Darstellung einer neuen Theorie der Bezeichnung der schiefen Flächen im Grundriß oder der Situationszeichnung der Berge*. Leipzig: Fleischer. str. XX, 172 + 4 grafické přílohy.  
(Herzogin Anna Amalia Bibliothek, Weimar, sign. MB M 4: 9.)

LEHMANN, J. G. (1812). *Anweisung zum richtigen Erkennen und genauen Abbilden der Erd-Oberfläche in topographischen Karten und Situations-Planen*. Dresden: Arnold. str. 54, + 7 grafických příloh.  
(Národní technická knihovna, Signatura: EB 00518.)

MONHART, V. (2008). *Ověření účinnosti zpřesnění digitálního modelu reliéfu ZABAGED podle koncepce Zeměměřického úřadu na vybraných lokalitách v Plzeňském a Karlovarském kraji*. [Diplomová práce.] Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta aplikovaných věd. Katedra matematiky. Plzeň. Vedoucí diplomové práce Doc. Ing. Jiří Šíma, CSc.

NISCHER, E. (1925). *Österreichische Kartographen: Ihr Leben, Lehren und Wirken*. Wien: Österreichischer Bundesverlag für Unterricht, Wissenschaft und Kunst. str. 108 – 143.

PALDUS, J. (1914). *Die Kartenabteilung des k.u.k. Kriegsarchivs*. Sonderabdruck aus den Mitteilungen der k.k. Geographischen Gesellschaft in Wien (4). Wien. str. 395 – 435.

PALDUS, J. (1919). *Die militärischen Aufnahmen im Bereiche der Habsburgischen Länder aus der Zeit Kaiser Josephs II*. Ausgeführt durch den k.k. Generalquartiermeisterstab in den Jahren 1763 – 1785. (63/2). Wien: Kommission bei Alfred Hölder, Buchhändler der Akademie der Wissenschaften in Wien. str. 112 + 20 grafických příloh.

Passion for Paintings (2009). (citováno 28. listopadu 2009).  
[www.passionforpaintings.com/art-gallery/johann-peter-krafft-painter/maria-angelica-richter-von-binnenthal-oil-painting-reproduction](http://www.passionforpaintings.com/art-gallery/johann-peter-krafft-painter/maria-angelica-richter-von-binnenthal-oil-painting-reproduction)

SEMOTANOVÁ, E. (2001). *Mapy Čech, Moravy a Slezska v zrcadle staletí*. Praha: Nakladatelství Libri, s. r. o. ISBN 80-7277-078-0.

ŠÍMA, J. – EGRMAJEROVÁ, L. (2004). *Ověření přesnosti digitálního modelu reliéfu Základní báze geografických dat*. Geodetický a kartografický obzor 50 (92), č. 11. str. 213 – 231. ISSN 0016-7096.

ŠÍMA, J. (2009). *Průzkum absolutní polohové přesnosti ortofotografického zobrazení celého území České republiky s rozlišením 0,50, 0,25 resp. 0,20 m v území na Západočeské univerzitě v Plzni*. Geodetický a kartografický obzor 55 (97). č. 9. str. 214 – 220. ISSN 0016-7096.

Terminologická komise ČÚZK (2010). *Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí*. (citováno: 21. května 2010). <http://www.vugtk.cz/slovník>

UNTERBERGER (1807). *Kurzer Unterricht vom Aufnehmen mit dem Messtische zum Gebrauch der Officiere der k.k.Oesterreichischen Armee von Freyherrn von Unterberger F.M.L.* Wien: den Christian Friedrich Mapper und Beck. Bibliothek des Österreichischen Staatsarchivs, Wien, sign. I f 32.

VICHROVÁ, M. (2005). *Státní mapová díla počátku 19. století v současných aplikacích*. Diplomová práce. ZČU v Plzni. Fakulta aplikovaných věd. Katedra matematiky. Plzeň. Vedoucí diplomové práce Doc. Ing. Václav Čada, CSc. str. 70 + 14 příloh.

VICHROVÁ, M. (2006a). *Interpretace obsahu map II. vojenského mapování*. Aktivita v kartografii. Bratislava: VEDA. str. 201 – 212. ISBN 80-89060-09-94, ISSN 1336-5339.

VICHROVÁ, M. (2006b). *Objekty na topografických mapách 19. století a jejich interpretace pro studium vývoje krajiny*. Historická geografie. Supplementum I. Historická krajina a mapové bohatství Česka. Prameny, evidence, zpřístupňování, využívání. Praha: Historický ústav AV ČR. str. 105 – 121. ISBN 80-7286-093-3, ISSN 0323-0988.

VICHROVÁ, M. – ČADA, V. (2007). *Výškopis na mapách II. vojenského mapování a analýza jeho přesnosti*. Geodetický a kartografický obzor 53 (95), č. 7 – 8. str. 141 – 150. ISSN 0016-7096.

VICHROVÁ, M. – ČADA, V. (2005). *Kartografické vyjadřovací prostředky a interpretace obsahu map druhého vojenského mapování*. Historické mapy. Zborník referátov z vedeckej konferencie. Bratislava: Kartografická spoločnosť Slovenskej republiky a Geografický ústav Slovenskej akadémie vied. str. 246 – 255. ISBN 80-968365-7-9, ISSN 1336-6262.

VICHROVÁ, M. – ČADA, V. (2010). *Některé výjimečné vlastnosti projektu II. vojenského mapování na území Čech, Moravy a Slezska*. Z dějin geodézie a kartografie 14. Praha: Národní technické muzeum. str. 21 – 36. ISBN 978-80-7037-171-8, ISSN 0232-0916.

VYČICHLOVÁ, V. – ČADA, V. (2001). *Hodnocení kvality a přesnosti Státní mapy 1:5000*. Kartografické listy (9). str. 79 – 92. ISBN 80-89060-00-5.

Wikipedia (2008). Die freie Enzyklopädie. Vinzenz von Augustin. Poslední úpravy 14.7.2008 (citováno 8. září 2008). [http://de.wikipedia.org/wiki/Vincenz\\_Freiherr\\_von\\_Augustin](http://de.wikipedia.org/wiki/Vincenz_Freiherr_von_Augustin)





# Seznam příloh

1. Vybrané významné osobnosti druhého vojenského mapování z řad vojenských důstojníků, topografů a kartografů podílejících se na technické realizaci druhého vojenského mapování.
2. Převodní vztahy délkových a plošných jednotek v sáhové a metrické míře.
3. Místopisný plán vyhotovený metodou „a la vue“, nákres signalizace a stabilizace bodu Schöningerberg v tehdejší Budějovickém kraji.
4. Náčrt sítě vojenské triangulace budované ve středních Čechách poručíkem Kielmannem roku 1808.
5. Názvy kapitol návodu *Kurzer Unterricht vom Aufnehmen mit dem Messtische zum Gebrauch der Officiere der k.k.Oesterreichischen Armee von Freyherrn von Unterberger F.M.L.* pro práce s měřickým stolem.
6. Vojenská triangulace budovaná v letech 1806 – 1818 a měřené délkové základny.
7. Přehled astronomicko-trigonometrických měření sítě prvního řádu v rakouské monarchii dokončených k roku 1851 s vyznačením území, kde bude měření doplněno či opakováno a území plánovaných k zaměření.
8. Klad mapových listů pro druhé vojenské mapování pro území Čech v gusterbergském souřadnicovém systému a Moravy a Slezska ve svatoštěpánském souřadnicovém systému.
9. Mapový list XV-37 vyhotovený dle původní technologie, mapový list O-IV-16 vyhotovený dle modifikované technologie.
10. Přehled postupu mapovacích prací druhého vojenského mapování dokončených k roku 1851 s vyznačením prací plánovaných.
11. Část rybníční soustavy ležící východně od Třeboně.
12. Měřítka pro určení poměru černé a bílé barvy ve vztahu k hodnotě spádu (Lehmann 1812).
13. Ukázky zákresu vybraných pravidelných těles pomocí Lehmannových šraf podle modelů s vyznačením pomocných linií a konstrukcí (Lehmann 1812).
14. Stupnice pro vyjádření topografických ploch pomocí šrafování s poměry černé a bílé barvy odpovídající příslušnému spádu.
15. Lehmannovy šrafy: ukázka zákresu části vysoké a strmé horské krajiny při kolmém pohledu a osvětlení (Lehmann 1812).
16. Klad mapových listů druhého vojenského mapování pro Čechy (červeně), Moravu a Slezsko (modře).
17. Rozdíly výšek identických bodů na tehdejší území Čech, Moravy a Slezska. Rozdíly výšek identických bodů v porovnání s hodnotami středních rozdílů výšek na tehdejší území Čech a Moravy a Slezska.

18.

- a) Modelový terénní tvar zakreslený pomocí vrstevnic s uvedenou výškovou kótou na vrcholu a vyznačeným profilovým řezem (Muster-Blätter... 1831 – 1840).
- b) Modelový terénní tvar zakreslený šrafováním s vyznačeným profilovým řezem (Muster-Blätter... 1831 – 1840).
- c) Výchozí podklady pro tvorbu DMT generovaného z vrstevnic s vyznačeným profilovým řezem.
- d) Výchozí podklady pro tvorbu DMT rekonstruovaného ze šraf s vyznačeným profilovým řezem.
- e) Vygenerovaná trojúhelníková síť pro DMT generovaný z vrstevnic s vyznačeným profilovým řezem.
- f) Vygenerovaná trojúhelníková síť pro DMT rekonstruovaný ze šraf s vyznačeným profilovým řezem.

19. Fragmentace oblastí konstantního spádu pro celý mapový list před (nahore) a po (dole) zohlednění barvy podkladu v oblasti lesů (pravá horní část).

20. Rozdíl DMR ZABAGED a DMT rekonstruovaného z druhého vojenského mapování (Františkova).

21. Obsah příloženého DVD.

# Přílohy

## Příloha 1.

Vybrané významné osobnosti druhého vojenského mapování z řad vojenských důstojníků, topografů a kartografů podílejících se na technické realizaci druhého vojenského mapování.

### Vinzenz Freiherr von Augustin

(\* 27. březen 1780 Budapešť, † 6. březen 1859 Vídeň)

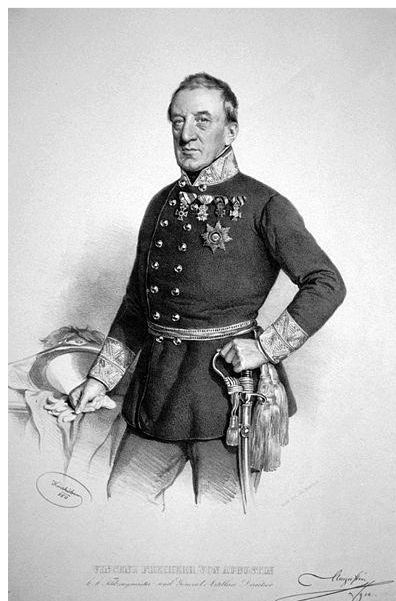
Vinzenz von Augustin (viz obr. 87) se narodil 27. března 1780 v Pešti (dnešní Budapešť). V pouhých 14 letech (roku 1794) vstoupil do rakouské armády a v roce 1800 byl odvelen v hodnosti nadporučíka (*Oberleutnant*) k praporu Siegenfeld (*Batalion Siegenfeld*). O rok později odešel na akademii do Vídeňského Nového Města, kde se zúčastňoval přednášek z matematiky. V matematice brzy natolik vynikal, že se již po dvou letech stal asistentem profesora. Roku 1806 byl přidělen k triangulaci. V zimě 1806 – 1807 vedl ve Vídni pro důstojníky pověřené triangulačními pracemi přednášky o úhlových měřeních a s ním souvisejících výpočtech (jednalo se o přednášky z díla: *Méchain et Delambre: Base du système métrique décimal, ou mesure de l'arc, du méridien compris entre les parallèles de Dunkerque et Barcelone, exécuté en 1792 et années suivantes. Tome I. Paris. Janvier 1806.*), (Nischer 1925: 122).

Roku 1807 byl jmenován vedoucím triangulační čety a o rok později povýšen do hodnosti kapitána (*Hauptmann*). Během války roku 1809 byl odvelen do generálního štábu arcivévody Karla a v následujících dvou letech (1810 – 1811) pověřen základnovým měřením. Po bitvě u Kulmu, které se zúčastnil jako důstojník generálního štábu polního maršála knížete Schwarzenberga, byl povýšen do hodnosti majora (*Major*).

V následujících letech byl pověřen triangulačními pracemi a několikrát povýšen: 1817 – podplukovník (*Oberstleutnant*), 1821 – plukovník (*Oberst*), 1831 – generálmajor (*Generalmajor*) a 1838 – „podmaršál“<sup>60</sup> (*Feldmarschalleutnant*).

Augustin se významně zasadil o reorganizaci rakouského dělostřelectva. Věnoval se též konstrukci a zlepšování zbraní pro pěší vojsko, zavedl pravidelné kontroly zbraní, funkci zbrojmistra, sám pak učil vojáky jak se zbraněmi zacházet a jak je čistit. Za celoživotní službu v rakouské armádě byl několikrát vyznamenán. Zemřel 6. března roku 1859 ve Vídni, ve věku 79 let.

*Informace čerpány z: (Nischer 1925: 130 – 133).*



Obr. 87 Vinzenz Freiherr von Augustin (Wikipedia 2008).

<sup>60</sup> Jedná se o volný překlad, český ekvivalent k hodnosti Feldmarschalleutnant nebyl nalezen. „Podmaršál“ byl asistent a zástupce polního maršála.

## Franz Xaver Richter von Binnenthal

(\* 1759 Vídeň, † 12. Srpen 1840 Linec)

Franz Xaver Richter von Binnenthal (viz obr. 88) se narodil roku 1759 ve Vídni<sup>61</sup>. Na začátku prosince roku 1781 působil jako mapér v hraničních oblastech Temešvárského Banátu. V následujících letech byl několikrát povýšen:

- 1784 – kadet – mapér (*Mappierungskadett*),
- 1789 – nadporučík (*Oberleutnant*),
- 1793 – kapitán (*Hauptmann*),
- 1797 – major (*Major*),
- 1799 – podplukovník (*Oberstleutenant*).

V roce 1802 se oženil s dcerou vojenského generála Angelikou Zach. Od roku 1805 byl plukovníkem štábu generálního ubytovatele (*Generalquartiermeisterstab*), o rok později se stal vedoucím nově zřízené triangulační kanceláře při štábu generálního ubytovatele. Roku 1810 vydal instrukce, které měly zajistit jednotný postup při mapování a výpočetních pracích<sup>62</sup>.



Obr. 88 Olejomalby od Johanna Petera Krafta z let 1814 – 1815: Franz Xaver Richter von Binnenthal (Křen a Marx 2009) – vlevo a jeho žena Maria Angelica Richter von Binnenthal (Passion for Paintings 2009) – vpravo.

Pod Binnenthalovým velením byla v letech 1806 – 1811 budována vojenská triangulace na území Dolního a Horního Rakouska, Čech, Moravy a Slezska, Korutan, Salzburgu, Štýrska, Uher a Chorvatska. V prosinci 1811 byl nucen z finančních důvodů přerušit buď triangulační, nebo mapovací práce. Zvolil přerušit triangulačních prací, což zajistilo plynulý průběh mapování, protože triangulace byla v té době vybudována na několik let dopředu a mapovací práce mohly plynule pokračovat.

Roku 1813 byl povýšen do hodnosti „podmaršála“ (*Feldmarschalleutnant*), 1. října 1815 jmenován druhým držitelem (*zweiter Inhaber*) a roku 1832 prvním držitelem (*ester Inhaber*) 14. pěšího pluku (*Infanterieregiment Nr. 14*). S odchodem do penze (8. února 1836) se stal polním zbrojmistrem (*Feldzeugmeister*). Zemřel 12. srpna 1840 v Linci.

*Informace čerpány z: (Nischer 1925: 149 – 151).*

<sup>61</sup> V (Nischer 1925: 149) je též uveden rok 1768, avšak vzhledem k následujícím Binnenthalovým aktivitám je rok 1759 pravděpodobnější.

<sup>62</sup> 1. května 1810 byla v dvorské a státní tiskárně (*Hof- und Staatsdruckerei*) vydána instrukce: „*Instruction für die bey der k.k. österreichischen Landes-Vermessung angestellten Herren Officiere*“, (Binnenthal 1810) a 1. srpna téhož roku „*Instruction für die im Calcul-Bureau der k.k. österreichischen Landes-Vermessung angestellten Herren Officiere*“.

## Ludwig August Freiherr von Fallon

(\* 1776 Namur, † 4. září 1828 Vídeň)

Ludwig August von Fallon (viz obr. 89) se narodil roku 1776 v Namuru (území tehdejšího Rakouského Nizozemí, dnešní Belgie). Vystudoval akademii pro budoucí inženýry (*Ingenieurakademie*). 1. září 1796 vstoupil do armády jako kadet a po necelém roce (1. srpna 1797) byl povýšen do hodnosti poručíka (*Leutnant*). Nadále v armádě působil jako vojenský inženýr. Roku 1805 publikoval pojednání o výškovém barometrickém měření, včetně výpočtů a výsledků se zdůrazněním důležitosti volby referenční hladiny moře pro určování výšek a kótování map. V témže roce (8. prosince 1805) byl povýšen do hodnosti kapitána (*Hauptmann*) a přeložen ke štábu generálního ubytovatele (*Generalquartiermeisterstab*), kde pod velením plukovníka štábu Richtera pracoval na vojenské triangulaci v Dolním Rakousku, Štýrsku a na Moravě. Dne 13. srpna 1808 byl povýšen na majora (*Major*), o rok později (29. září 1809) na podplukovníka (*Oberstleutnant*) a roku 1813 na plukovníka (*Oberst*). V následujících dvou letech vedl operační kancelář fortifikačního úřadu. Od roku 1816, poté co byl jmenován ředitelem triangulace rakouských provincií (s výjimkou italských území, Dalmácie a pobřeží Jaderského moře), vedl astronomicko-trigonometrické práce při mapování. Podléhala mu též výpočetní kancelář (*Kalkülbureau*).

Pod Fallonovým velením byla v letech 1816 – 1819 budována triangulace na území Tyrolska, Ilyrie, Uher podél Dunaje, Vorarlbergu a v Galicii, roku 1818 byly trigonometricky určovány výšky bodů (*Trigonometrische Nivellierung*) na území Čech a Moravy mezi Chebem (*Eger*) a Šumperkem (*Mährisch Schönberg*).

V roce 1817 vyhotovil přehledový list mapovacích sekcí 1:28 800 včetně tzv. atlasových listů 1:144 000 souvisle pro celou rakouskou monarchii a vedl zkušební triangulační práce stabilního katastru v Mödlingu. V následujícím roce zpracoval instrukci pro vojenskou triangulaci a o rok později též instrukci pro katastrální triangulaci.

Fallon usiloval o vydání soupisu poznatků, které získal při astronomicko-trigonometrických měřeních. Dílo mělo být vydáno pod názvem: *Archiv der astronomisch-trigonometrischen Vermessung der k.k. österreichischen Staaten. Nach den Acten der k.k. Militär- und Cadastral-Triangulierungs-Direction, redigirt von L.A. Fallon etc.* Přestože měl od štábu generálního ubytovatele (*Generalquartiermeisterstab*) příslušná povolení, k vydání spisu tak, jak Fallon původně zamýšlel, nedošlo (nebyly vydány všechny tři díly, autor byl nucen jednotlivé části zkracovat a přepracovávat). Během života však vydal další díla, jejichž seznam je uveden v (Nischer 1925: 143). Ludwig August von Fallon zemřel 4. září 1828 ve Vídni.

Informace čerpány z: (Nischer 1925: 136 – 143).



Obr. 89 Ludwig August Freiherr von Fallon (Nischer 1925: 136).



## Joseph Liesganig

(\* 13. únor 1719 Gratz, † 4. březen 1799 Lemberg)

Josef Liesganig se narodil 13. února 1719 v Gratzu. V 15 letech vstoupil do řádu jezuitů, kde dokončil studium filozofie. Roku 1744 se stal profesorem rétoriky v Linci. V následujících letech působil jako kazatel či profesor matematiky. V letech 1756 – 1773 byl prefektem vídeňské hvězdárny, poté profesorem na vídeňské univerzitě.

Na příkaz císařovny Marie Terezie zahájil roku 1762 stupňové měření. Přibližně ve směru vídeňského poledníku vybudoval a zaměřil triangulační řetězec od Soběšic u Brna (*Sobieschitz bei Brünn*) až k Varaždínu (*Warasdin*), do kterého připojil dle (Hofstätter 1989: 23) dvě základny: Seyring – Glinzendorf (délka 6387,87 vídeňských sáhů = 12,114 km) a Wiener Neustadt – Neunkirchen (délka 6410,9 vídeňských sáhů = 12,158 km).

Monument na severním konci základny u Vídeňského Nového Města je na obr. 90, náčrt triangulačního řetězce je na obr. 92.

Roku 1769 provedl druhé stupňové měření v Uhrách včetně zaměření dvou základen (Hofstätter 1989: 23) a (Kretschmer, Dörflinger a Wawrik 2004: 81). Podrobněji je Liesganigova triangulace popsána v (Nischer 1925: 79 – 80).

V letech 1772 – 1774 vedl mapování nově získaných území monarchie – Galicie (*Galizien*) a Lodomerie (*Lodomerien*). Ukázka z mapy Galicie a Lodomerie (detail zeměměřičů) je na obr. 91. Mapování nepředcházelo budování geodetických základů. Mapa byla určena pouze k politickým účelům, neodpovídala tedy tehdejšími požadavkům kladeným na vojenské mapy. Josef Liesganig zemřel 4. března 1799 v Lembergu (dnešní Ukrajina).

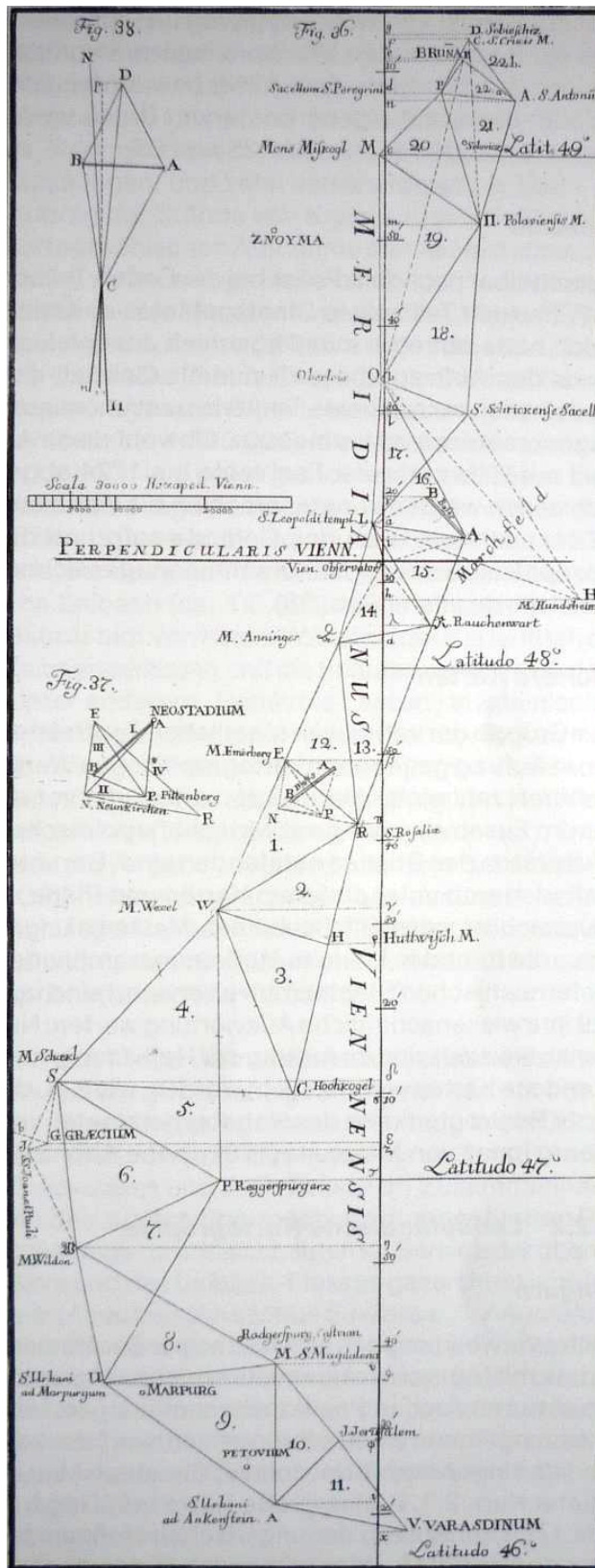
*Informace čerpány z: (Nischer 1925: 76 – 80).*



Obr. 91 Detail zeměměřičů na mapě Galicie a Lodomerie od J. Liesganiga, (Liesganig 1780).



Obr. 90 Monument na severním konci Liesganigovy základny u Vídeňského Nového Města vybudované roku 1762 (Hofstätter 1989: 23).



Obr. 92 Náčrt triangulačního řetězce vybudovaného J. Liesganigem v rámci stupňového měření 1762 – 1769. Obrázek převzat z (Kretschmer, Dörflinger a Wawrik 2004: 81).

### **Anton Freiherr Mayer von Heldensfeld**

(\* 1765 Praha, † 2. červen 1842 Verona)

Anton Mayer von Heldensfeld (viz obr. 93) se narodil roku 1765 v Praze. Po ukončení vojenské akademie ve Vídeňském Novém Městě nastoupil v roce 1783 k pěšímu pluku (*Infanterieregiment*). Za zásluhy, které prokázal v bojích, byl povýšen nejprve do hodnosti nadporučíka (*Oberleutnant*) a později majora (*Major*). Po bitvě u Würzburgu (září 1796), které se účastnil, byl za zásluhy v boji povýšen do hodnosti podplukovníka (*Oberstleutnant*). Následovalo povýšení do hodnosti plukovníka (*Oberst*) roku 1799 a vyznamenání vojenským řádem Marie Terezie, rytířským křížem (*Ritterkreuz des Militär-Maria-Theresien-Ordens*) roku 1801. V letech (1801 – 1804) vedl mapování Západní Galície (*Westgalizien*), poté byl odvelen do Německa a Tyrol. Roku 1809 byl jmenován do hodnosti „podmaršála“ (*Feldmarschalleutnant*). O pět let později byl odvelen do Itálie, kde vedl blokádu měst Mantua a Legnano, po ukončení blokády byl velitelem města Mantua. V únoru 1836 by s titulem polního zbrojmistra (*Feldzeugmeister*) penzionován. Anton Mayer von Heldensfeld zemřel 2. června 1842 ve Veroně v Itálii.



Obr. 93 Anton Freiherr Mayer von Heldensfeld (Ebert 2009).

*Informace čerpány z: (Nischer 1925: 108 – 109).*

## Příloha 2.

Převodní vztahy délkových a plošných jednotek (Hofstätter 1989: XIV) v sáhové (tzv. vídeňská míra, nařízená v českých zemích patentem Marie Terezie ze dne 30. července 1764 (Kuchař 1967: 69)) a metrické míře.

### Délkové jednotky

Vídeňská míra		Metrická míra		Převodní vztahy	
1°	Wiener Klafter	1,896484 m	metr	6´	Wiener Fuß
	vídeňský sáh				vídeňská stopa
1´	Wiener Fuß	0,316081 m	metr	12´´	Wiener Zoll
	vídeňská stopa				vídeňský palec
1´´	Wiener Zoll	26,3401 mm	milimetr	12´´´	Wiener Linien
	vídeňský palec				vídeňská čárka
1 Wiener Linie		2,19500 mm	milimetr	12	Wiener Punkte vídeňská tečka
1	Österreichische (Post-) Meile	7,585936 km	kilometr	4000	Wiener Klafter
	rakouská (poštovní) míle			0,7585936	Myriameter
1	Myriameter	10 000 m	metr	–	–

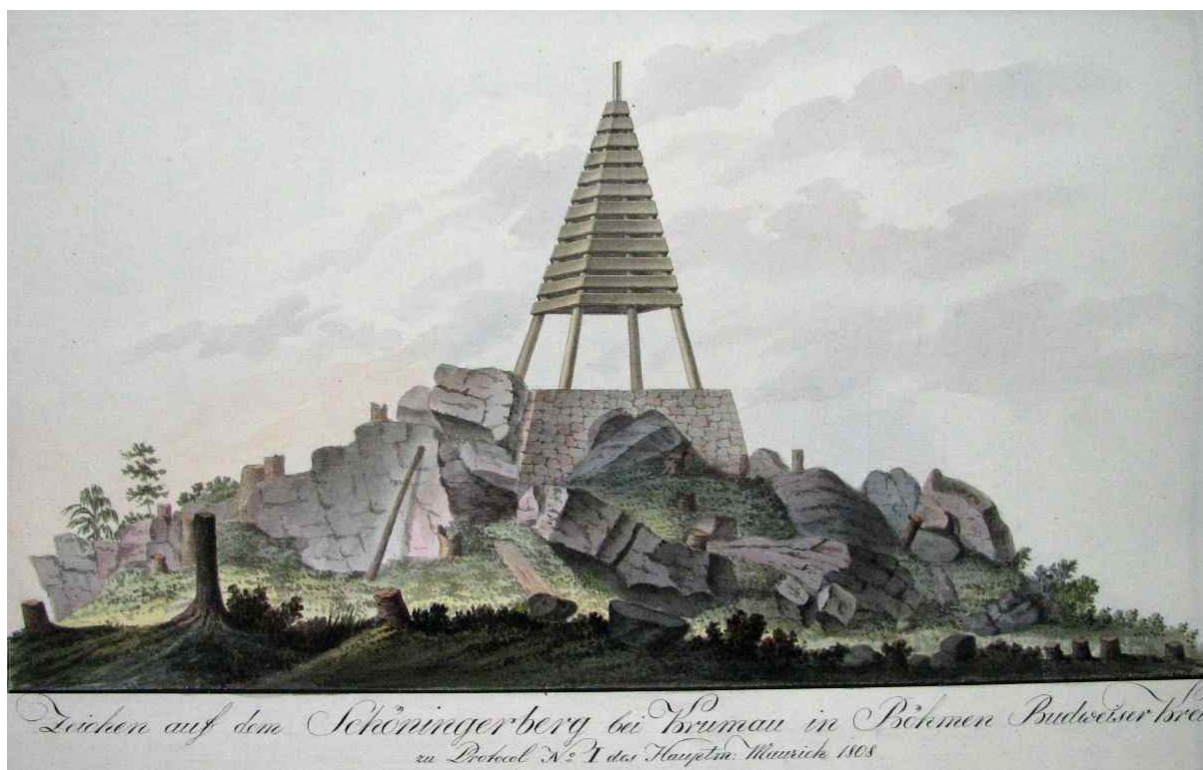
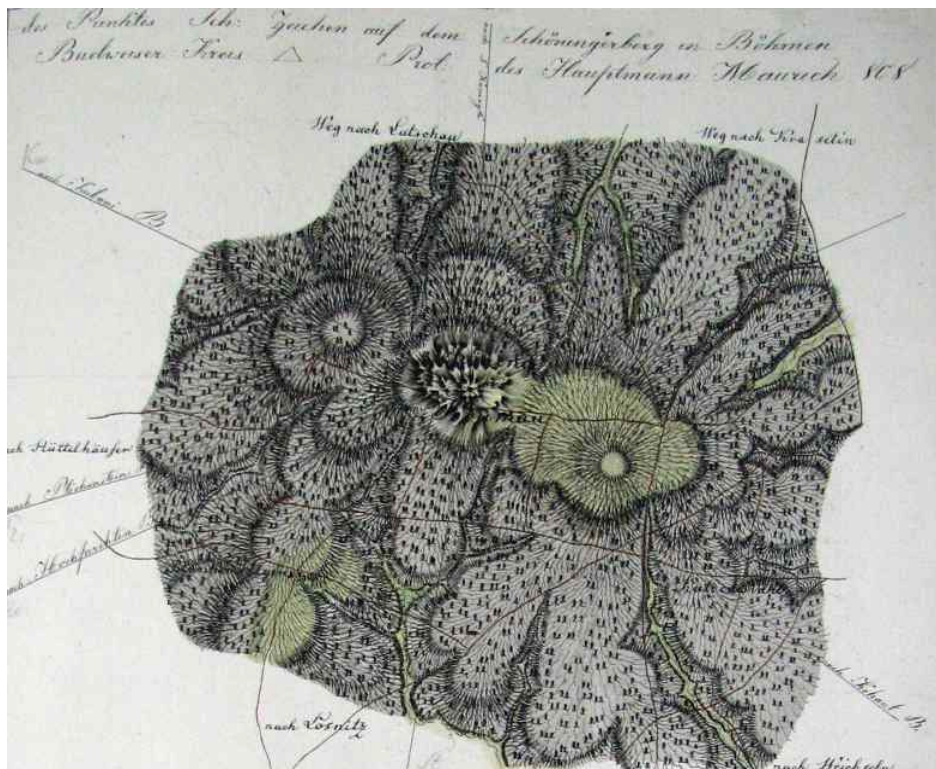
### Plošné jednotky

Vídeňská míra		Metrická míra	
1	Quadrat-Klafter	3,596652 m <sup>2</sup>	metr čtvereční
	čtvereční sáh		
1	österreichische Quadrat-Meile	57,546 km <sup>2</sup>	kilometr čtvereční
	rakouská čtvereční míle		



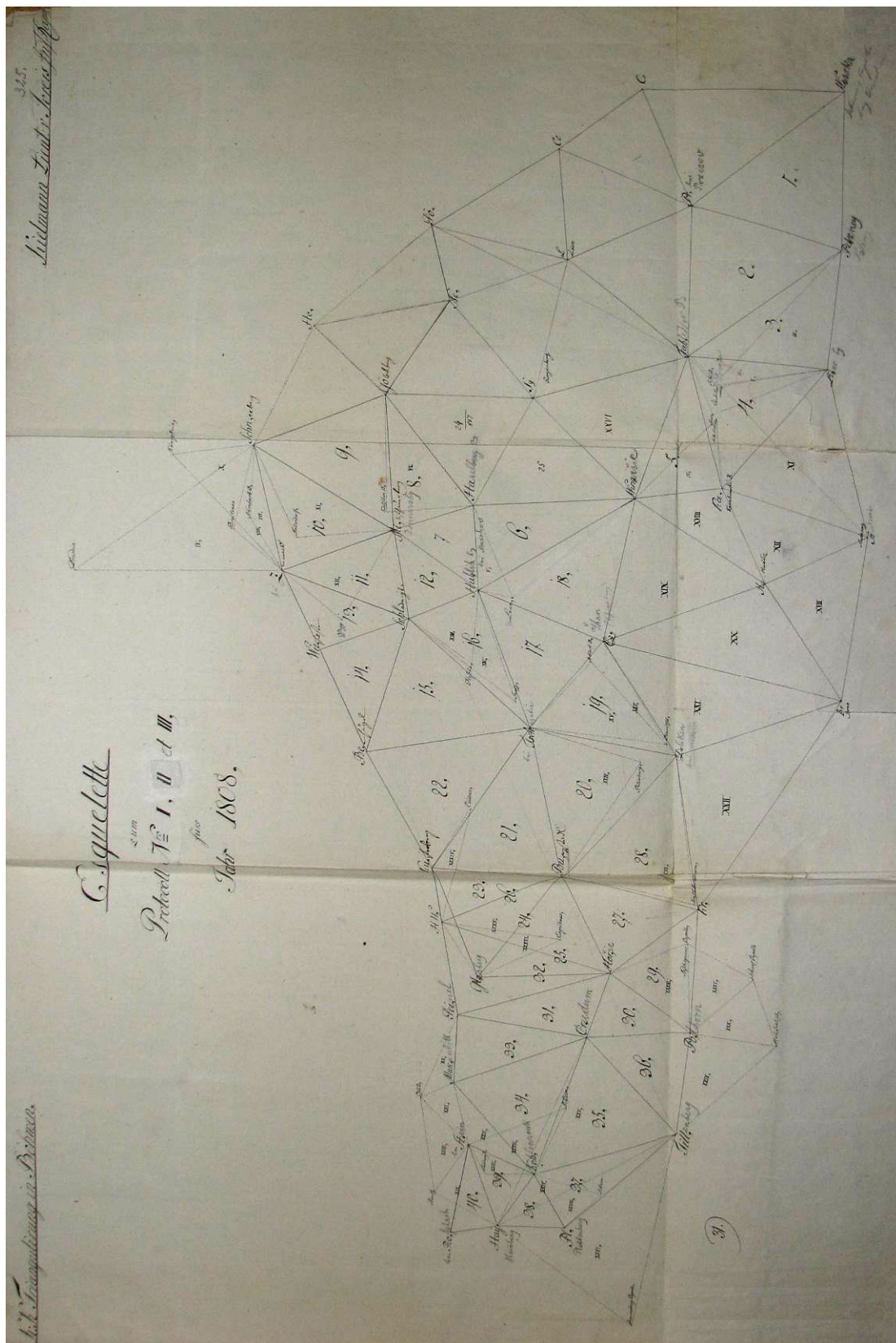
### Příloha 3.

Přílohy k protokolu hejtmána Mauricha z roku 1808. Místopisný plán vyhotovený metodou „a la vue“, nákrés signalizace a stabilizace bodu **Schöningerberg** v tehdejší Budějovickém kraji, (Triangulirung 1808).



# Příloha 4.

Náčrt sítě vojenské triangulace budované ve středních Čechách poručíkem Kielmannem roku 1808, (Kielmann 1808).





## Příloha 5.

Názvy kapitol návodu pro práce s měřickým stolem (Unterberger 1807) v originále – německy a s volným českým překladem uvedeným v závorce.

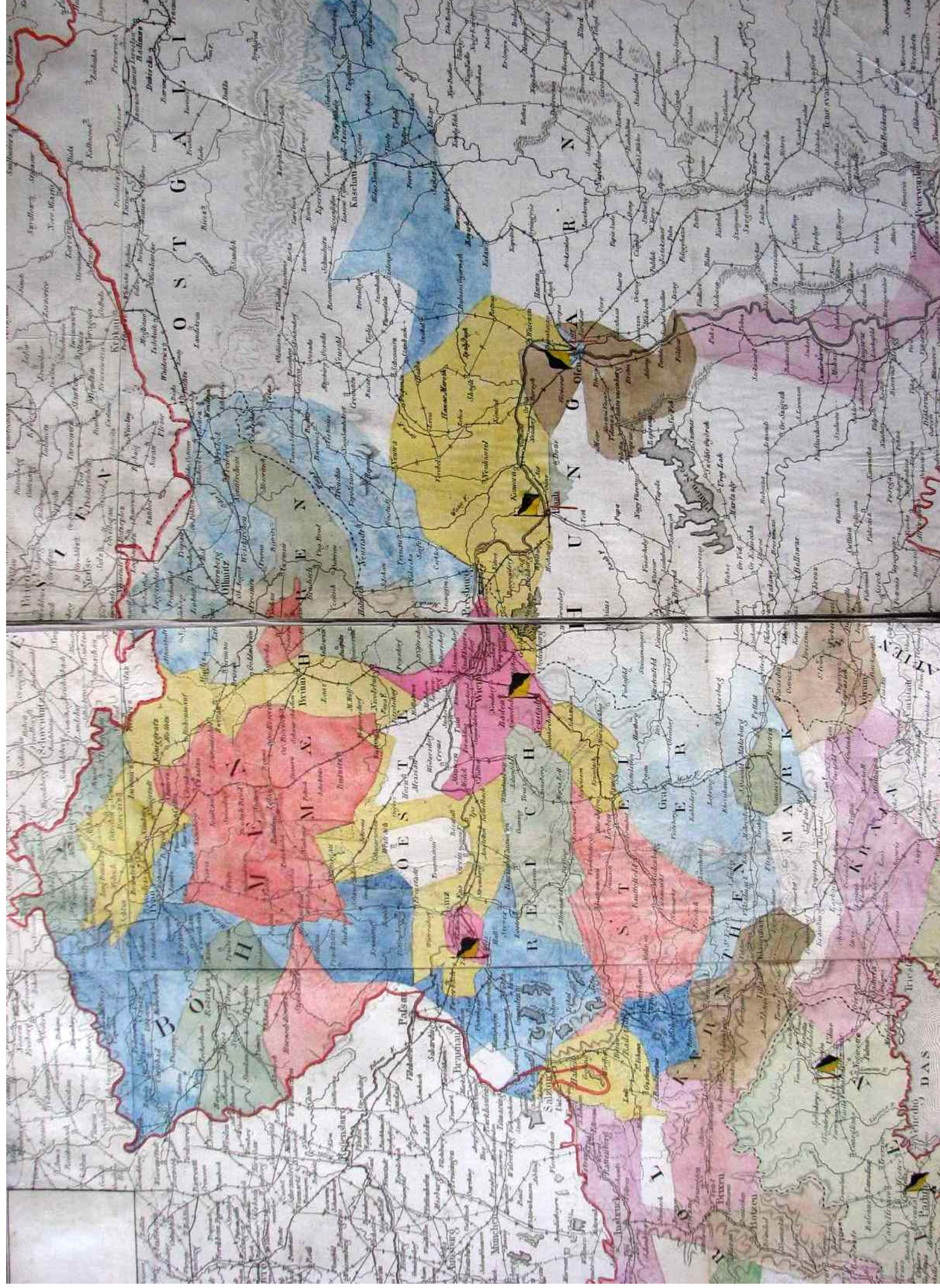
Vorerinnerung (*Předmluva*)

1. Einleitung (*Úvod*)
2. Erklärung des Messtisches sammt aller Zugehör zum Aufnehmen mit demselben (*Popis měřického stolu a jeho příslušenství*)
3. Anleitung zur Ausmessung einer Standlinie und Auswahl der Grosse des verjüngten Masstabes zum Aufnehmen mit dem Messtische (*Návod k určení základny a volbě měřítka pro práci s měřickým stolem*)
4. Von einigen einfachen Operationen, die beim Aufnehmen mit dem Messtische öfters vorkommen (*Některé často užívané jednoduché operace při práci s měřickým stolem*)
5. Von Aufnehmen verschiedener krummer Linien (*O měření křivek / křivých linií*)
6. Ausmessung der Krümmungen des Ufers eines Flusses, Baches oder Weges (*Vyměřování klikatých břehů řek a potoků nebo komunikací*)
7. Aufnahme eines krummer Weges durch einen Wald (*Měření klikatých komunikací procházejících lesem*)
8. Wie der Umfang eines Gebäudes von außen auszumessen? (*Jak zaměřit vnější obvod budovy?*)
9. Die innere Eintheilung der Zimmer oder Verhältnisse eines Gebäudes auszumessen und im Grundrisse darzustellen. (*Jak měřit vnitřní členité místnosti nebo budovy a jejich znázornění do půdorysu*)
10. Von der Aufnahme eines Dorfes überhaupt (*Obecně o měření vesnic*)
11. Allgemeine Anleitung wie der Grundriss einer mit Ringmauern umgebenen Stadt aufzunehmen (*Obecný návod jak zaznamenat půdorys obloukových zdí kolem města*)
12. Verhalten bei der Aufnahme der Wälder (*Postupy pro měření lesa*)
13. Von der Aufnahme und dem Ausdrucke der hohen und niedern Gebirge und flachen Abdachungen in Situations-Planen (*Od měření a znázornění vrchovin, hor a rovin v situačních plánech*)
14. Von dem Aufnehmen einer ganzen Gegend mit dem Messtische (*O měření krajiny pomocí měřického stolu*)
15. Bestimmung der Mittagslinie, und Orientierung der Messtisches nach derselben (*Orientování měřického stolu*)
16. Ein Beispiel von der Aufnahme einer ganzen Gegend mit dem Messtische (*Ukázka zaměření části krajiny pomocí měřického stolu*)
17. Wie sich zu verhalten, wenn die Aufnahme einer Gegend auf einem Messtischblatte allein nicht Raum genug hat? (*Jak se chovat, když je rozsah krajiny větší nežli je možno zakreslit na sekci vyměřovacího listu upnutého na měřickém stole?*)
18. Vom Aufnehmen einer Situation nach dem Augenmassen. (á la Vue) (*O zákresu situace metodu „á la Vue“*)



## Příloha 6.

Vojenská triangulace budovaná v letech 1806 – 1818 a měřené délkové základny (vyznačené žluto-černým praporekem), (Arbeiten des k.k. Generalquartiermeisterstabs... 1850: Astronometrisch – trigonometrische Landesvermessung).



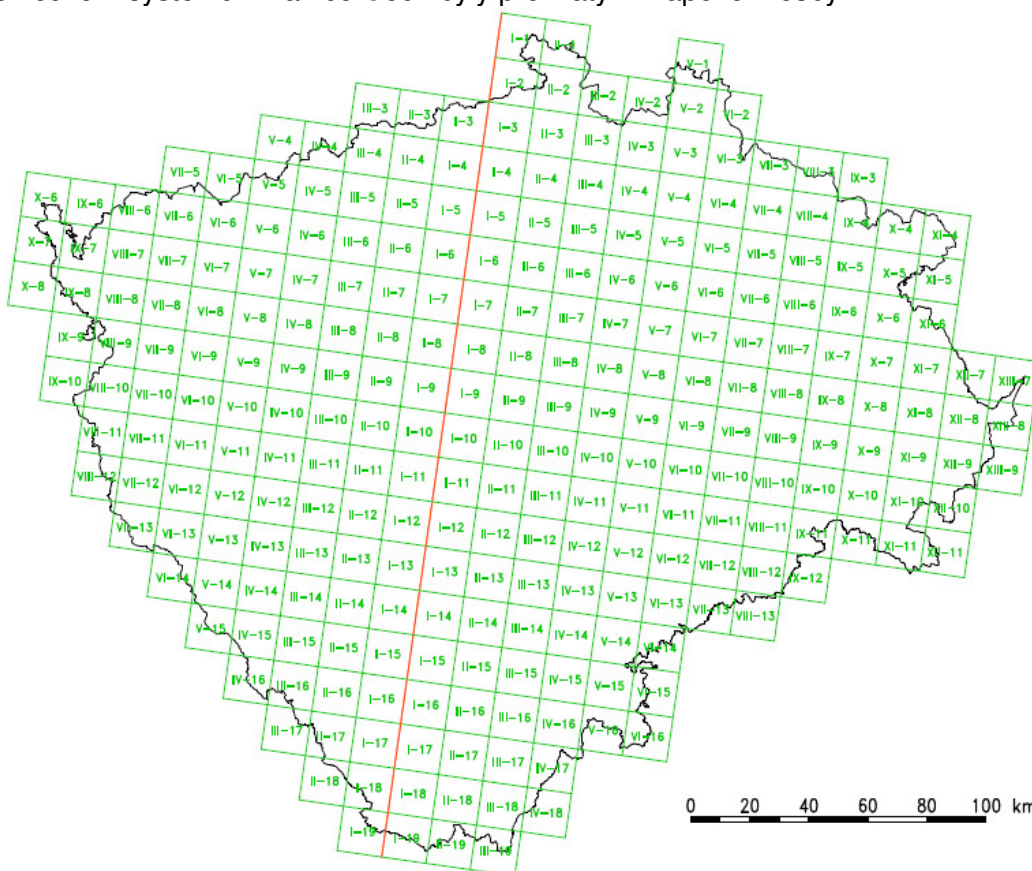




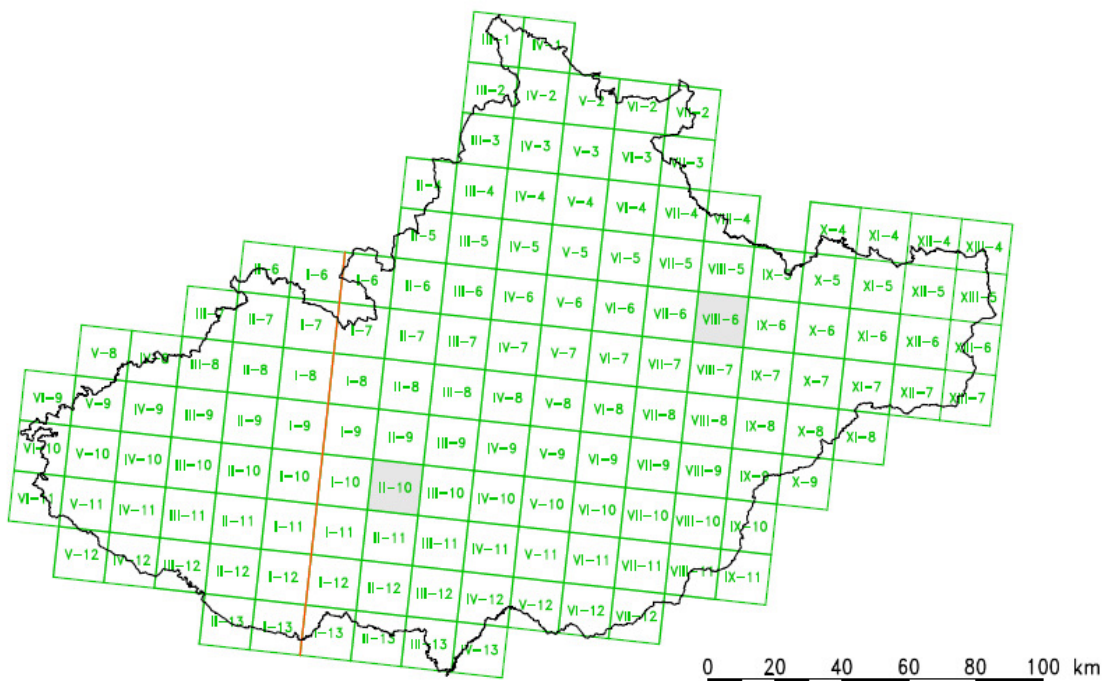


## Příloha 8.

Klad mapových listů druhého vojenského mapování pro území Čech v gusterbergsém souřadnicovém systému. Hranice Čech byly převzaty z mapové kresby.



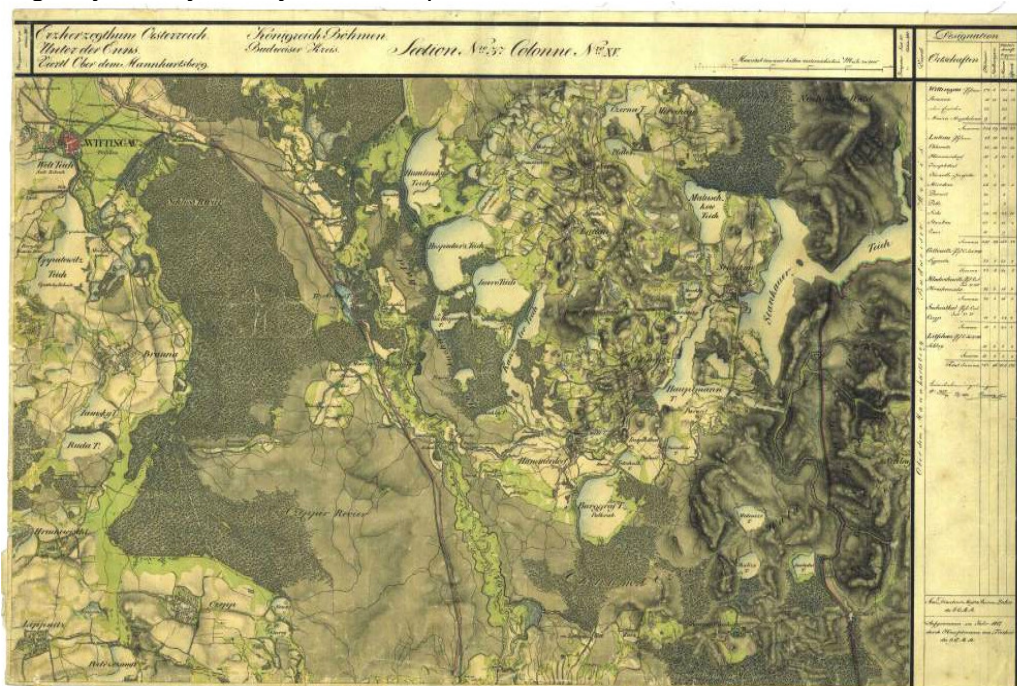
Klad mapových listů druhého vojenského mapování pro území Moravy a Slezska ve svatoštěpánském souřadnicovém systému. Hranice Moravy a Slezska byly převzaty z mapové kresby. Šedou barvou jsou označeny mapové listy, které nebyly k dispozici.



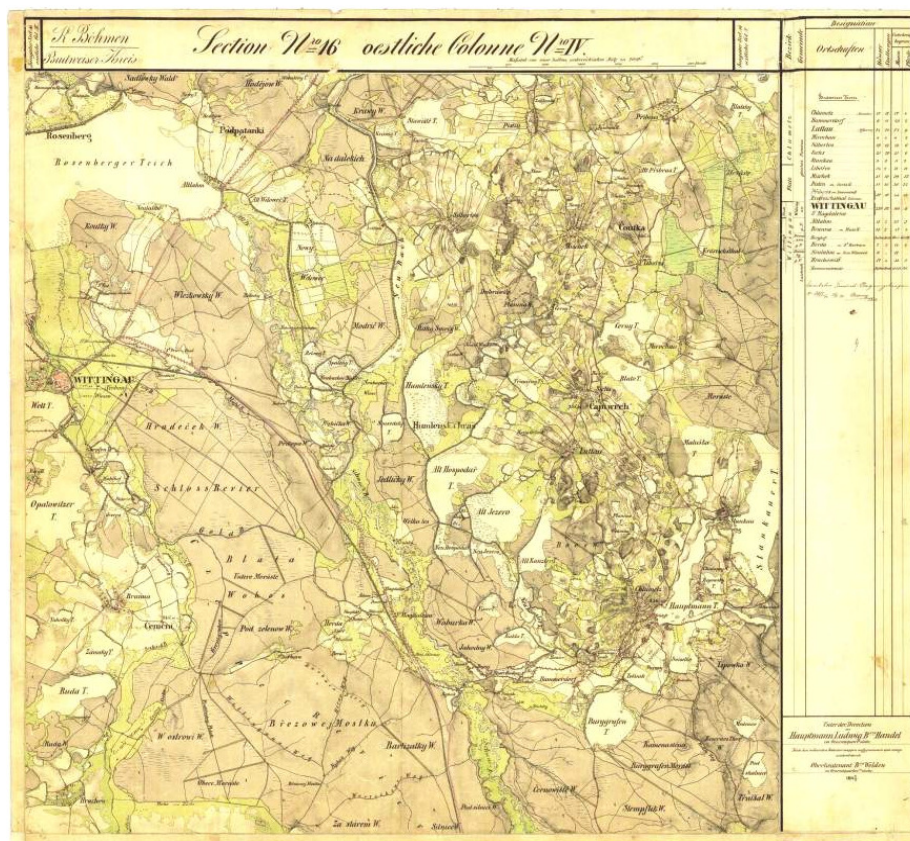


## Příloha 9.

Mapový list XV-37, zobrazující území JV od Třeboně, vyhotovený roku 1817 dle původní technologie, tj. bez využití výsledků mapování SK, v tzv. starším sekčním dělení



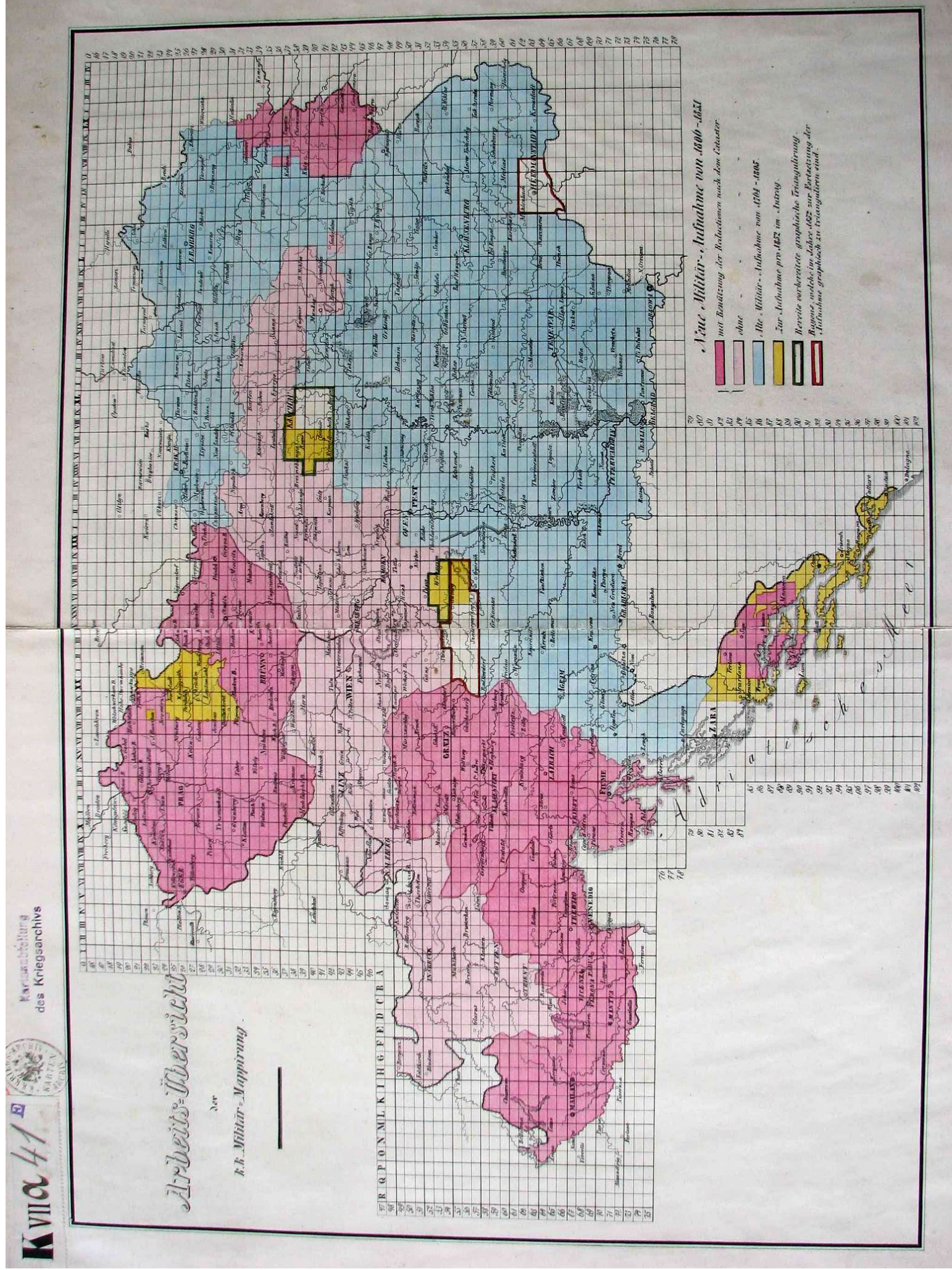
Mapový list O-IV-16, zobrazující území JV od Třeboně, vyhotovený v letech 1842 – 1843 dle modifikované technologie, tj. s využitím výsledků mapování SK, v tzv. novém sekčním dělení.





# Příloha 10.

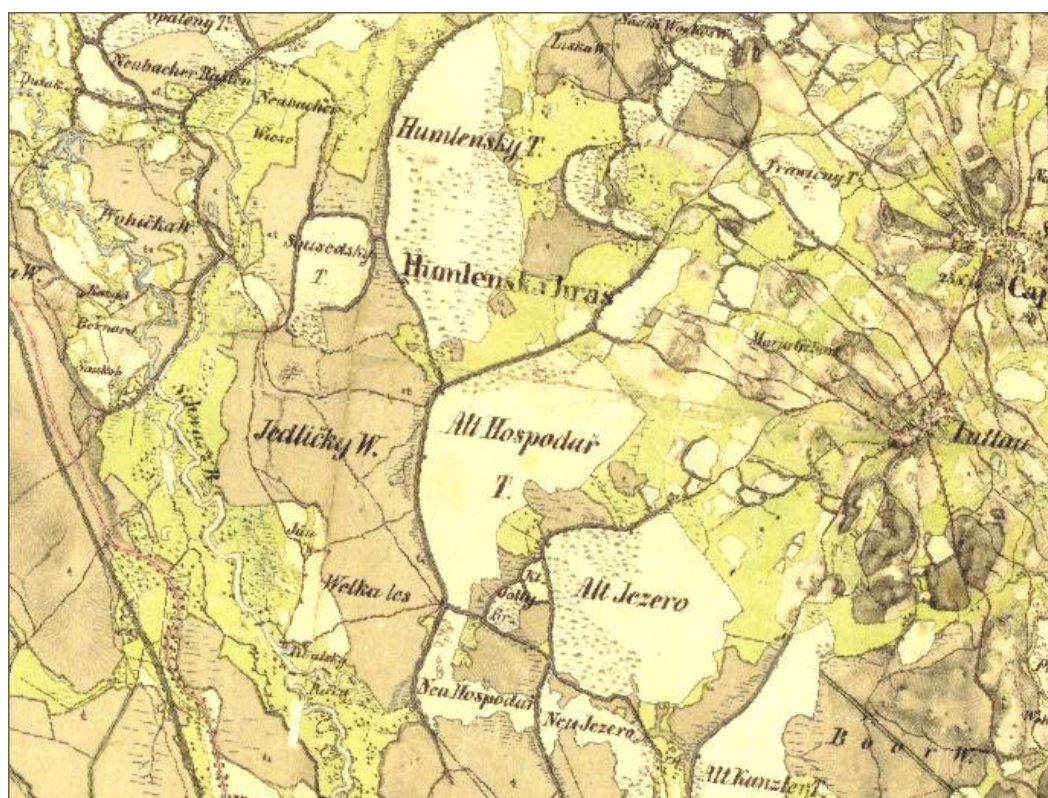
Přehled postupu mapovacích prací druhého vojenského mapování dokončených k roku 1851 s vyznačením prací plánovaných, (Arbeiten des k.k. Generalquartiermeisterstabs... 1850: Arbeits-Übersicht der k.k. Militär-Mappirung).





## Příloha 11.

Část rybníční soustavy ležící východně od Třeboně zobrazené na ML XV-37 vyhotoveném roku 1817 podle původní technologie a ML O-IV-16 vyhotoveném v letech 1842 – 1843 dle modifikované technologie.





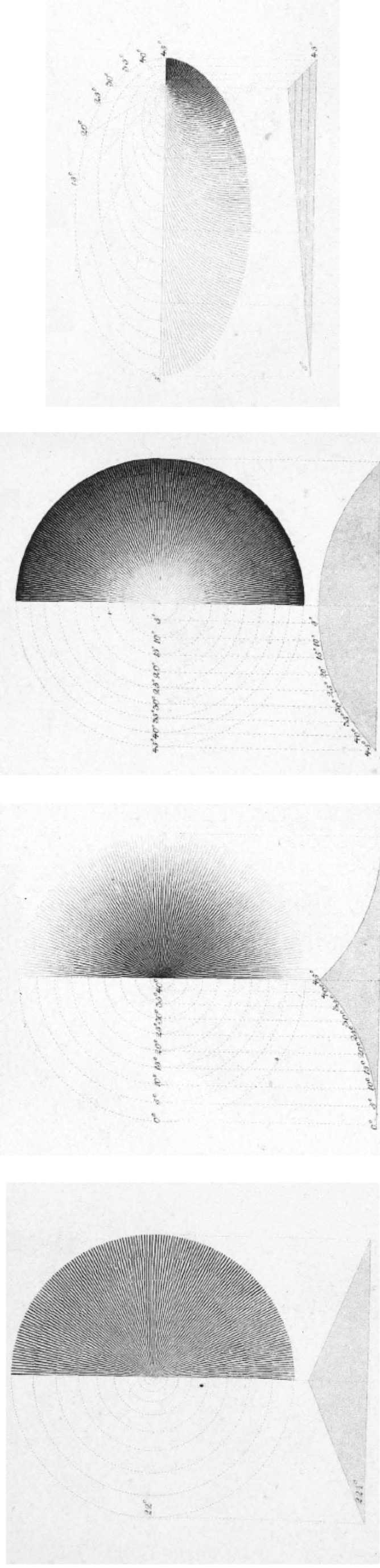
### Příloha 12.

Měřítka pro určení poměru černé a bílé barvy ve vztahu k hodnotě spádu (Lehmann 1812).



### Příloha 13.

Ukázky zákresu vybraných pravidelných těles pomocí Lehmannových šraf podle modelů s vyznačením pomocných linií a konstrukcí (Lehmann 1812).



kužel s lineárním spádem

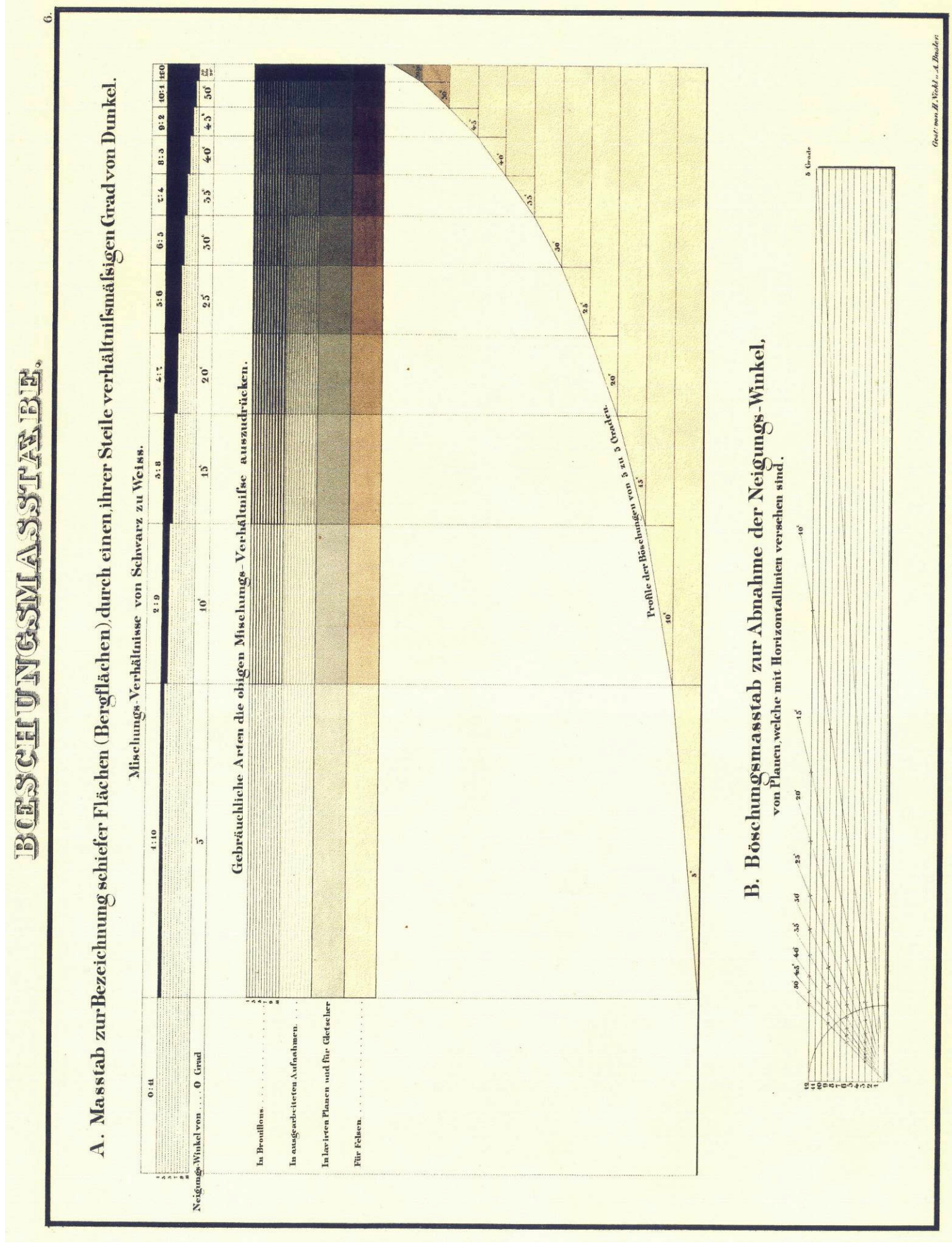
kužel s klesajícím spádem

kulová úseč

kuželová úseč (kužel s elipsoidickou podstavou)

## Příloha 14.

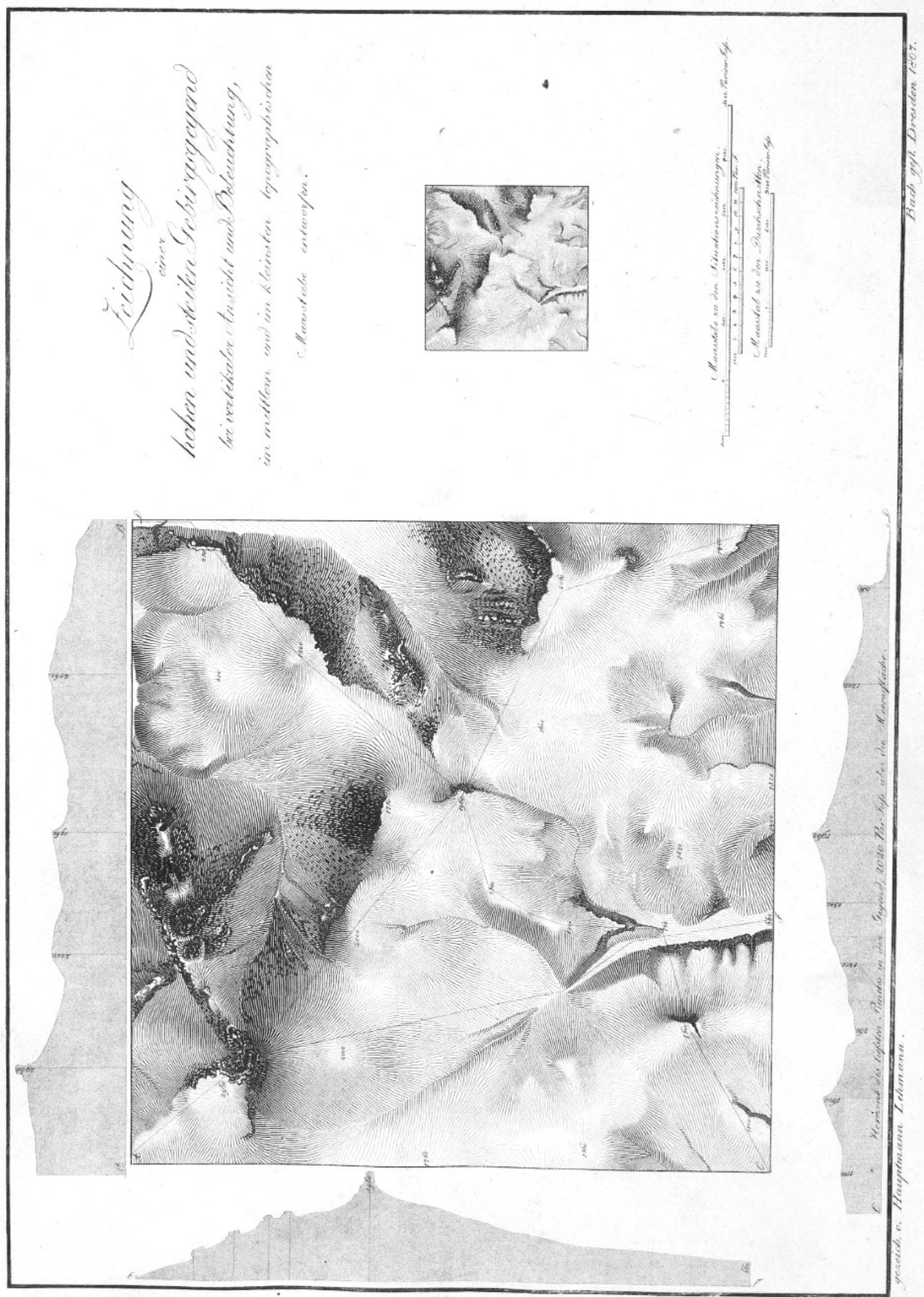
Stupnice pro vyjádření topografických ploch pomocí šrafování s poměry černé a bílé barvy odpovídající příslušnému spádu. V tabulce jsou uvedeny čtyři způsoby vyjádření terénu v náčrtech, na mapovacích sekcích, v lavírovaných plánech a pro zobrazení horských ledovců, pro zobrazení skalisek a velkých skal.  
V dolní části obrázku je měřítko pro určování spádu na plánech, které byly opatřeny vrstevnicemi (Muster-Blätter... 1831 – 1840).





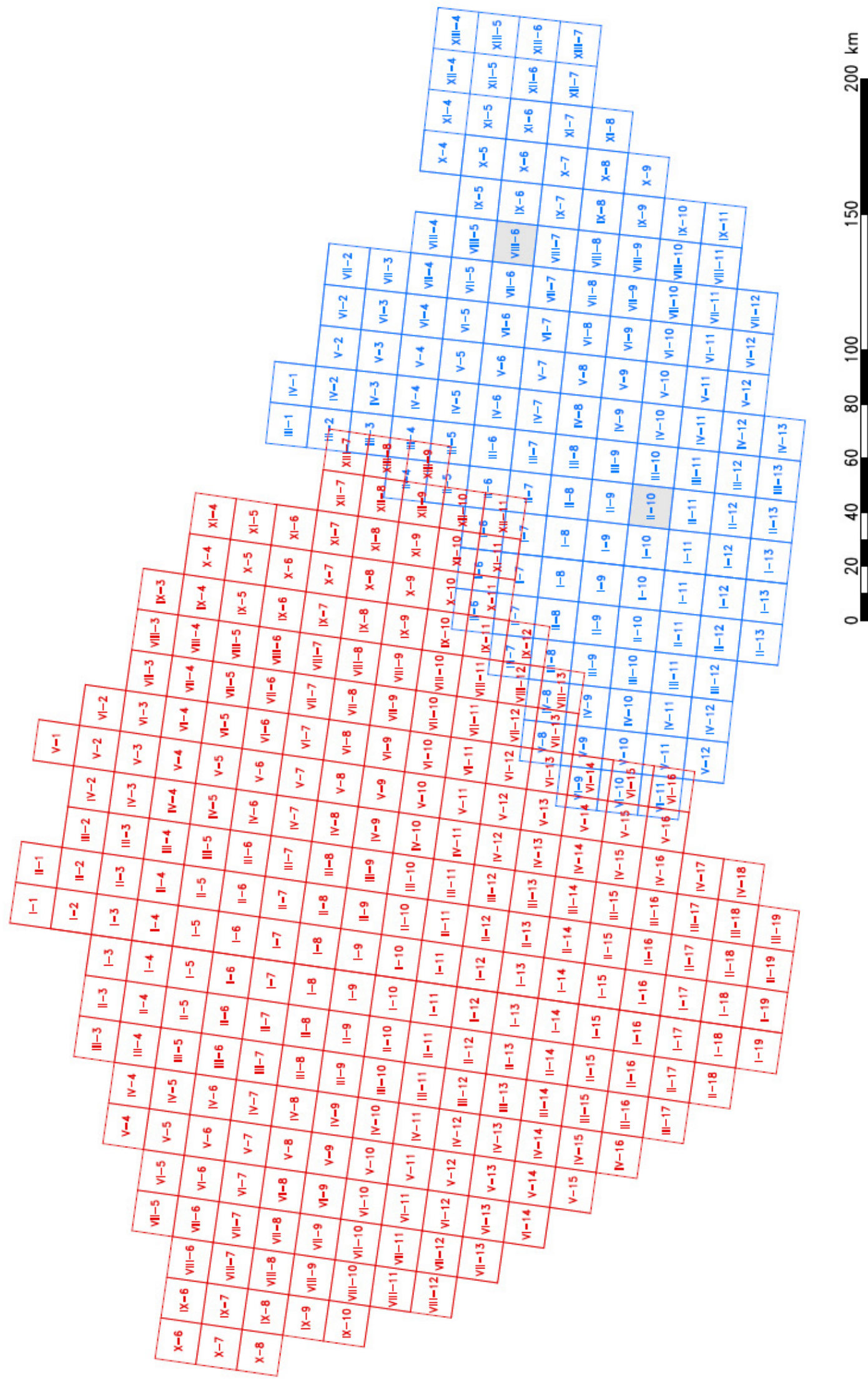
**Příloha 15.**

Lehmannovy šrafy: ukázka zákresu části vysoké a sirmé horské krajiny při kolmém pohledu a osvětu (Lehmann 1812).



## Příloha 16.

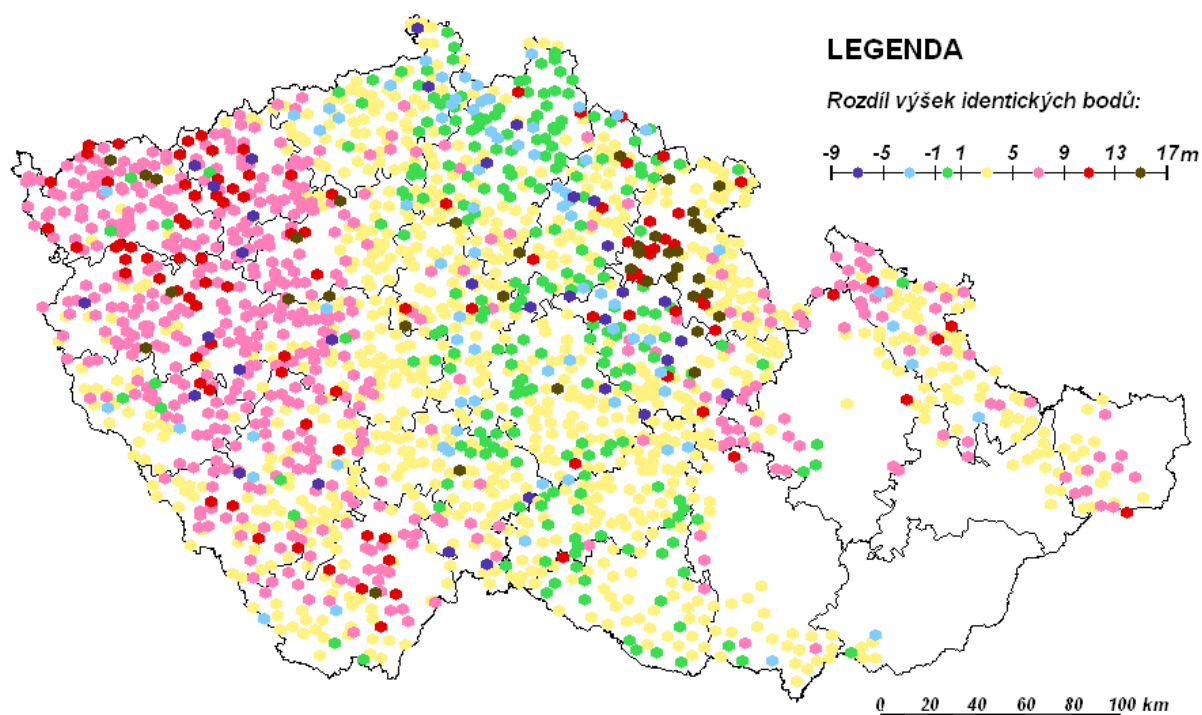
Klad mapových listů druhého vojenského mapování pro Čechy (červeně), Moravu a Slezsko (modře).



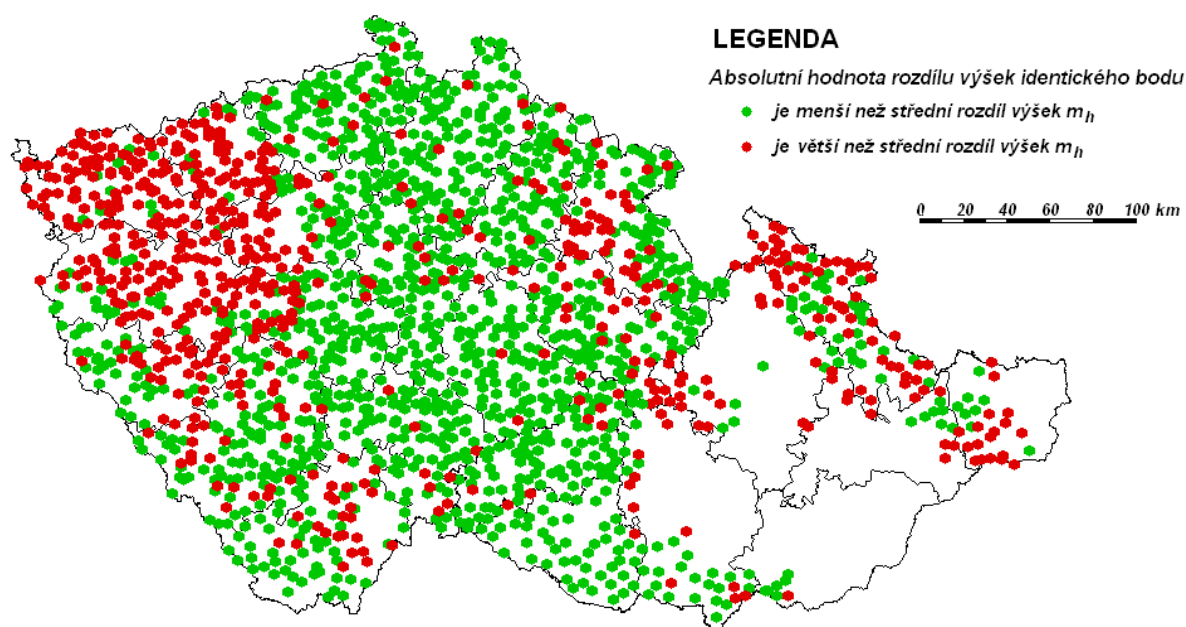


## Příloha 17.

Rozdíly výšek identických bodů na tehdejší území Čech, Moravy a Slezska.



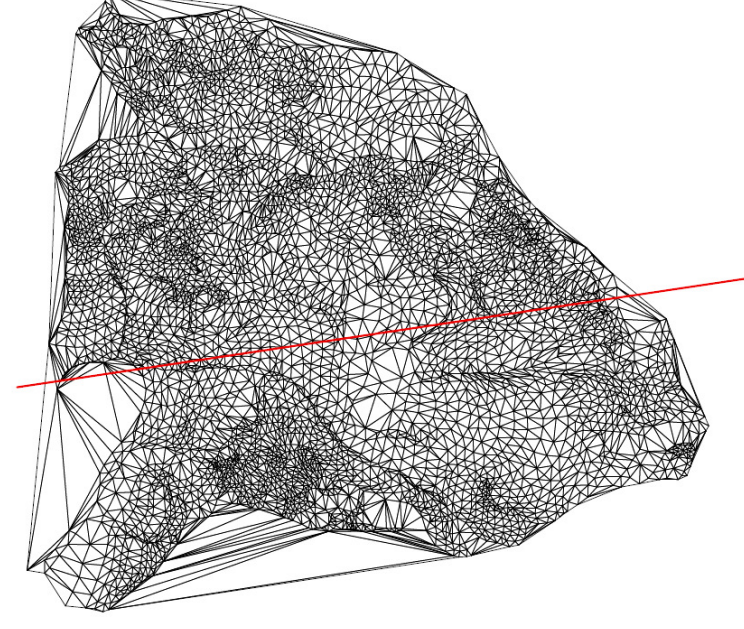
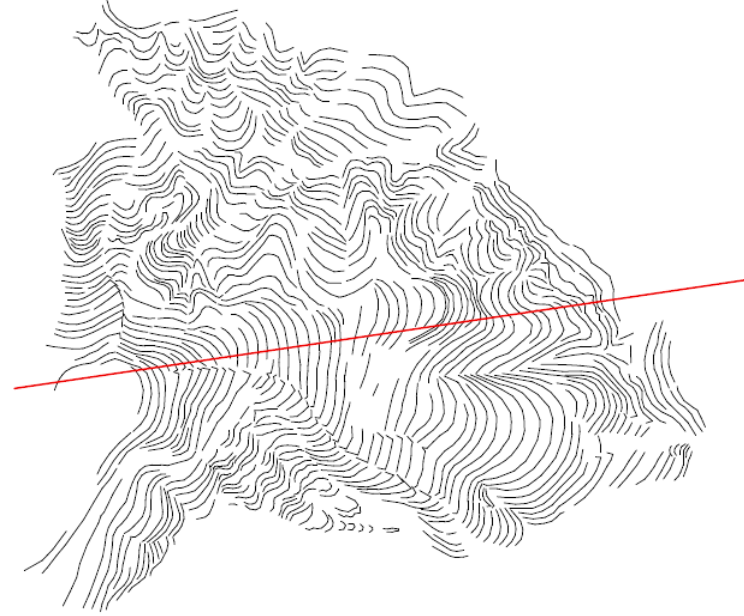
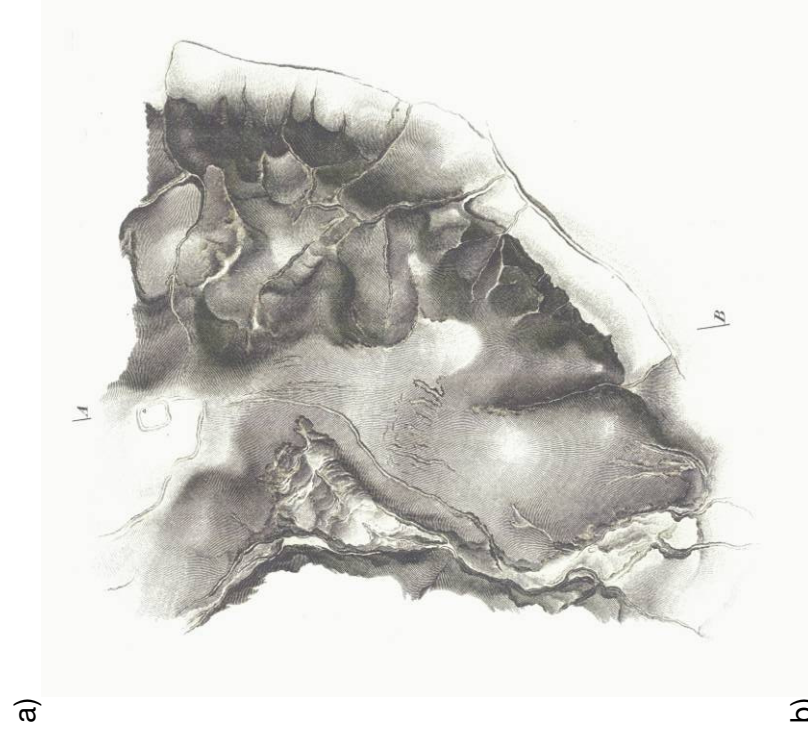
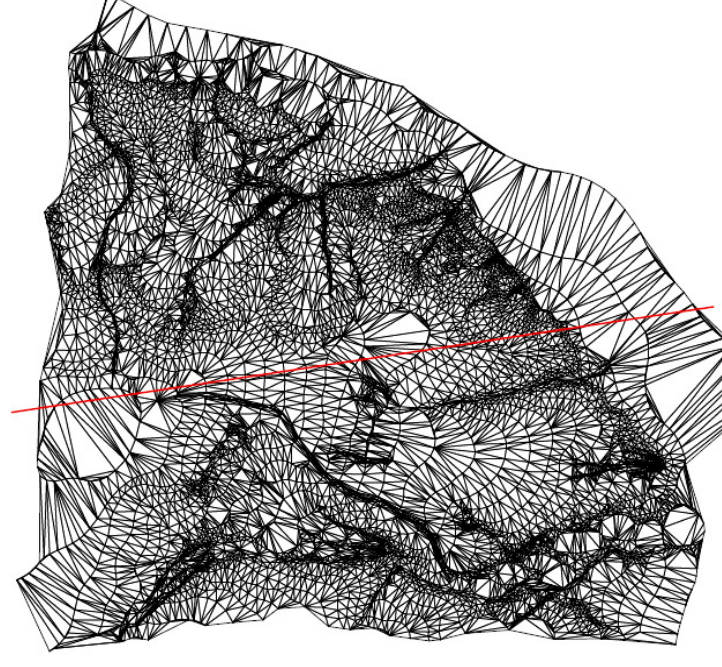
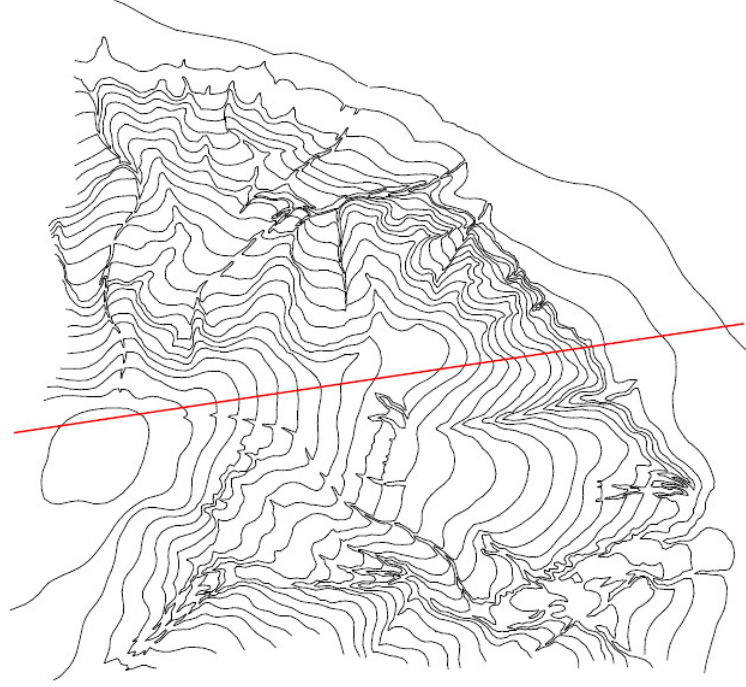
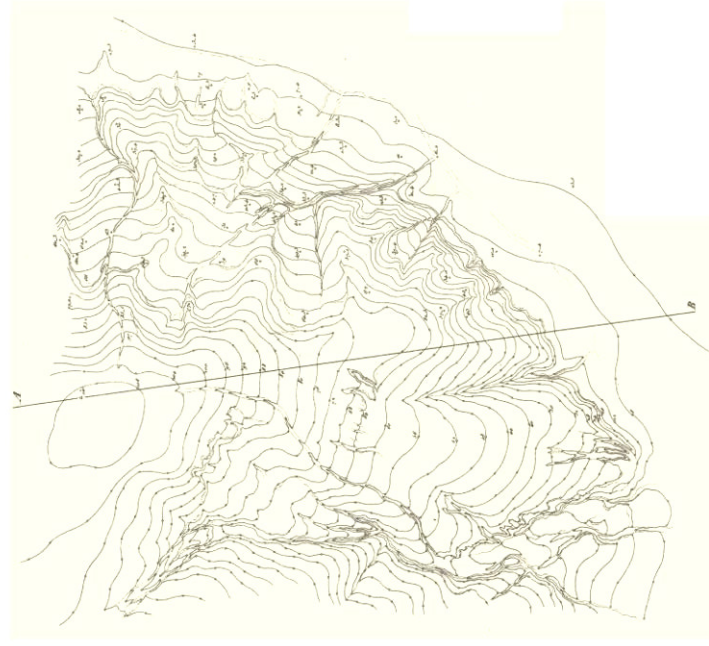
Rozdíly výšek identických bodů v porovnání s hodnotami středních rozdílů výšek na tehdejší území Čech a Moravy a Slezska.





## Příloha 18.

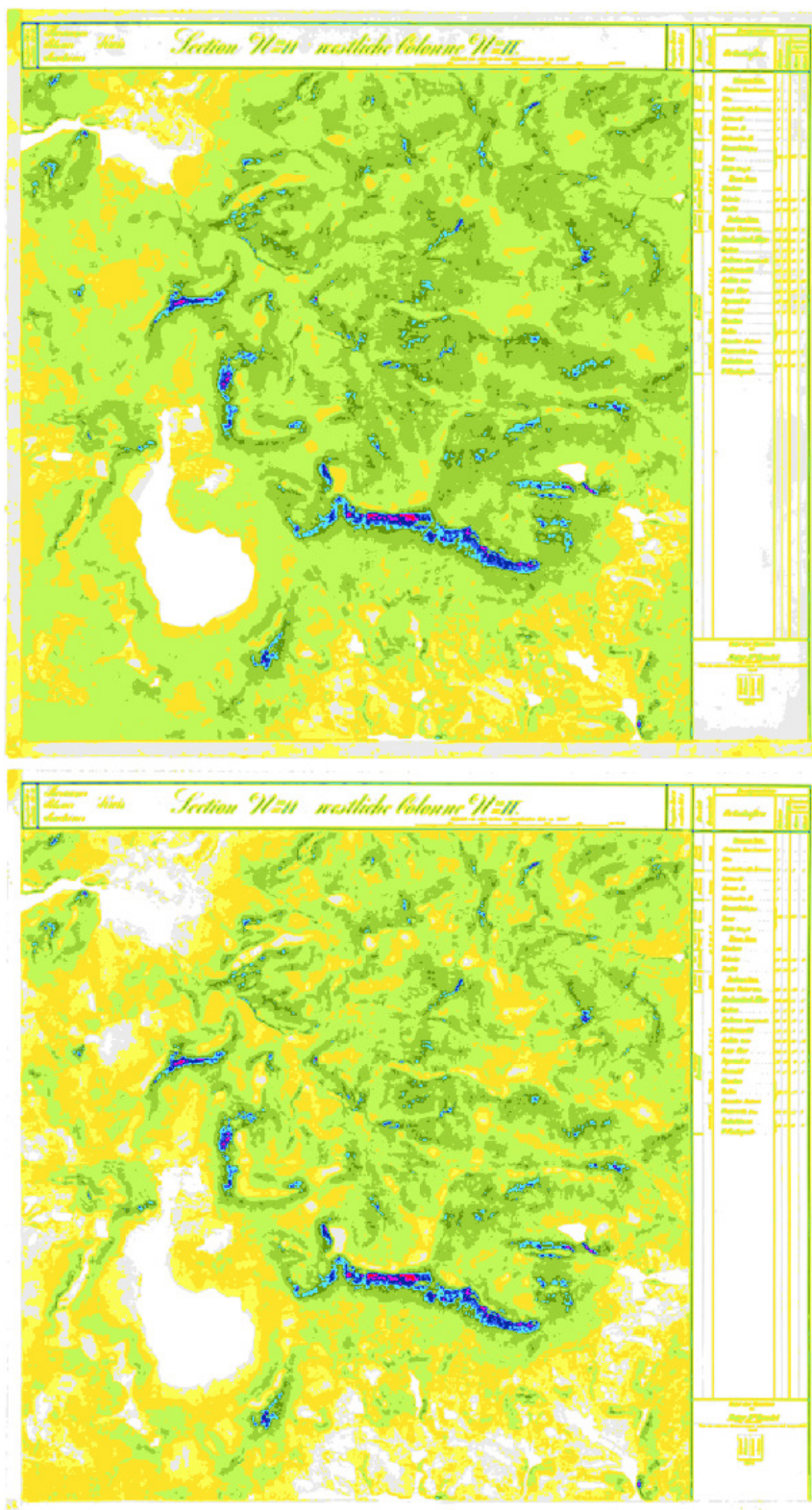
- a) Modelový terénní tvar zakreslený pomocí vrstevnic s uvedenou výškovou kótou na vrcholu a vyznačeným profilovým řezem (Muster-Blätter... 1831 – 1840).
- b) Modelový terénní tvar zakreslený šrafováním s vyznačeným profilovým řezem (Muster-Blätter... 1831 – 1840).
- c) Výchozí podklady pro tvorbu DMT generovaného z vrstevnic s vyznačeným profilovým řezem.
- d) Výchozí podklady pro tvorbu DMT rekonstruovaného ze šraf s vyznačeným profilovým řezem.
- e) Vygenerovaná trojúhelníková síť pro DMT generovaný z vrstevnic s vyznačeným profilovým řezem.
- f) Vygenerovaná trojúhelníková síť pro DMT rekonstruovaný ze šraf s vyznačeným profilovým řezem.





## Příloha 19.

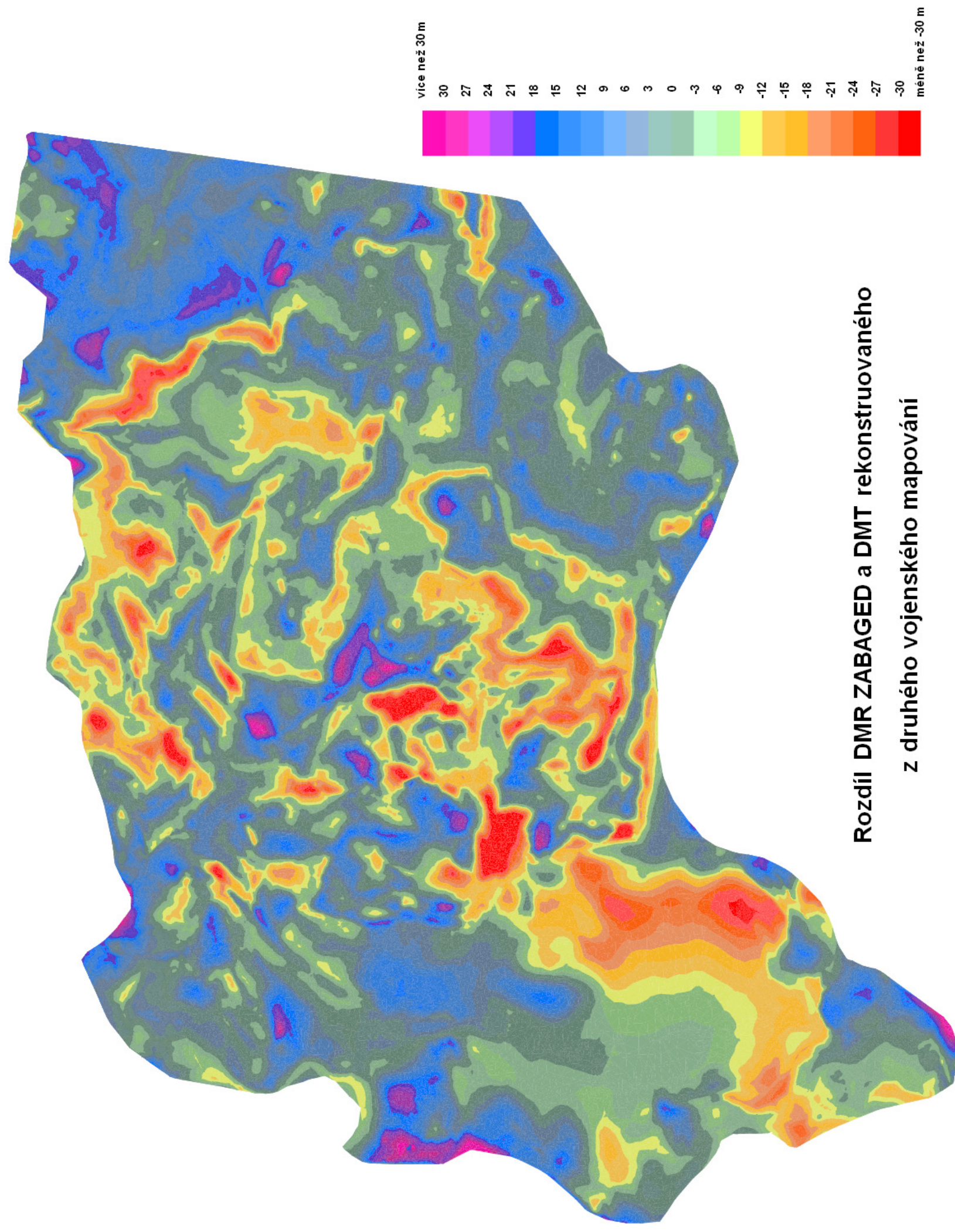
Fragmentace oblastí konstantního spádu pro celý mapový list před (nahore) a po (dole) zohlednění barvy podkladu v oblasti lesů (pravá horní část).





## Příloha 20.

Rozdíl DMR ZABAGED a DMT rekonstruovaného z druhého vojenského mapování (Františkova).



**Rozdíl DMR ZABAGED a DMT rekonstruovaného  
z druhého vojenského mapování**

## Příloha 21.

Obsah přiloženého DVD.

