

Západočeská univerzita v Plzni

Fakulta aplikovaných věd
Katedra matematiky

Diplomová práce

Využití systému WGS 84 pro katastrální mapování

Plzeň, 2006

Ing. Pavel Mátl

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a k obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu použité literatury, který je součástí této diplomové práce.

V Tišnově dne:14.5.2006

.....
Ing. Pavel Mátl

Poděkování

Velmi rád bych poděkoval panu Prof. Ing. Josefu Kabeláčovi, Csc., který mně jako vedoucí diplomové práce poskytl řadu materiálů, informací a odborných rad, které mi byly velmi užitečné při psaní předkládané diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat i panu Prof. Ing. Janu Kosteckému, DrSc., za poskytnuté podklady nezbytné pro vypracování mé diplomové práce. A v neposlední řadě i pracovníkům Katastrálního úřadu Brno-venkov za cenné rady a odbornou i materiální pomoc.

Abstrakt

Práce je zaměřená na posouzení vlivu výběru transformačního klíče vytvořeného pro převod souřadnicového systému ETRS89 do souřadnicového systému S-JTSK, na soubor popisných a geodetických informací vedených v katastru nemovitostí na platné katastrální mapě ve formátu DKM (digitální katastrální mapa). Pro celkový přehled se zaobírá i historií mapování území českých zemí od počátku v 19. století až do současnosti.

Abstract

Target of thesis is to consider influence of transformation key for transformation of system of coordinates ETRS89 to system of coordinates S-JTSK. Transformation to descriptive and geodetic information stored in real estate registry on valid real estate registry map in format DRERM (digital real estate registry map). For complete overview it covers also mapping history of Czech country from 19th century untill present.

Klíčová slova

Česká republika, katastr nemovitostí, GPS, digitální katastrální mapa, transformace, měření, mapování, S-JTSK, ETRS, souřadnicový systém, geodézie

Key words

Czech Republic, Cadastre of Real Estates, GPS, Digital Cadastre Map, transformation, surveying, mapping, S-JTSK, ETRS, system of coordinates, geodesy

1	Geodetické polohové základy v České republice-historie.....	9
1.1	Souřadnicové systémy na území České republiky.....	9
1.1.1	Katastrální triangulace 1821-1864 [8].....	9
1.1.2	Vojenská triangulace 1862-1898 [8].....	9
1.1.3	Československá Jednotná trigonometrická síť (JTS) [8].....	9
1.1.4	Souřadnicový systém 1952 (S-52) [8].....	12
1.1.5	Souřadnicový systém 1942 (S-42) [8].....	12
1.1.6	Souřadnicový systém 1942/83 (S-42/83) [8].....	13
1.1.7	Souřadnicový systém S-JTSK/95. [2].....	13
2	Výškové systémy [2].....	14
2.1	Referenční plochy pro měření výšek.....	14
2.2	Balt po vyrovnání.....	15
3	Globální polohový systém GPS, základy, využití, historie [3].....	16
3.1	Klasické družicové polohové systémy (GPS, GLONASS).....	16
3.1.1	Obecná struktura.....	16
3.1.2	Kosmický segment.....	16
3.1.3	Řídící segment.....	16
3.1.4	Uživatelský segment.....	17
3.2	Popis systému GPS.....	17
3.2.1	Historie vzniku systému GPS.....	17
3.2.2	Přehledný souhrn družic používaných v GPS.....	18
3.3	Struktura systému GPS.....	18
3.3.1	Kosmický segment.....	18
3.3.2	Řídící segment.....	18
3.3.3	Uživatelský segment.....	19
4	GPS aplikace vhodné pro KN. Aplikace GPS v mapování [3].....	19
4.1	Statická metoda	19
4.2	Rychlá statická metoda.....	19
4.3	Stop And Go	19
4.4	Kinematická metoda.....	19
4.5	Kinematická metoda bez inicializace.....	19
4.6	Diferenční GPS	19
5	IERS, ETRS a rámec ETRF [2], [4].....	19
5.1	IERS (International Earth Rotation Service).....	19
5.2	ETRS (European Terrestrial Reference System 89).....	20
6	Kartografická zobrazení v evropských zemích [5].....	20
6.1	Popis jednotlivých zobrazení.....	20
6.1.1	Transverse Mercator (příčné, válcové, konformní) [7].....	20
6.1.2	Universal Transverse Mercator.....	21
6.1.3	Gauss-Krügerovo zobrazení.....	21
6.1.4	Lambertovo zobrazení (konformní, kuželové).....	21
6.1.5	Křovákovo zobrazení (dvojitě, konformní, kuželové v obecné poloze).....	22
6.1.6	Konformní válcové zobrazení v obecné poloze.....	22
6.1.7	Stereografické zobrazení v obecné poloze.....	22
6.1.8	Bonneovo zobrazení (nepravé, ekvivalentní, kuželové).....	22
6.2	Přehled užívaných kartografických zobrazení evropských zemí.....	23
7	Křovákovo zobrazení (dvojitě, konformní, kuželové v obecné poloze) [11].....	23
7.1	Konformní zobrazení Besselova elipsoidu na kouli = Gaussovo zobrazení.....	25
7.2	Transformace souřadnic.....	25
7.3	Konformní kuželové zobrazení.....	25
8	Referenční síť GPS v ČR [8].....	28
8.1	EUREF-CS/H 91.....	28
8.2	CS-NULRAD-92.....	28
8.3	CS-BRD-93.....	29

8.4DOPNUL.....	29
8.5ETRS-89 v České republice.....	30
9Transformace souřadnic-teorie [8].....	31
9.1Lineární konformní transformace.....	31
9.2Helmertova transformace.....	32
9.3Jungova transformace.....	32
9.4Konformní transformace vyššího řádu.....	33
9.5Transformace souřadnic v prostoru.....	33
10Rozbor zkoumaných diplomových prací, výběr transformačního klíče.....	34
10.1Lokální transformační klíč o 7- parametrech, Helmertova transformace [6].....	34
10.1.1 Transformace souřadnic (B,L,Hel) na (X,Y,Z).....	34
10.1.2 Transformace souřadnic (X,Y,Z) na (B,L,H).....	34
10.2Dvou dimenzionální transformace- poloha, jedno dimenzionální transformace – výška [2]..	35
10.2.1Dvou dimenzionální prostorová transformace.....	35
10.2.2Jedno dimenzionální transformace.....	36
11Implementace.....	36
11.1Dané podklady.....	36
11.2Postup prací.....	36
11.2.1Převod sférických souřadnic (B,L,Hel) na prostorové pravoúhlé souřadnice (X,Y,Z).....	36
11.2.2Transformace daných bodů systému ETRS89 elipsoid GRS80 pomocí známého klíče na elipsoid Besselův.....	37
11.2.3Převod prostorových pravoúhlých souřadnic (X,Y,Z) na sférické souřadnice (B,L,Hel)..	37
11.2.4Převod sférických souřadnic (B,L,Hel) na rovinné souřadnice (y,x) Křovákova zobrazení systému S-JTSK a výškový systém Balt po vyrovnání (Bpv, Hn).....	38
11.2.5Výpočet transformační klíče pro transformaci souřadnic v systému S-JTSK.....	38
11.2.6Transformace podrobných bodů pozemkových hranic.....	39
11.2.7Zhodnocení.....	40
12Závěr.....	42
13Literatura.....	44
14Seznam příloh.....	45

Úvod

Ve své práci se budu snažit o posouzení vlivu výběru transformačního klíče vytvořeného pro převod souřadnicového systému ETRS89 do souřadnicového systému S-JTSK, na soubor popisných a geodetických informací vedených v katastru nemovitostí v náhodně zvolené oblasti ČR na platné katastrální mapě ve formátu DKM (digitální katastrální mapa).

Budu se zajímat o vliv použití různých druhů transformačních klíčů ať již lokálních nebo globálních na polohovou deformaci katastrální mapy. Především budu posuzovat jejich vliv na posun, pootočení, změnu měřítka, případně deformaci pozemkových hranic, na změnu výměry a případně další aspekty.

Hlavním důvodem této práce je posoudit možnost využití globálního transformačního klíče, zpracovaného v celorepublikovém měřítku na malém území. Možnost využití tohoto klíče pro běžnou měřickou praxi v katastru nemovitostí v dané přesnosti požadované vyhláškou č. 190/1996 Sb., pro zpracovávání geometrických plánů některou z metod GPS uvedených např. v práci [3].

Pro výběr, výpočet a kontrolu transformačních klíčů využiji práce [6], dále zpřesněný globální transformační klíč poskytnutý p. profesorem Kosteleckým a výřez z DKM z katastrálních území Košíkov, Velká Bíteš, Ludvíkov u Velké Bíteše a Mařatice, tyto podklady mi ochotně poskytly pracovnice katastrálního úřadu v Tišnově.

Ve své práci budu především věnovat pozornost postupům a výsledkům, které byly získány v předchozích diplomových pracích [2], [3], [6] na ZČU v Plzni i na ČVUT v Praze.

Předpokládám že pro zpracování výsledků použiji programovací prostředí MATLAB, dále tabulkový procesor MS Excel a dále geodetický program WINGEUS 13.0.

1 Geodetické polohové základy v České republice-historie

1.1 Souřadnicové systémy na území České republiky

Československé geodetické polohové základy (dále GPZ) byly budovány v sedmi historických etapách:

1. Katastrální triangulace na území bývalé monarchie Rakousko-uherské v letech 1821-1864, první souvislá síť I. řádu, po zhuštění byla podkladem pro katastrální mapování.

2. Vojenská triangulace na území bývalé Rakousko-uherské monarchie v letech 1862-1898.

3. Československá Jednotná trigonometrická síť katastrální (S-JTSK).

5. Souřadnicový systém 1952 (S-52).

5. Souřadnicový systém 1942 (S-42).

6. Souřadnicový systém 1942/83 (S-42/83).

7. Souřadnicový systém S-JTSK/95.

1.1.1 Katastrální triangulace 1821-1864 [8]

V letech 1821 - 1840 bylo území bývalé Rakousko-uherské monarchie pokryto první souvislou trigonometrickou sítí I. řádu jako část katastrální triangulace, prováděné až do roku 1864 pro mapování stabilního katastru v měřítku 1:2880. Síť byla budována bez řádného plánu, často nebyly rozlišovány body různého řádu a síť nebyla vyrovnána jako celek. Body byly stabilizovány dřevěnými kůly, které byly nahrazeny kameny někdy až po více než 20 letech. Aby nedošlo k velkým deformacím délek a ploch, byla monarchie rozdělena na více poledníkových pásů se samostatnými souřadnicovými soustavami zobrazení Cassiniho. Osa X byla vždy položena do poledníku, jdoucího význačným trigonometrickým bodem I. Řádu, viz obr. 1.1.

1.1.2 Vojenská triangulace 1862-1898 [8]

Poměrně přesná trigonometrická síť I. řádu byla vybudována Vojenským zeměpisným ústavem ve Vídni na území bývalého Rakouska-Uherska. Byť se jednalo o plošnou síť, byly na Moravě a zvláště na Slovensku poměrně velké mezery. Tato triangulace byla součástí středoevropského stupňového měření. Práce byly řízeny "Stálou komisí středoevropského stupňového měření", ze které později vznikla "Mezinárodní unie geodetická a geofyzikální".

Celkem bylo měřeno 22 geodetických základen, z toho na našem území dvě - u Josefova a u Chebu. Většina základen však plnila pouze kontrolní funkci. Rozměr sítě byl v našich zemích prakticky nejvíce ovlivněn jednou geodetickou základnou u Josefova. Síť byla zpracována na referenčním elipsoidu Besselově se základním bodem Hermannskogel, jehož astronomicky naměřené souřadnice a azimut byly použity jako výchozí pro výpočet geodetických souřadnic celé sítě. Výsledkem byla na tehdejší dobu dosti přesná síť. Jejím podstatným nedostatkem však byla její chybná orientace (téměř 10" v azimutu). Rovněž rozměr sítě byl určen pouze s přesností, jakou umožňuje odvozování rozměru prakticky z jedné geodetické základny pro rozsáhlejší území. Při tehdejší způsobu zhušťování a měření detailu však proměnlivé místní měřítko nehrálo rozhodující roli.

1.1.3 Československá Jednotná trigonometrická síť (JTS) [8]

Po vzniku Československé republiky v roce 1918 nebyly na našem území jednotné a spolehlivé geodetické základy pro nová měření a mapování na úrovni odpovídající dané době. Proto v roce 1919 zřídilo tehdejší ministerstvo financí triangulační kancelář a jejím přednostou jmenovalo Ing. Josefa Křováka. Úkolem této kanceláře bylo vybudovat na celém území republiky v krátké době Jednotnou trigonometrickou síť katastrální až do délky stran asi 5 km.

Budování Čs. JTS probíhalo v letech 1920-57 ve třech základních etapách:

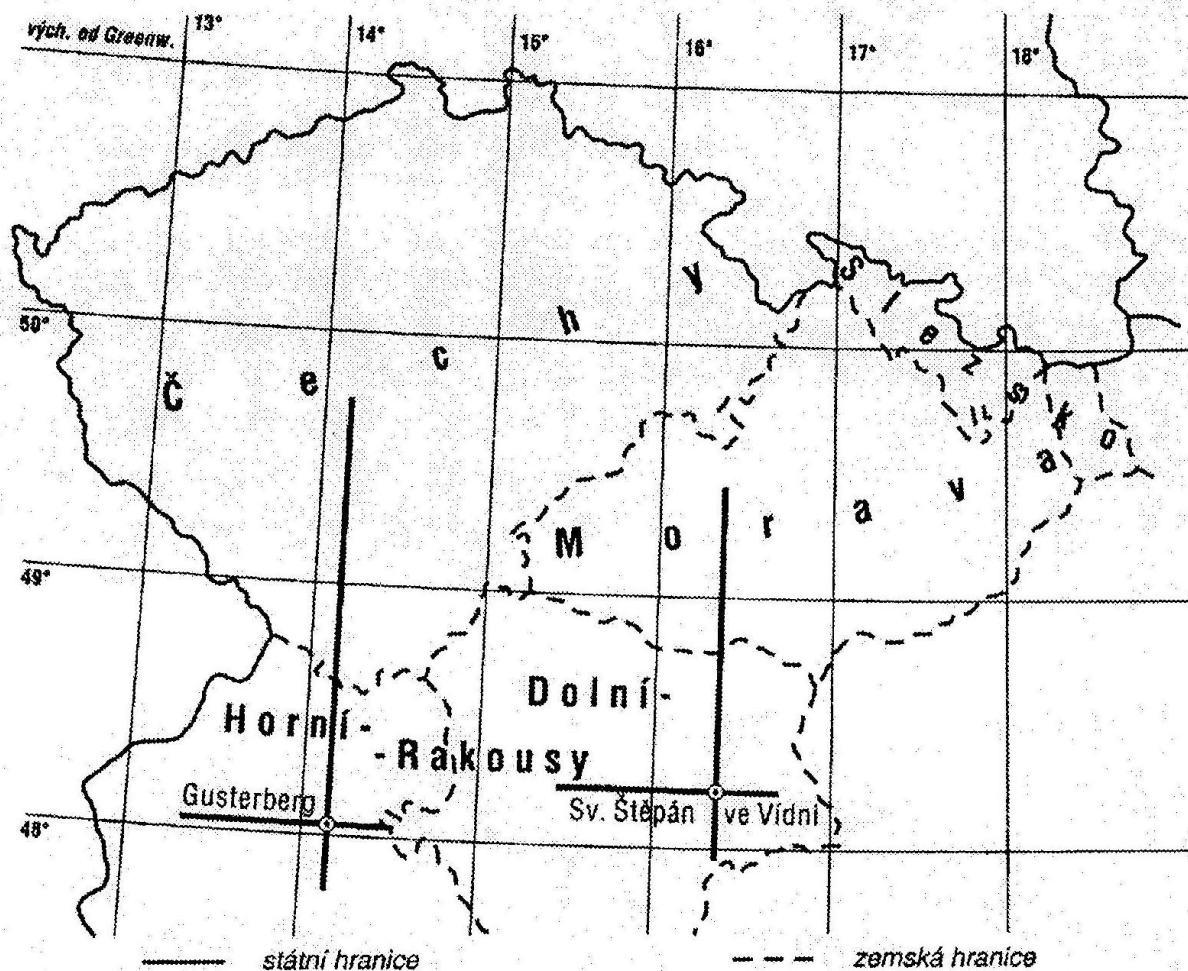
1. Zaměření „Základní trigonometrické sítě I. řádu“ (1920-27).

2. Zaměření a zpracování „JTS I. řádu“ (1928-37).

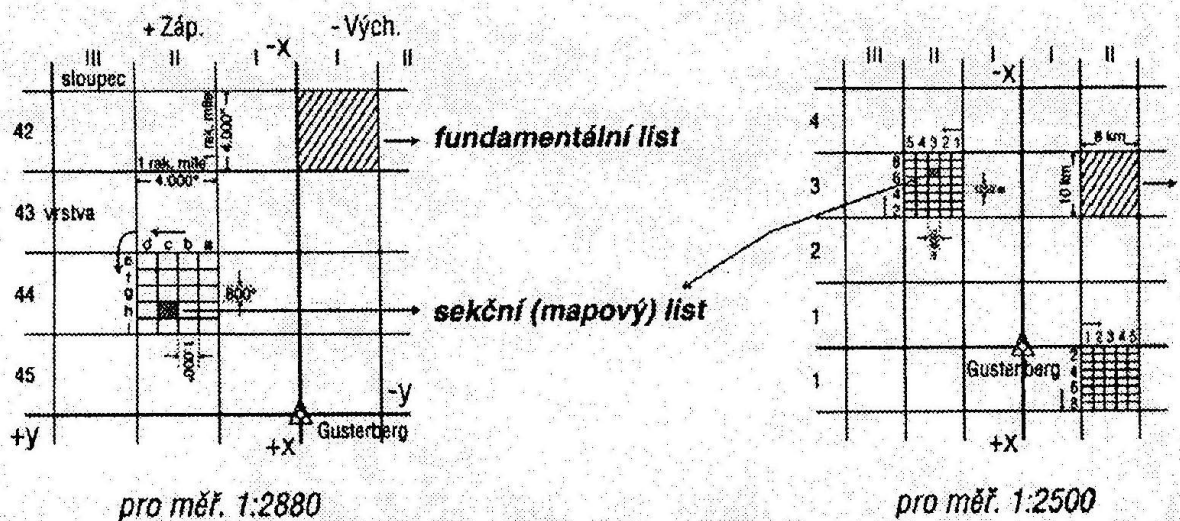
3. Zaměření a zpracování ostatních bodů JTS, tj. bodů II, III, IV, a V. řádu, probíhající v letech 1928-57.

Z časových a technických důvodů nebylo možno vybudovat tyto základy podle všech tehdy známých požadavků, nebyla provedena nová astronomická měření, nebyly měřeny geodetické základny a síť, nebyla spojena se sítěmi sousedních států.

Souřadnicové pravouhlé soustavy stabilního katastru a rozdělení jejich kvadrantů

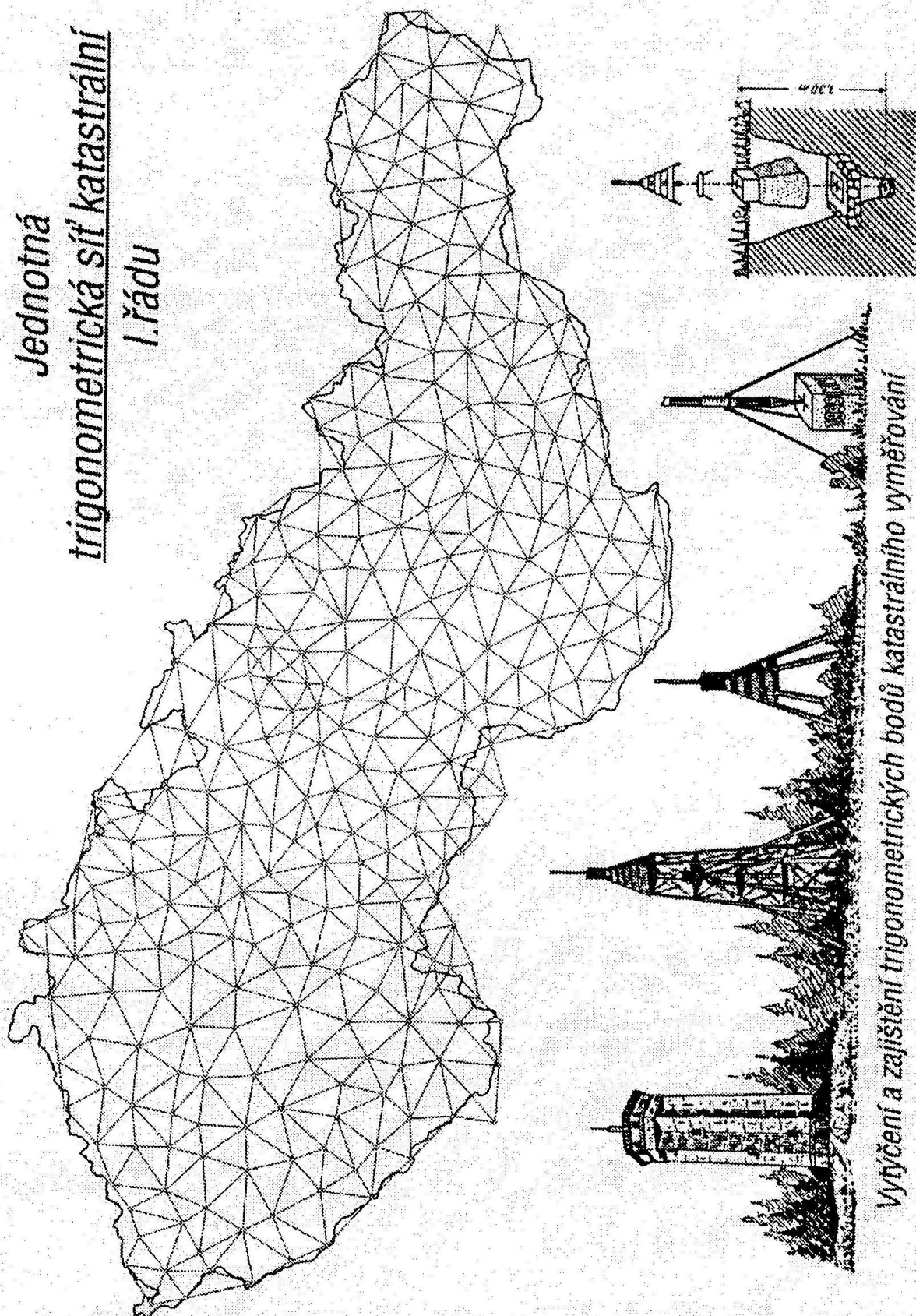


Čtvereční rakouská míle-fundamentální (triangulační) list, sekce-sekční (mapový) list



Obr. 1.1. Souřadnicové soustavy stabilního katastru

Jednotná
trigonometrická síť katastrální
I.řádu



Obr. 1.2. Jednotná trigonometrická síť I.řádu. Stav v r. 1936, po doplnění bodů v Čechách

1.1.4 Souřadnicový systém 1952 (S-52) [8]

Po druhé světové válce a politickém rozdělení Evropy byly naše geodetické základy postupně začleňovány do jednotné soustavy, jejímž jádrem byla astronomicko-geodetická síť (AGS) západní části SSSR. Předtím, než bylo realizováno přesné zapojení, bylo požadováno urychleně vytvořit pro topografické mapy předběžný systém, přesný natolik, aby se od pozdějšího přesného lišil jen velmi málo a bez nepříznivých důsledků pro započaté topografické mapování.

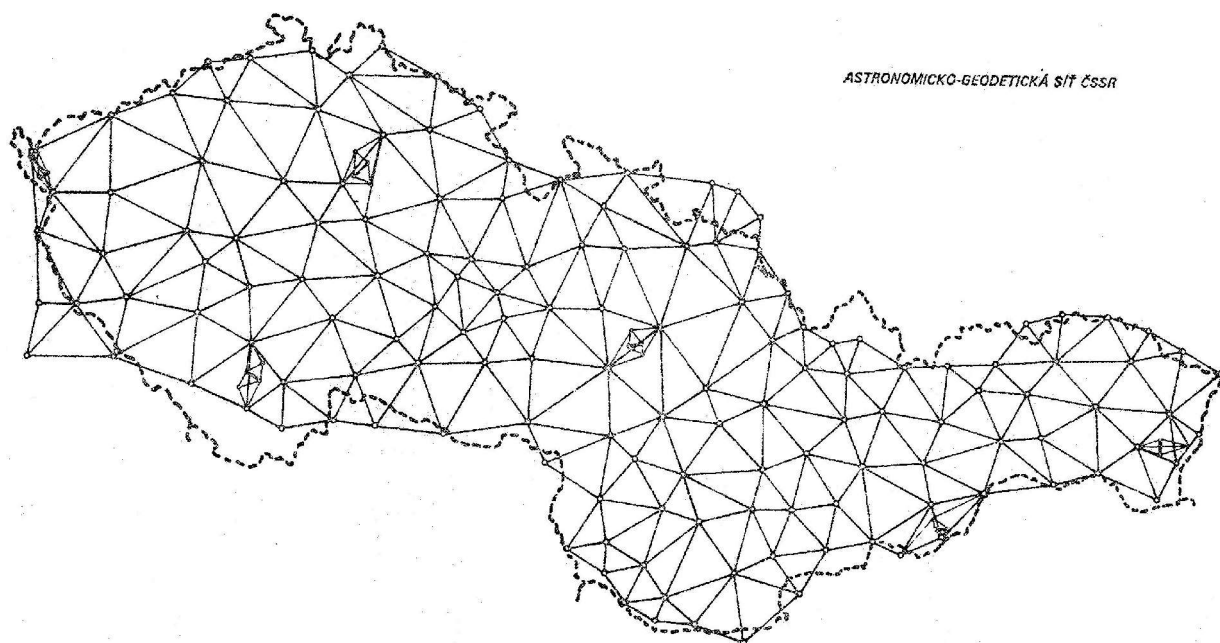
V roce 1952 byly ze SSSR dodány souřadnice několika desítek bodů na území naší republiky, vypočtených v sovětském souřadnicovém systému 1942 (Krasovského elipsoid, Gaussovo zobrazení). Studie ukázaly, že tento bodový podklad je méně přesný než naše JTSK, což bylo způsobeno mj. tím, že k výpočtu bylo použito starších výsledků triangulace na našem území (1862-1898). Čs. JTSK byla transformována způsobem do jisté míry podobným, jako to učinil J. Křovák v roce 1928, tedy výpočtem klíče konformní transformace. Oproti roku 1928 byla zvolena nikoliv lineární, nýbrž kubická konformní transformace v rovině Křovákova zobrazení.

1.1.5 Souřadnicový systém 1942 (S-42) [8]

Jakmile byly po I. světové válce zabezpečeny aktuální potřeby praxe, byla vedle JTSK, jejíž zhušťování dále probíhalo, budována od r. 1931 též tzv. Základní trigonometrická síť, s většími trojúhelníky ($s=36$ km), s nejvyšší dosažitelnou přesností a podle nejnovějších vědeckých poznatků. Této síti se později podle mezinárodně zavedeného označení říkalo astronomicko-geodetická síť (AGS). Většina bodů této sítě je identická s body I. řádu JTSK.

Do začátku druhé světové války byla provedena četná astronomická měření, měřeny některé úhly metodou vrcholovou, změřena základna u Jesenského, uskutečněno spojení se sítí rakouskou a rumunskou. Za okupace se úhly na území Čech a Moravy měřily metodou vrcholovou, v pohraničí metodou Schreiberovou. Byla zaměřena základna u Poděbrad, bylo uskutečněno spojení se sítí německou a vykonána další astronomická měření. Po roce 1945 se pokračovalo v měření úhlů na Slovensku (metodou vrcholovou), v měření základen a v pracích astronomických a gravimetrických a bylo uskutečněno spojení se sítí sovětskou, polskou a maďarskou.

V letech 1956-58 byla tato síť (AGS) vyrovnána společně s dalšími sítěmi zemí Východní Evropy. Vyrovnání bylo realizováno na Krasovského elipsoidu a pro rovinné souřadnice (x, y) bylo použito Gaussova zobrazení.



Obr. 1.3. Astronomicko-geodetická síť ČSR

1.1.6 Souřadnicový systém 1942/83 (S-42/83) [8]

Od mezinárodního vyrovnání Čs. AGS došlo v ČSR k dalšímu zpřesnění a doplnění naměřených hodnot - bylo zaměřeno (el. dálkoměry) 14 délek stran v AGS pro „Základnu kosmické triangulace“ (ZKT), bylo zaměřeno 10 délek stran AGS, rozložených rovnoměrně v AGS. Z toho 6 stran jsou původní tzv. výchozí strany, odvozené ze základen, zaměřených invarovými dráty, byly zaměřeny některé nové astronomické veličiny, zejména azimuty, a další překontrolovány. Byly nově určeny tížnicové odchylky a převýšení kvazigeoidu, byly opraveny některé úhly a doplněno souvislé spojení se sítěmi sousedících států: NDR, Polsko, SSSR, Maďarsko.

1.1.7 Souřadnicový systém S-JTSK/95. [2]

1.1.7.1 Důvody vzniku S-JTSK/95

Důvody vzniku S-JTSK/95 vychází z následujících skutečností:

1. Na území České republiky existuje přibližně 40 000 bodů 1.- 4. řádu, které mají souřadnice v systému S-JTSK (počítané na Besselově elipsoidu) a v systému S-42/83 (počítané na Krasovského elipsoidu). Tyto souřadnice můžeme převést na souřadnice pravoúhlé.

2. Mezi těmito 40 000 body je 176 bodů známo rovněž v referenčním rámci ETRF-89 s nejvyšší přesností poskytovanou metodami družicové geodézie 90. let. Pokud jsou uváděny elipsoidické souřadnice ETRF, užívá se zpravidla elipsoid GRS80 nebo WGS-84. Parametry obou elipsoidů se jen nepatrně liší a můžeme je zaměnit. (Poloosa b je u WGS-84 pouze o 0.1 mm větší než u GRS80).

Základní vlastnosti systému S-JTSK/95:

1. Existuje přesný vztah mezi ETRF-89 a S-JTSK95, aby bylo možno snadno transformovat výsledky metod družicové geodézie (GPS) do nového systému S-JTSK/95.

2. Systém S-JTSK/95 má přesně definované měřítko dané právě transformační rovnicí mezi S-JTSK/95 a ETRF-89.

3. Souřadnice v systému S-JTSK/95 se jen málo liší od souřadnic ve stávajícím S-JTSK, je tedy možno používat rozsáhlé mapové dílo zpracované ve starém S-JTSK.

1.1.7.2 Realizace S-JTSK/95

Při realizaci byl použit následující postup:

S použitím 176 bodů ETRF-89 (vztažených k elipsoidu GRS80) bylo vypočteno 7 parametrů prostorové Helmertovy transformace mezi systémy ETRF-89 a S-42/83. Pomocí vypočtených 7 parametrů bylo převedeno všech zhruba 40000 bodů ze systému S-42/83 do systému ETRF-89. Zbytkové odchylky na 176 identických bodech byly rozděleny do-transformací. Výsledný systém, který je velmi blízký ETRF-89, byl nazván JTSK/G.

S využitím opět pouze 176 bodů bylo vypočteno 7 parametrů Helmertovy prostorové transformace mezi systémy S-JTSK/G a S-JTSK. Pomocí těchto parametrů bylo převedeno 40 000 bodů ze systému S-JTSK/G a byly na ně aplikovány rovnice Křovákova zobrazení. Další přiblížení k S-JTSK je realizováno kvadratickou do-transformací, přičemž do-transformace je zahrnuta do Křovákova zobrazení jako jeho modifikace.

Systém umožňuje :

1. Bezprostřední nasazení technologie GPS, vázané na geocentrické elipsoidické souřadnice na elipsoidu GRS80.

2. Užití klasických měřických metod, vázaných na rovinné souřadnice Křovákova zobrazení

3. Užití stávajících grafických map.

Systém odstraňuje:

1. chybné měřítko stávajícího S-JTSK

2. lokální deformace S-JTSK

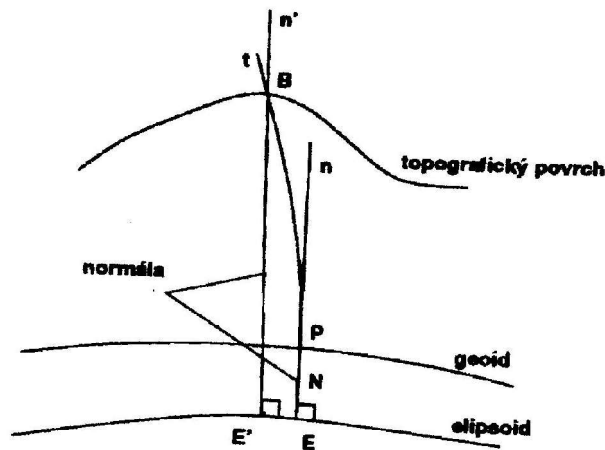
Systém je tvořen souborem bodů, z nichž každému jsou přiřazeny elipsoidické souřadnice v ETRF-89 (na elipsoidu GRS80 nebo WGS-84), rovinné souřadnice (v modifikovaném Křovákově zobrazení) a geoidické výšky H (Bpv).

2 Výškové systémy [2]

2.1 Referenční plochy pro měření výšek

Vlastní povrch zemského tělesa je velmi členitý a složitý a proto byl nahrazen topografickou plochou. Topografická plocha je spojitou plochou, která vyhlazuje mikrostrukturu i bezvýznamné, drobné tvary na povrchu. Je ovšem stále složitá pro zobrazení [12]. Použití triangulace a poznatků z fyziky přinesla zjištění, že Země má tvar rotačního elipsoidu na pólech zploštěného.

Jako referenční plocha se používá pro většinu úkolů geodézie a kartografie rotační elipsoid, pro méně přesná měření mohou být nahrazeny i referenční koulí. Ovšem zvýšení přesnosti měření vede k situaci, kdy elipsoidický model nestačí pro všechny účely geodézie.



Obr. 2.1. Geoidická výška H

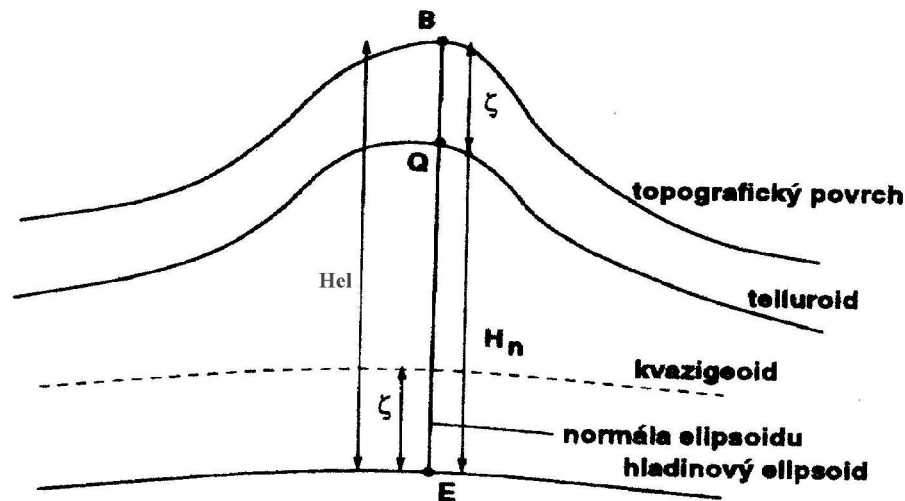
Tvar Země dobře vystihuje těleso zvané geoid. Je definován tak, že jeho povrch je nulovou hladinovou plochou [12]. Hladinové plochy jsou souvislé plochy ortogonální k tížnicím Země. Je vhodnou referenční plochou pro měření výšek, protože výsledek nivelace je spojen s průběhem hladinových ploch.

Geoidická výška H je měřena po tížnici na rozdíl od výšky elipsoidické H_{el} , která je měřena po normále k elipsoidu (viz. obr. 2.1.). Tížnice je ovšem jen velmi málo zakřivená a proto můžeme psát [13]:

$$H_{el} = H + N \quad (2.10)$$

kde N je převýšení geoidu nad elipsoidem. Zjištění této hodnoty je ovšem možné jen po zavedení hypotéz o rozložení hmotností mezi geoidem a topografickým povrchem. Tím je limitována i přesnost.

Moloděnský navrhl postup, jak vypočítat elipsoidickou výšku z nivelačních měření bez jakýchkoliv hypotéz o rozložení hmotnosti. Zavedl nové plochy telluroid a kvazigeoid (viz. obr. 2.2.).



Obr. 2.2. Telluroid a kvazigeoid

Na normále k elipsoidu vedené z bodu B leží bod Q, pro který platí: normální tíhový potenciál v bodě Q je roven skutečnému tíhovému potenciálu v bodě B na povrchu Země. Množina bodů Q se nazývá telluroid. Odlehlost ζ telluroidu od topografického povrchu se nazývá výšková anomálie. Naneseme-li výškovou anomálii na normálu k elipsoidu také od elipsoidu nahoru, vznikne plocha kterou nazýváme kvazigeoid. Normální výška H_n bodu B je potom rovna úseku normály k elipsoidu mezi kvazigeoidem a bodem B.

Podstatné je, že normální výšku H_n a výškovou anomálii ζ lze vypočítat bez jakýkoliv hypotéz. Elipsoidická výška se spočítá [13]:

$$H_{el} = H_n + \zeta \quad (2.11)$$

Pojem kvazigeoid bychom vůbec nemuseli zavádět. V geodetické praxi je však využíván. Odlehlost kvazigeoidu a geoidu je i v extrémních případech jen několik málo metrů. Ovšem kvazigeoid mnohem více kopíruje topografický povrch.

2.2 Balt po vyrovnání

Během 50. let došlo k sjednocení výškových systémů států střední a východní Evropy. Provedlo se měřické spojení nivelačních sítí sousedních států na hranicích a společné vyrovnání. Pro výpočet výšek byla užitá společná srovnávací hladina - střední hladina Baltského moře v Kronštatě. Vytvořil se systém výšek na základě teorie Moloděnského. K výpočtům se používá kvazigeoid.

Vzniklý výškový systém byl nazván Balt po vyrovnání. Užívá se zkratka Bpv.

V roce 1995 byla zpracována nová varianta průběhu detailního kvazigeoidu pro území ČR. K výpočtu byly použity observované a vypočtené tížnicové odchylky, elipsoidické výšky na vybraných bodech sítě nultého řádu a koeficienty rozvoje geopotenciálu globálního tíhového pole. Data z jednotlivých datových množin byla vzájemně kombinována takovým způsobem, že byl vytvořen jednoparametrický model, který vstupoval do vyrovnání metodou nejmenších čtverců. Výsledný produkt je prezentován ve tvaru výšek v pravidelné mřížce a nazývá se GEOID94.

Pro území ČR byl určen také průběh kvazigeoidu, založený pouze na výsledcích GPS kampaní na bodech sítě nultého řádu (viz.dále) podle vztahu [13]:

$$h_{(kvazigeoidu)} = h_{(elipsoidu)} - h_{(nadmořská)} \quad (2.20)$$

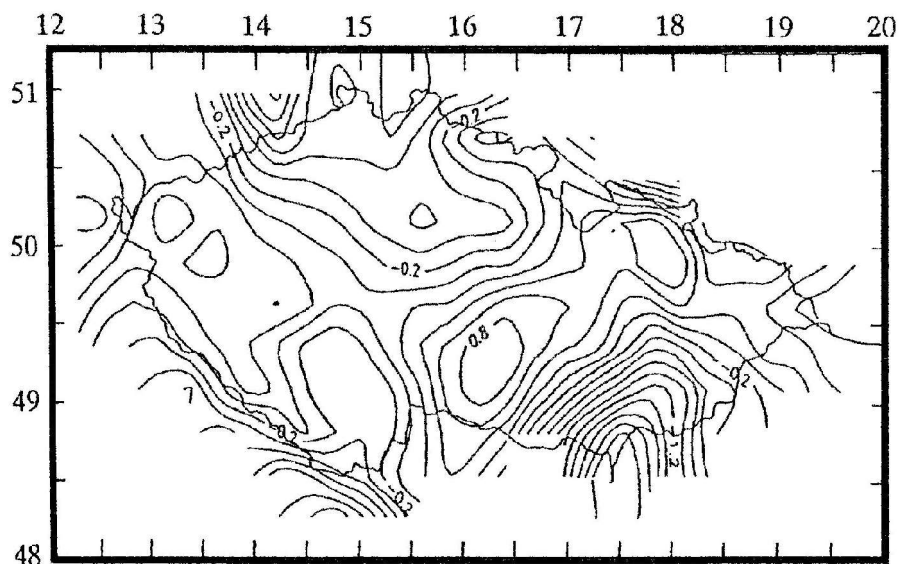
$h_{(elipsoidu)}$ -je elipsoidická výška určená technologií GPS

$h_{(nadmořská)}$ -je určena geometricky nebo trigonometrickou nivelací

$h_{(kvazigeoidu)}$ -je hledaná výška kvazigeoidu nad elipsoidem.

Vzhledem k tomu, že mezi geoidem označeným GEOID94 a kvazigeoidem určeným čistě technologií GPS existují systematické rozdíly, byl pro ČR zkonstruován kvazigeoid kombinovaný. Získaný kvazigeoid byl transformován z elipsoidu GRS80 na Besselův elipsoid. Výsledný průběh

nad Besselovým elipsoidem vidíme na obr.2.3.



Obr. 2.3. Průběh kvazigeoidu nad Besselovým elipsoidem

3 Globální polohový systém GPS, základy, využití, historie [3]

3.1 Klasické družicové polohové systémy (GPS, GLONASS)

3.1.1 Obecná struktura

Družicový polohový systém se skládá ze tří segmentů:

- kosmický
- řídicí
- uživatelský

3.1.2 Kosmický segment

Kosmický segment představuje soustava umělých družic Země, které mají přesně definované oběžné dráhy. Jednotlivé segmenty se liší typem oběžných drah, výškou, sklonem a počtem oběžných drah, dále pak družicemi, jejich počtem a rozmístěním na oběžných drahách. Kosmický segment musí být postaven tak, aby co nejlépe plnil požadavky uživatelského segmentu, a přitom nepřesahoval limitní možnosti řídicího segmentu. U systému GPS jsou oběžné dráhy družic kruhové s výškou 20 200 km, sklon drah 55° . Doba oběhu jedné družice je jedna polovina siderického dne (přibližně 12 hodin). Oběžných drah bylo zvoleno šest, každé přísluší čtyři družice. Počet družic ve vesmíru, včetně rezervních je 24.

3.1.3 Řídicí segment

Jedná se o stanice na zemském povrchu. Ty provádí monitorování kosmického segmentu, jeho vyhodnocování a úpravy tak, aby plnil správně svou funkci. Jde především o sledování signálů družic vyhodnocování chování družic a určování parametrů jejich oběžných drah sledování a korekce hodin na družicích aktualizace parametrů vysílaných družicemi manévry družic údržba družic koordinace a řízení celého systému

3.1.3.1 Složení pozemního řídicího segmentu

Monitorovací stanice - měly by být umístěny tak, aby umožnily sledování maximálního možného počtu družic kosmického segmentu, a to po největší část dne (nejlépe celý, u systému GPS je to zhruba 92% dne).

Hlavní řídicí stanice - slouží k určování korekcí atomových hodin družic a k určování momentálních parametrů oběžných drah družic pro korekturu trajektorií družic při vychýlení.

Stanice pro komunikaci s družicemi - slouží pro vysílání povelů a dat družicím. Většinou jsou to nové parametry oběžných drah nebo korekce hodin apod.

3.1.4 Uživatelský segment

Uživatelský segment představuje veškeré technické vybavení umožňující zpracování signálů z družic GPS, technologické postupy měření a vyhodnocování prováděné uživateli.

3.2 Popis systému GPS

Systém GPS se definuje jako globální družicový radiový polohový a navigační systém. Tyto pojmy znamenají:

navigační - systém sloužící k orientaci v prostoru

globální - lze jej využívat po celé Zemi, 24 hodin denně

radiový - k navigaci je používáno šíření radiových vln

družicový - jako vysílače signálu je využíváno umělých družic okolo Země

polohový - pomocí takového systému lze určit svou polohu v prostoru

3.2.1 Historie vzniku systému GPS

Systém GPS byl původně vyvinut pro vojenské účely. Postupem času si však našel široké spektrum využití i v civilním sektoru. Byl zřízen a je spravován Ministerstvem obrany USA. Dnes má po světě miliony uživatelů. Popularitu mu získala především:

- *globálnost systému* - signály jsou dostupné po celé Zemi i v blízkém přilehlém kosmickém prostoru,

- *relativně vysoká polohová přesnost* (při použití speciálních postupů až řádově milimetry),

- *relativně vysoká rychlost měření* při zachování odpovídající polohové přesnosti,

- *standardní služby systému GPS jsou bezplatné a dostupné komukoliv*,

- *systém lze využívat 24 hodin denně a za každého počasí*,

- *poloha v prostoru je určována třírozměrně*,

- *systém je schopen poskytovat relativně velmi přesný čas*,

Družicová navigace se začala vyvíjet v 60. letech 20. století, nicméně vznik systému GPS je datován až od počátku let sedmdesátých. V té době započaly práce na projektu NAVSTAR-GPS. Projekt proběhl v několika etapách.

3.2.1.1 Etapa první (1973 -1979)

Týkala se ověření základních předpokladů a principů systému. Pokusy byly prováděny na soustavě pozemních vysílačů simulujících budoucí družice. První skutečná družice pro ověření technologie byla vypuštěna pod názvem Timotion II (později byla přejmenována na NTS-1) 14.července 1974.

V průběhu roku 1978 byly vyneseny na oběžnou dráhu čtyři tzv. vývojové družice Bloku I, postupně potom další. Celkový počet družic Bloku I dosáhl čísla 11.

3.2.1.2 Etapa druhá (1979 - 1985)

V této etapě byla budována pozemní řídicí střediska systému GPS, zahájen vývoj družic Bloku II a byly testovány prototypy přijímačů signálů z družic.

3.2.1.3 Etapa třetí (1985 -1995)

Během této etapy byly vypouštěny další družice (celkem 29), první až desátá pod označením Blok II, další pod označením Blok IIA. Družice Bloku IIA byly zdokonalené, schopné pracovat až 180 dní bez zásahu řídicího střediska ze Země. Všechny tyto družice postupně zvyšovaly rozsah, výkon a spolehlivost systému GPS. Ovšem plného operačního stavu podle původních plánu, tedy obsazení oběžných drah kolem Země 24 plně funkčními družicemi, se dosáhlo až v roce 1993. Od června roku 1989 se pracovalo na dalším vývoji a výrobě družic Bloku IIR. Družice tohoto bloku komunikují mezi sebou a vzájemně určují vzdálenosti mezi sebou, čímž zlepšují parametry systému.

3.2.1.4 Etapa čtvrtá

Započala roku 1995 a trvá dodnes. První družice Bloku IIF byly vyráběny od roku 1995, zatím se příliš nevyužívají. V dnešní době se diskutuje o tom, jaké Konkrétní požadavky budou pokládány na družice Blok III. Zatím se stále používají náhradní družice Bloku IIR.

3.2.2 Přehledný souhrn družic používaných v GPS

- *Timotion II (NTS-1)* - atomové hodiny (rubidiové oscilátory)
- *NTS-2* - cesiové hodiny, nebyla ještě standardní družicí GPS
- *Blok I* - cesiové hodiny, celkem vyrobeno 11 družic, jejich průměrná životnost dosáhla 8,76 roku. Na těchto družicích ještě nebyla aplikována tzv. selektivní dostupnost.

- *Blok II + Blok IIA* (z angl. advanced) - cesiové hodiny, celkem vyrobeno 29 družic, které byly vypouštěny s frekvencí 6 ročně. Na těchto družicích byla poprvé zavedena selektivní dostupnost (viz níže). Družice Bloku IIA jsou schopny pracovat až 180 dní nezávisle na řídicím segmentu. Jsou stále ještě v provozu a očekává se, že životnost přesáhne 10 let.

- *Blok IIR* (z anglického replenishment) - cesiové hodiny, vyráběny od roku 1997. Jsou vybaveny lepší protiradiační ochranou a mohou pracovat 14 dní bez komunikace s řídicím segmentem. Poté se mohou přepnout do auto navigačního módu a v něm pracovat až 180 dní. Tyto družice jsou již schopny měřit vzdálenosti k ostatním družicím, a tak opravovat zprávy o svých parametrech oběžné dráhy.

- *Blok IIF* (z anglického follow) - zatím jich nebylo vyrobeno mnoho. Spekuluje se, že jejich výroba bude ukončena a urychlí se práce na družicích bloku III. Měly by přinést rozšíření nosných frekvencí na tři, C/A kód by měl být vysílán i na frekvenci L2, bude přidán speciální F-kód.

- *Blok III* - tyto družice jsou zatím ve fázi návrhů. Probíhá diskuse o tom, jaké na ně budou kladeny nároky a jak by měly zlepšit systém GPS.

3.3 Struktura systému GPS

Jak již bylo řečeno v obecné struktuře družicových polohových systémů, je GPS tvořen třemi segmenty: kosmickým, řídicím a uživatelským.

3.3.1 Kosmický segment

Plně obsazený kosmický segment počítá s tím, že bude ve vesmíru 24 družic. Z toho je 21 funkčních a tři jsou záložní. Kromě nich je počítáno i se čtyřmi družicemi, které jsou v pohotovostním stavu na Zemi a je možno je vypustit během 48 hodin. Oběžné dráhy družic jsou kruhové a svírají s rovníkem úhel přibližně 55 stupňů. Družice po této dráze oběhnou Zemi za 11 hodin a 58 minut (polovina siderického dne). Oběžných drah je šest, každá je osazena čtyřmi družicemi. Teoreticky toto uspořádání garantuje viditelnost minimálně čtyř družic na kterémkoli místě na Zemi a to celých 24 hodin denně. U těchto družic je potřeba zhruba jednou ročně provést opravu jejich oběžných drah a dvakrát ročně doplnit plynové trubice pohánějící atomové hodiny. Jinak družice pracují nepřetržitě, dokud nedojde k zásadním poruchám a jejich následné náhradě. Důvodem nutnosti úprav oběžné dráhy jsou její změny způsobené nepravidelnostmi ve sluneční aktivitě, změny gravitačního pole Země atd.

3.3.2 Řídicí segment

Řídicí segment spravuje celý systém GPS. Skládá se z pěti pozemních monitorovacích stanic (tři z nich jsou zároveň i vysílacími), které provádějí permanentní pozorování družic kosmického segmentu. Kontrolují jejich oběžné dráhy a vysílají družicím zprávy o jejich změnách. Družice si na základě toho opraví tzv. navigační zprávu vysílanou uživatelům. Stanice se nacházejí na velkých vojenských základnách armády USA po celém světě (Havaj -monitorovací, Kwajalein -vysílací/monitorovací, Diego Gracia vysílací/monitorovací, Ascension -vysílací/monitorovací, Colorado Springs -zde je hlavní řídicí stanice).

Dalším důležitým údajem, sledovaným řídicím segmentem, je palubní čas jednotlivých družic. Stanice ho monitorují a případně provedou korekci palubních hodin. Tento systém je schopen předávat aktualizované údaje družicím až několikrát denně. Vlastní monitorovací stanice, kromě stanice hlavní, jsou bezobslužné. Tvoří je velice přesný GPS přijímač s vlastními atomovými hodinami, ten provádí neustálá měření na družice v jeho dosahu. Data jsou pak odesílána na hlavní stanici a tam se zpracovávají a vyhodnocují nové efemeridy družic a korekce hodin. Vysílací stanice je poté odešle zpět na příslušnou družici. Přesnost určených efemerid je přibližně 1,5 metru. Existují i zdoluhavější postupy schopné určit oběžné dráhy s přesností až 3 cm. Monitorovací stanice sledují družice po 92 % času.

3.3.3 Uživatelský segment

Tvoří jej jednotlivé GPS přijímače, uživatelé a vyhodnocovací nástroje a postupy měření, usnadňující a rozšiřující možnosti využití polohového systému. Konkrétní podoba je vždy dána možnostmi jednotlivých uživatelů, technickými omezeními a možnostmi kosmického segmentu. Přijímače mohou provádět na základě přijatých signálů z družic předběžné výpočty polohy, rychlosti a času. Proto je vhodné použití: pro navigaci, určování polohy, zeměměřictví, určování přesného času, k výzkumným úkolům i pro jiné účely.

Navigace se uplatňuje především v řízení dopravních prostředků a v turistice. Pro přesná měření, využívaná geodety, je potřeba většinou dvou nebo více přijímačů. Dalším z využití jsou vědecké pokusy při sledování vlastností atmosféry či pohybu geologických útvarů a litosférických desek. V neposlední řadě mohou sloužit přijímače GPS jako zdroje velmi přesného času a kmitočtu pro různé potřeby jako je telekomunikace, energetika atd.

Postup při geodetických měřeních s GPS a plánování měření nejvíce se používá relativní způsob určování polohy (2 přijímače) výsledkem je relativní poloha těchto přijímačů

4 GPS aplikace vhodné pro KN. Aplikace GPS v mapování [3]

4.1 Statická metoda

- měří 2 ale i více přijímačů po dobu několika hodin či delší
- nejpřesnější výsledky
- polohové základy, deformace nebo geodynamické sítě

4.2 Rychlá statická metoda

- nejčasněji používaná
- doba asi 10 – 30 min (podle typu přístroje jedno či dvou frekvenční, konfigurace družic apod.)
- jeden přijímač stojí na referenční stanici po celou dobu měření
- druhý přechází mezi určovanými body
- centimetrová přesnost i po krátké observaci

4.3 Stop And Go

- podobná jako předchozí
- přijímač nepřestává měřit ani při přesunu
- na prvním bodě musíme zůstat tak dlouho, dokud se nevyřeší spolehlivě ambiguity, potom stačí měřit několik sekund na každém dalším bodě
- nesmí se ztratit signál
- vhodná pro podrobné měření

4.4 Kinematická metoda

- podobná jako předcházející
- odečítá se poloha přijímače po určité časové jednotce (1 sekunda)
- zase se nesmí ztratit signál

4.5 Kinematická metoda bez inicializace

- předpokládá, že se dá určit přesná poloha přijímače z kódových měření
- není tu podmínka ztráty signálu

4.6 Diferenční GPS

- používá pouze kódová měření
- předpoklad že chyby měřených pseudovzdáleností jsou silně korelovány po blízké přijímače
- používá se zejména pro mapování ve středních měřítcích

5 IERS, ETRS a rámec ETRF [2], [4]

5.1 IERS (International Earth Rotation Service)

Systém IERS (International Earth Rotation Service)-mezinárodní terestrický souřadnicový systém -realizován souřadnicemi stabilizovaných bodů na zemském povrchu sestává z IERS standardů a IERS referenčních rámců.

IERS standardy jsou tvořeny souborem konstant a modelů použitých při zpracování pozorování pozorovacími technikami (např. GPS) a to jak v různých pozorovatelských centrech tak při závěrečném společném zpracování. Hodnoty konstant jsou přijaté veličiny ze současných analýz.

Systém IERS obsahuje dva referenční rámce:

- *ITRF (International Terrestrial Reference Frame)*-terestrický referenční rámec. Jde o systém, který je jistým způsobem pevně vázaný na Zemi (Problém s pohyby kontinentálních -tektonických desek). Jeho realizace se provádí pomocí metod kosmické geodézie. Realizace probíhá nepřetržitě a každý rok vzniká nový systém. Díky složitosti a délce zpracování vzniká nový systém vždy s dvouletým zpožděním. Terestrický systém rotuje 1x za den kolem systému nebeského.

Prostorová orientace :

Osa Z míří do pólu, rovina XY nám vytváří rovinu rovníku a rovina XZ nám vytváří počáteční poledník. Osa X je vázána na počátek odečtu zeměpisných délek tzn. leží v greenwichském poledníku.

Souřadnice jsou udávány ve tvaru XYZ nebo BLH na referenčním elipsoidu, který má shodný geocentrický počátek. Za referenční elipsoid je nejvíce používán GRS 80 (Geodetický referenční systém 1980) nebo WGS 84 (definován pro technologii GPS). Osa Y doplňuje systém na pravotočivý v matematickém smyslu (od osy X na východ).

- *ICRF (International Celestial Reference Frame)*-Hvězdný referenční rámec. Jedná se o inerciální systém, ve kterém platí princip setrvačnosti. Ve své podstatě jde stejně o kvaziinerciální systém v důsledku pohybu celého vesmíru. Systém je vázaný na mimogalaktické zdroje. Jedná se o zdroje radiového záření – kvazary. Tuto vazbu si vyžádala technika pozorování VLBI (Very Long Base Interferometry), která právě tyto zdroje používá.

Je realizován pomocí ICRF definovaný souřadnicemi kvazarů v soustavě S_{r2} , které jsou určeny technologií VLBI. Takto definovaný rámec je konzistentní s osami hvězdného katalogu FK5 (Fundamental katalog verze 5). Byl zaveden v roce 1991 Mezinárodní astronomickou unií IAU. Dostupnost ICRF je snadná díky existenci katalogu zdrojů se souřadnicemi.

5.2 ETRS (European Terrestrial Reference System 89)

V roce 1987 vytvořila Mezinárodní geodetická asociace subkomisi pro definici Evropského referenčního systému EUREF (European Reference Frame). Tato komise rozhodla definovat European Terrestrial Reference System 89 (dále jen ETRS-89) s využitím výsledků mezinárodní kampaně EUREF-89. V této kampani bylo využito kromě jiné techniky hlavně metod GPS.

Výhodou tohoto systému je, že je spojen s euroasijskou kontinentální deskou, díky tomu jsou roční časové změny souřadnic nejméně o řád menší (mm), než je tomu v případě ITRF

Podobně jako k IERS referenčnímu systému existuje ITRF, tak také ETRS je fyzicky realizován odpovídajícím rámcem ETRF (European Terrestrial Reference Frame)-Evropský terestrický referenční rámec vázaný příslušnými konstantami a algoritmy.

6 Kartografická zobrazení v evropských zemích [5]

6.1 Popis jednotlivých zobrazení

6.1.1 *Transverse Mercator (příčné, válcové, konformní) [7]*

Albánie, Rakousko, Bulharsko, Finsko, Velká Británie, Řecko, Irsko, Itálie, Litva, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rumunsko, Rusko, Švédsko, Turecko, Ukrajina+

Jedná se o Mercatorovo zobrazení v příčné poloze, kdy se válec dotýká referenční koule podél zvoleného poledníku. Zobrazení podrobně propracoval a prvně použil Gauss. Ve zobrazovacích rovnicích použil pravoúhlé Soldnerovy souřadnice $[x,y]$. Obraz kartografických poledníků a rovnoběžek je stejný jako obraz zeměpisné sítě pro normální polohu. Při nahrazení $[U,V]$ – $[\tilde{S}; D]$ můžeme pro výpočet použít vzorců vyvozených pro normální polohu.

Vlastnosti: velice přesných výsledků lze dosáhnout do vzdálenosti 110 km od základního poledníku.

Použití: pro pásy široké do 90 km. Toto zobrazení je velice důležité pro geodetické účely kvůli své konformitě.

Zobrazovací rovnice:

$$X = x \quad , \quad Y = R \ln \operatorname{tg} \left(\frac{y}{2R} + \frac{\pi}{4} \right) \quad (6.10)$$

se zpětným převodem:

$$y = Y - \frac{Y^3}{6R^2} + \frac{Y^5}{24R^4} + \dots \quad (6.11)$$

vzorce pro zkreslení:

$$m = 1 + \frac{Y^2}{2R^2} + \frac{Y^4}{24R^4} + \dots \quad (6.12)$$

Při užití členu druhého řádu dosahujeme přesnosti při $Y=168$ km pro stranu 50 km dlouhou chybu 1 mm.

6.1.2 *Universal Transverse Mercator*

Kypr, Dánsko, Island, Itálie, Norsko, Portugalsko, Španělsko, Turecko

6.1.3 *Gauss-Krügerovo zobrazení*

Bulharsko, Chorvatsko, Německo, Slovinsko

Toto zobrazení bylo dříve označováno jako Gaussovo - Krügerovo. Jedná se o konformní zobrazení na válcovou plochu v transversální poloze. Na rozdíl od Gaussova konformního zobrazení (příp. jiných zobrazení) nedochází však nejdříve ke konformnímu zobrazení referenčního elipsoidu na referenční plochu kulovou a pak teprve na válcovou plochu, nýbrž k přímému zobrazení meridiálních pásů stejné šířky na elipsoidu do roviny bez prostřednictví kulové plochy.

Území určené k zobrazení se rozdělí na meridiální pásy stejné šířky (v ČR po 6° a 3° zeměpisné délky) a každý pás zobrazíme na válcovou plochu, dotýkající se středního poledníku pásu.

Tento střední (základní) poledník se zobrazí do roviny nezkrácený, přímý a je volen za osu x pravouhlých souřadnic.

V pásech o konstantních rozdílech zeměpisné délky (např. 6°) je tento způsob snadno aplikovatelný na zobrazení celého referenčního elipsoidu ($6^\circ 60 = 360^\circ$). Stačí tedy postupně zobrazit poledníkové pásy na válcové plochy dotýkající se středních poledníků. (V našem případě 60 pásů). Zobrazení se tak stává universálním pro celý svět. Za osu y je volen přímkový obraz rovníku (v kartografickém systému poledníku na východ kladně).

Takto určené souřadnice y užíváme jen pro převody z jednoho pásu do druhého, jinak užíváme „smluvené“ y -vé souřadnice, které vzniknou z původní přičtením konstanty 500 km. Souřadnice y všech bodů uvnitř pásu jsou pak kladné.

Obrazy zeměpisných poledníků a rovnoběžek (vyjímaje již zmíněný poledník a rovník) jsou obecně křivky. Obraz geografické sítě je podobný síti transversálního Gaussova válcového konformního zobrazení z kulové plochy.

Na listech topografické mapy ČR jsou obrazem rovnoběžek prakticky kružnice a obrazem poledníků přímky. Délkové zkreslení na okraji šestistupňového pásu je v našich zeměpisných šířkách cca 1.00006, na okraji třístupňových pásů 1.0002. Zkreslení se prakticky neprojeví, užijeme-li 6° pásů pro mapy velkých měřítek 1:10000 a menších, pro mapy větších měřítek pak pásů třístupňových.

6.1.4 *Lambertovo zobrazení (konformní, kuželové)*

Belgie, Estonsko, Francie

Toto zobrazení řešil po Lambertovi i Gauss, který jej používal pro geodetické účely.

Vlastnosti: konformní s jednou nezkrácenou rovnoběžkou.

Použití: nejpoužívanější kuželovou metodou pro mapy jednotlivých států a oblastí (ty jsou ve velkém měřítku a musíme již zohlednit zploštění Země).

Zobrazovací rovnice:

Při odvození jsme dále pro volbu konstant uvažovali zobrazení s jednou nezkreslenou rovnoběžkou a podmínku tečného kužele:

$$\rho = \rho_0 \frac{\left[\operatorname{tg} \left(\frac{U_0}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right]^n}{\left[\operatorname{tg} \left(\frac{U}{2} + \frac{\pi}{4} \right) \right]^n}, \quad (6.13)$$

$$\varepsilon = nV, \quad (6.14)$$

$$\rho_0 = R \cot g U_0, \quad (6.15)$$

$$n = \sin U_0, \quad (6.16)$$

6.1.5 Křovákovo zobrazení (dvojitě, konformní, kuželové v obecné poloze)

Česká Republika, Slovensko

Území bývalého Československa je protaženo přibližně ve směru severozápad - jihovýchod, proto při zobrazení na kuželovou plochu v normální poloze by uvažované území znamenalo mnohem širší pás, než na kuželovou plochu ve vhodné obecné poloze.

Pro širší územní pás je v okrajových částech větší délkové zkreslení než v případě užšího pásu. Pro uvažované území je délkové zkreslení na okrajích pásu pro tečnou kuželovou plochu asi 43 cm na 1 km, kdežto na tečnou kuželovou plochu ve zvolené obecné poloze asi 21 cm na 1 km. Pro uvažované zobrazení byl Besselův elipsoid zobrazen na tzv. Gaussovu kouli a to tak, že byly převedeny zeměpisné souřadnice (B,L) zvolených bodů na kulové souřadnice (U, V). Takto definované body pak byly konformně zobrazeny na kuželovou plochu v obecné poloze.

Podstata této transformace spočívá v tom, že kulové souřadnice bodů (U,V) převedeme na kartografické (Š,D) a ty pak zobrazujeme.

Obecná poloha tečné kuželové plochy byla volena tak, aby se co nejlépe přimykala k danému protáhlému území.

V případě Křovákova zobrazení protíná osa kužele plochu kulovou v kartografickém pólu Q, jehož souřadnice jsou

$$U_Q = 59^\circ 42' 42,6969''$$

$$V_Q = 42^\circ 31' 31,41725''$$

Zeměpisná délka kartografického pólu V_Q na kulové ploše odpovídá elipsoidické zeměpisné délce měřené východně od Ferra

$$L_Q = 42^\circ 30'$$

Tento poledník, je základním poledníkem Křovákova zobrazení. Jeho rovinný obraz byl zvolen za osu X pravoúhlé katastrální souřadnicové soustavy. Počátek souřadnicové soustavy byl zvolen v obrazu vrcholu kužele, který je totožný s obrazem kartografického pólu.

Osa y pravoúhlé soustavy je kladně orientovaná na západ, osa x na jih. Ing. Křovák snížil hodnoty zkreslení v zobrazovaném pásu tím, že pro výpočet volil referenční kulovou plochu o poloměru $R' = 0,9999 R$.

Tímto obratem došlo ke zmenšení zkreslení o 10 cm na 1 km

6.1.6 Konformní válcové zobrazení v obecné poloze

Maďarsko, Švýcarsko

6.1.7 Stereografické zobrazení v obecné poloze

Nizozemí, Polsko, Rumunsko

6.1.8 Bonneovo zobrazení (nepravé, ekvivalentní, kuželové)

Portugalsko

Ve skutečnosti již dříve známo Mercatorovi. Pokud bude střední rovnoběžkou rovník, přejde ve zobrazení Sansonovo (kužel přejde ve válec).

Vlastnosti: Základní poledník je přímý a nezkresluje se ($mp_0 = 1$). Zobrazení je ekvidistantní v rovnoběžkách a ekvivalentní. Nejlepších vlastností dosahuje v blízkosti průsečíku základního poledníku a základní rovnoběžky.

Použití: užito pro mapu Francie, v 19. století hojně pro topografické mapy velkých měřítek. Nevhodné pro mapy celé Země na jednom listě (v úhlopříčkách sférických lichoběžníků dochází k velkým zkreslením délek a úhlů).

Zobrazovací rovnice:

$$\rho = \rho_0 + R(U_0 + U), \quad (6.17)$$

$$\varepsilon = \frac{R \cos U}{\rho} V, \quad \rho_0 = R \cot g U_0 \quad (6.18)$$

Vzorce pro zkreslení:

$$m_p = \sqrt{1 + V^2 \left(\sin U - \frac{R \cos U^2}{\rho} \right)}, \quad (6.19)$$

$$m_r = P = 1, \quad (6.20)$$

6.2 Přehled užívaných kartografických zobrazení evropských zemí

Transverse Mercator (příčné, válcové, konformní) [7]

Albánie, Rakousko, Bulharsko, Finsko, Velká Británie, Řecko, Irsko, Itálie, Litva, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rumunsko, Rusko, Švédsko, Turecko, Ukrajina+

Universal Transverse Mercator

Kypr, Dánsko, Island, Itálie, Norsko, Portugalsko, Španělsko, Turecko

Gauss-Krügerovo zobrazení

Bulharsko, Chorvatsko, Německo, Slovinsko

Lambertovo zobrazení (konformní, kuželové)

Belgie, Estonsko, Francie

Křovákovo zobrazení (dvojitě, konformní, kuželové v obecné poloze)

Česká Republika, Slovensko

Konformní válcové zobrazení v obecné poloze

Maďarsko, Švýcarsko

Stereografické zobrazení v obecné poloze

Nizozemí, Polsko, Rumunsko

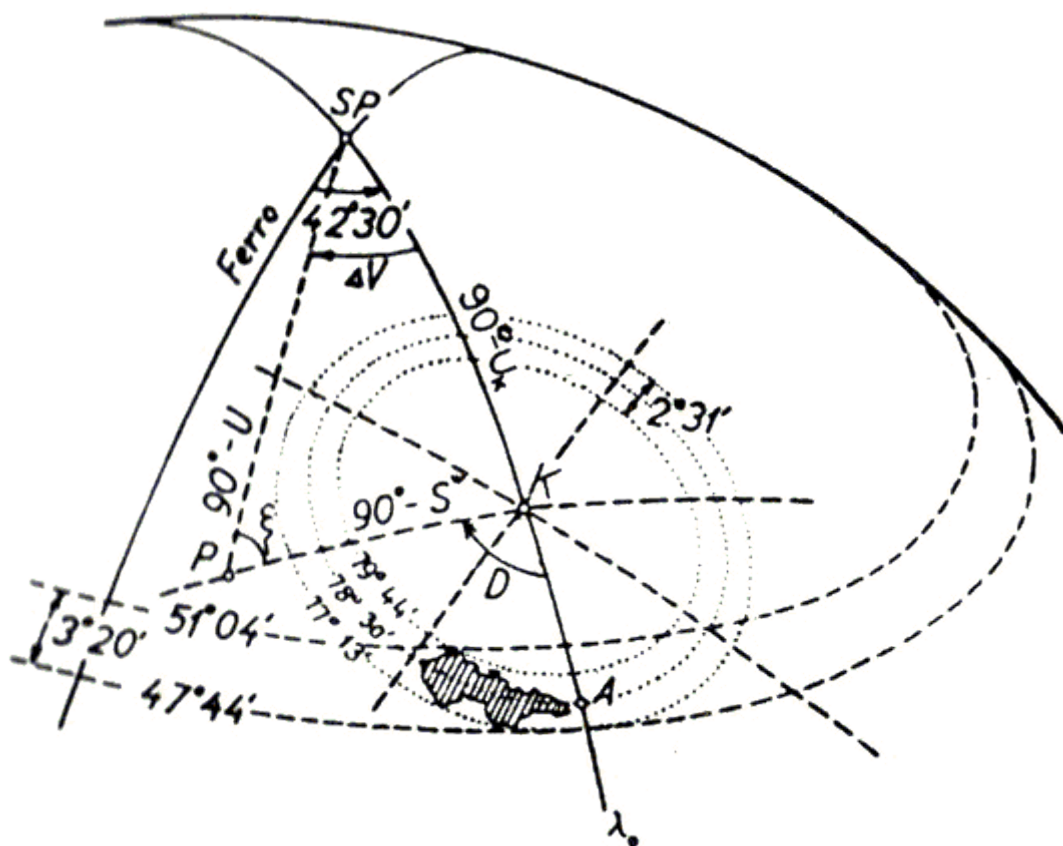
Bonneovo zobrazení (nepravé, ekvivalentní, kuželové)

Portugalsko

7 Křovákovo zobrazení (dvojitě, konformní, kuželové v obecné poloze) [11]

Křovákovo zobrazení je dvojitě konformní kuželové zobrazení v obecné poloze. Je pojmenováno po svém autorovi Ing. Josefu Křovákovi, který jej odvodil pro potřeby vytvoření nové a přesnější trigonometrické sítě na území tehdejšího Československa. Navrhl jej r. 1922 jako prozatímní a od r. 1933 je používáno jako definitivní zobrazení, které je základem pro soustavu rovinných souřadnic systému S-JTSK.

Původně Křovák navrhoval zobrazení v normální poloze, při té však byl pás území ČSR mnohem širší (viz obr. 7.1) než při použití obecné polohy. Pro normální polohu bylo navíc maximální délkové zkreslení na okrajích pásu +43 cm/km a pro obecnou polohu je poloviční, +21 cm/km.



Obr. 7.1. Křovákovo zobrazení

Optimální polohu kužele určil Křovák empiricky pomocí kružítka na globu.

Výchozí referenční plochou byl zvolen Besselův elipsoid, který byl zobrazen na kouli pomocí Gaussova konformního zobrazení. Získané souřadnice na kulové ploše dále z důvodu obecné polohy kužele transformoval na souřadnice kartografické. Kouli pak zobrazil do roviny konformním kuželovým zobrazením a následnou transformací získaných polárních souřadnic dostáváme konečné vztahy pro rovinné souřadnice X, Y.

Přehled konstant používaných v Křovákově zobrazení

U_0	$= 59^{\circ}42'42,69690''$
V_0	$= 42^{\circ}31'31,41725''$
\check{S}_0	$= 78^{\circ}30'$
ϕ_0	$= 49^{\circ}30'$
ρ_0	$= 1\ 298\ 039,004\ 615\ 180$
α	$= 1,000\ 597\ 498\ 372$
k	$= 0,996\ 659\ 248\ 690$
n	$= 0,979\ 924\ 704\ 620\ 830$
R	$= 6\ 380\ 703,610\ 500\ m$

Tab.7.1. Používané konstanty Křovákova zobrazení

Postup převodu souřadnic z Besselova elipsoidu do roviny XY:

$$[B; L] \xrightarrow{\text{I. zobrazení}} [U; V] \xrightarrow{\text{II. transformace}} [\check{S}; D] \xrightarrow{\text{III. zobrazení}} [\rho; \varepsilon] \xrightarrow{\text{IV. transformace}} [X; Y]$$

7.1 Konformní zobrazení Besselova elipsoidu na kouli = Gaussovo zobrazení

Vyvození zobrazovacích rovnic bylo podrobně popsáno v literatuře (např. [11]) Příslušné zobrazovací rovnice tudíž jsou:

$$V = \alpha \cdot L, \quad (7.10)$$

$$\operatorname{tg}\left(\frac{U}{2} + 45^\circ\right) = k \left(\operatorname{tg}^2 \frac{B}{2} + 45^\circ \right) \left(\frac{1 - a \sin B}{1 + e \sin B} \right)^{\frac{ae}{2}} \quad (7.11)$$

Pro dourčení konstant α , k , R Gauss volil požadavek, aby se základní rovnoběžka φ_0 (resp. U_0) nezkrusovala a aby bylo délkové zkruslení co nejmenší (volil nulovou první a druhou derivaci). Vztahy pro výpočet konstant tak budou:

$$\alpha^2 = 1 + \frac{e^2 \cdot \cos^4 \varphi_0}{1 - e^2} \quad \sin \varphi_0 - \alpha \cdot \sin U_0 = 0 \quad (7.12), (7.13)$$

$$k = \frac{\left[\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi_0}{2} + \frac{\pi}{4}\right) \cdot \left(\frac{1 - e^2 \cdot \sin^2 \varphi_0}{1 + e^2 \cdot \sin^2 \varphi_0} \right)^{\frac{e}{2}} \right]^\alpha}{\operatorname{tg}\left(\frac{U_0}{2} + \frac{\pi}{4}\right)} \quad R = \sqrt{M_0 \cdot N_0} \quad (7.14), (7.15)$$

7.2 Transformace souřadnic

Vzhledem k tomu, že je kuželové zobrazení použito v obecné poloze, musíme transformovat zeměpisné souřadnice na kulové ploše $[U; V]$ na souřadnice kartografické $[\check{S}; D]$:

$$\sin \check{S} = \sin U_K \cdot \sin U + \cos U_K \cdot \cos U \cdot \cos \Delta V \quad (7.16)$$

$$\sin D = \frac{\sin \Delta V \cdot \cos U}{\cos \check{S}} \quad (7.17)$$

kde:

$$\Delta V = V_Q - V \quad (7.18)$$

Zpětný převod:

$$\sin U = \sin U_K \cdot \sin \check{S} - \cos U_K \cdot \cos \check{S} \cdot \cos D \quad (7.19)$$

$$\sin \Delta V = \frac{\sin D \cdot \cos \check{S}}{\cos U} \quad (7.20)$$

7.3 Konformní kuželové zobrazení

Princip odvození zobrazovacích rovnic byl uveden v [11], kde bylo:

$$\rho = \rho_0 \cdot \left[\frac{\operatorname{tg}\left(\frac{\check{S}_0}{2} + \frac{\pi}{4}\right)}{\operatorname{tg}\left(\frac{\check{S}}{2} + \frac{\pi}{4}\right)} \right]^x \quad \varepsilon = n \cdot D \quad (7.21), (7.22)$$

Volba konstant ρ_0 , n vycházela z požadavku jedné nezkreslené rovnoběžky \check{S}_0 .

Polární souřadnici ρ můžeme opět získat i z Křovákových zobrazovacích tabulek II.díl pro \check{S} v kroku $10''$.

Z výše uvedených rovnic je zřejmé, že se jedná o kužel v tečné poloze s jednou nezkreslenou rovnoběžkou a všude mimo tuto rovnoběžku bude platit $m > 1$. Na okrajích pásu bylo zkreslení až $m = 1,0002$ a proto bylo redukováno zavedením multiplikační konstanty $k = 0,9999$, kterou byl přenásoben poloměr základní rovnoběžky ρ_0 :

$$\rho_0 = 0,9999 \cdot R \cdot \operatorname{cotg} \check{S}_0 = 1\,298\,039,0046 \text{ m} \quad (7.23)$$

Délkové zkreslení v základní rovnoběžce tak bude:

$$m_{\rho_0} = \frac{\sin \check{S}_0 \cdot 0,9999 \cdot R \cdot \operatorname{cotg} \check{S}_0}{R \cdot \cos \check{S}_0} = 0,9999 \quad (7.24)$$

Na okrajích pásů tak dojde ke snížení zkreslení na polovinu, tj. $m = 1,0001$ a jde o obdobný postup, jako bychom pro dané území volili kužel sečný. Dostáváme totiž dvě nezkreslené rovnoběžky \check{S}_1 a \check{S}_2 .

Délkové zkreslení můžeme vypočítat ze vzorce společného pro všechna kuželová zobrazení, do jmenovatele výrazu však dosazujeme původní (nezmenšený) poloměr Země:

$$m = \frac{n \cdot \rho}{R \cdot \cos \check{S}} \quad (7.25)$$

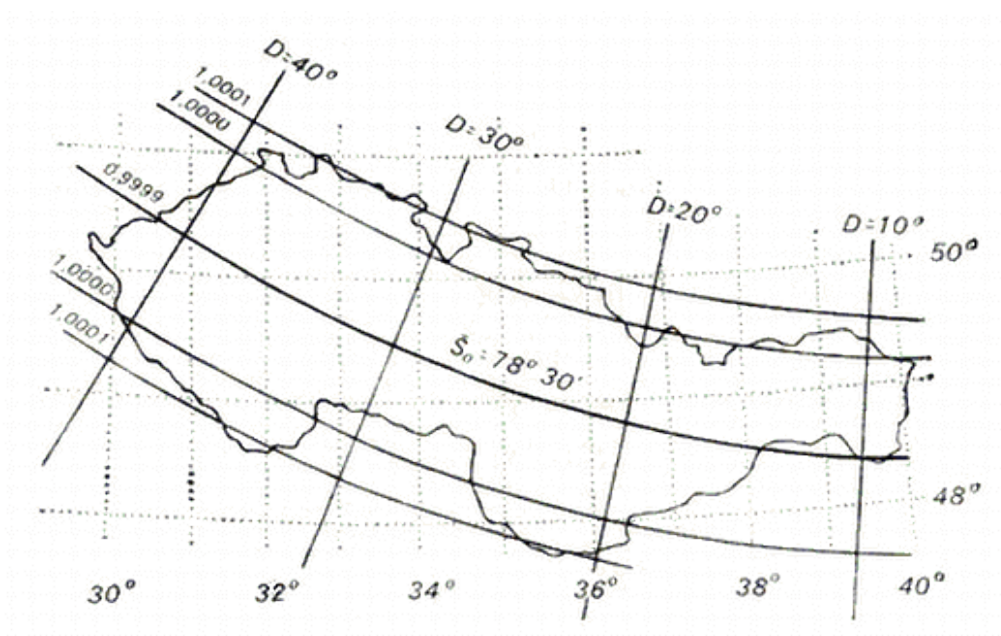
Můžeme jej také vyčíslit lineární interpolací z Křovákových zobrazovacích tabulek II.díl, kde však tabelovaná hodnota m značí šestinu reciproké hodnoty zkreslení, tedy:

$$m = \frac{1}{6 \cdot m_{\text{tab}}} \quad (7.26)$$

Poslední možností určení délkového zkreslení je pomocí řady:

$$m = 0,9999 + 0,00012282 \cdot \Delta\rho^2 - 0,00000315 \cdot \Delta\rho^3 + 0,00000018 \cdot \Delta\rho^4 \quad (7.27)$$

kde $\Delta\rho = \rho - \rho_0$ a dosazuje se ve stovkách km.



Obr. 7.2. Průběh délkového zkreslení Křovákova zobrazení

IV. Transformace polárních souřadnic na rovinné

$$Y = \rho \cdot \sin \varepsilon \quad X = \rho \cdot \cos \varepsilon \quad (7.28)$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{Y}{X} \quad \rho = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad \text{Zpětný převod:} \quad (7.29)$$

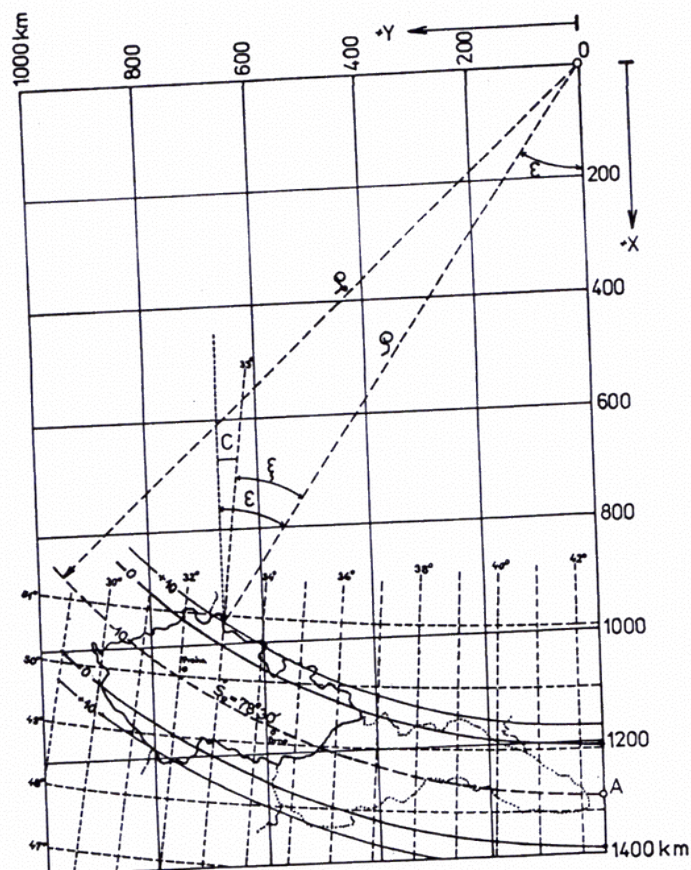
Pro celé území ČSR a nyní i ČR platí $Y < X$.

Meridiánová konvergence

$$C = \varepsilon - \xi \quad (7.30)$$

ε ... polární souřadnice bodu

ξ ... úhel, který svírá zeměpisný poledník s kartografickým



Obr. 7.3. Meridiánová konvergence Křovákova zobrazení

Úhel $\xi = 0$ na ose X a roste směrem na západ. V západním cípu republiky dosahuje až 10° .

Pro výpočet s přesností $\pm 1'$ postačí použít řadu:

$$C = 0,008\,257 \cdot Y + 2,373 \cdot \frac{Y}{X} \quad (7.31)$$

kde X, Y dosazujeme v km a dostaneme C ve stupních.

8 Referenční síť GPS v ČR [8]

8.1 EUREF-CS/H 91

ČSR se zúčastnila mezinárodní GPS-kampaně EUREF-CS/H 91 (původní název byl EUREF-EAST-91): na 5 bodech Čs. AGS (Pecný, Přední Příčka, Kvetoslavov, Rača, Šankovský Grůň) bylo po dobu 5 dnů měřeno aparaturami GPS.

8.2 CS-NULRAD-92

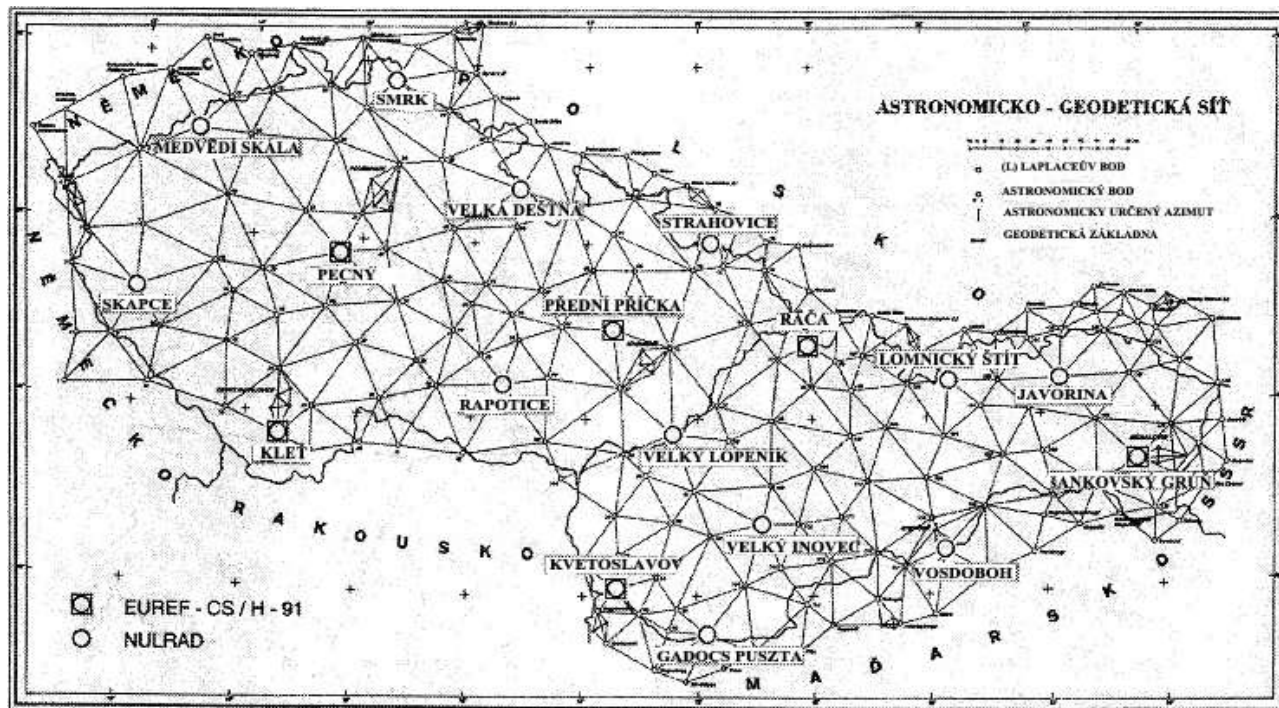
Od 19.5. do 4.6.1992 byla na území tehdejší ČSFR zaměřena metodou GPS síť nultého řádu. Cílem projektu nazvaného CS-NULRAD-92, bylo vybudování národní prostorové referenční sítě, navázané na nově tvořenou evropskou referenční síť EUREF pomocí šesti bodů, změřených během GPS kampaně EUREF-CS/H 91 na přelomu listopadu a prosince 1991.

V rámci projektu CS-NULRAD-92 se během šesti dvoudenních etap měřilo 8 přijímači na 19 bodech (původně plánováno 18).

Většina z bodů sítě nultého řádu je identických s body Čs. AGS. Definitivní zpracování,

bylo provedeno ve VÚGTK vědeckým GPS Softwarem BERNESE, verze 3.4. Při zpracování byly body kampaně EUREF-CS/H 91 považovány za pevné. Výsledkem zpracování jsou souřadnice 19 bodů nultého řádu, vztažené k souřadnicovému systému EUREF-89, epocha 1989.0.

Na podzim roku 1992 byla síť nultého řádu znovu observována a zpracována observační skupinou Defense Mapping Agency (DMA) USA za účelem rozšíření systému WGS-84 na území České a Slovenské republiky. Výsledky této kampaně byly srovnány s předběžnými výsledky kampaně CS-NULRAD-92. Maximální souřadnicové rozdíly po sedmiprvkové transformaci mezi oběma řešeními byly 33 mm ve složce S/J, 55 mm ve složce Z/V a 76 mm ve výšce. Vzájemný posun (geocentricita) byla menší než 60 cm ve všech třech složkách, což vyhovuje standardům DMA, které požadují geocentricitu menší než 1 m.



Obr. 8.1. Síť GPS nultého řádu NULRAD

8.3 CS-BRD-93

Na základě nabídky Bavorského zeměměřického úřadu byla v roce 1993 organizována observační kampaň za účelem spojení německé GPS referenční sítě DREF s čs. sítí nultého řádu. Simultánní observace byly provedeny na 10 stanicích (6 CS-NULRAD, 4 DREF) v šesti pětihodinových seancích po dobu tří dnů. Výsledky jsou charakterizovány střední chybou v polohové složce 2 - 3 cm a 3 - 5 cm ve výšce.

8.4 DOPNUL

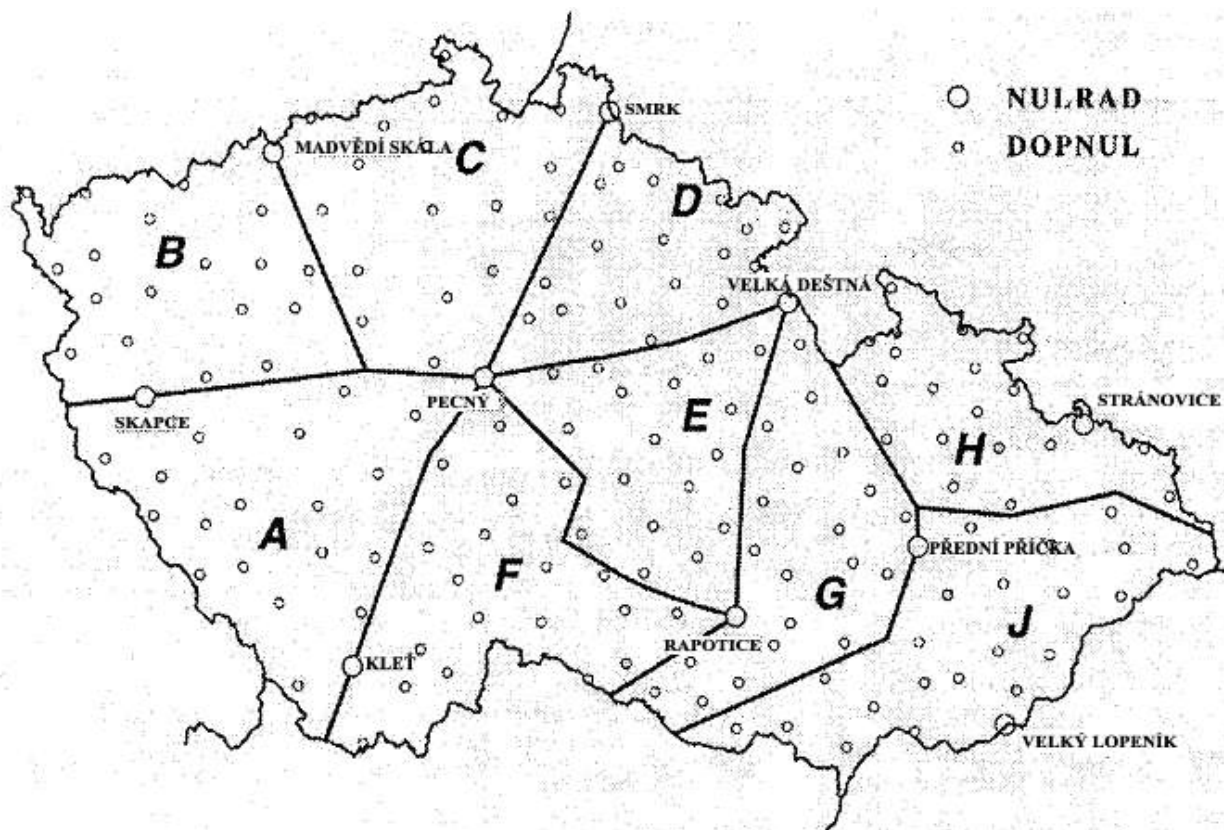
Další zhušťování sítě nultého řádu probíhalo v České republice na základě metodiky, vypracované ve VUGTK. Hlavním účelem kampaně DOPNUL, která byla realizována v letech 1993-94, bylo zhuštění sítě nultého řádu na úroveň hustoty bodů I. řádu trigonometrické sítě. Zaměřování jednotlivých sektorů, označených písmeny A až J probíhalo v rámci kampaní GPS v r. 1993 a 1994. Pracovní název těchto kampaní je DOPNUL

Jádry příslušných sektorů byly trojúhelníky, jejichž vrcholy jsou identické s body sítě nultého řádu. Tyto sektory byly postupně vyplňovány body s průměrnou vzájemnou vzdáleností 20 - 30 km, vybíraných tak, aby byly identické s body stávající trigonometrické sítě (AGS, ale i nižších řádů). Observační kampaně probíhaly tak, že vrcholy příslušného trojúhelníka byly obsazeny aparaturami GPS po celou dobu kampaně, a další aparatury se přemísťovaly podle předem vypracovaného plánu po určených bodech. Při zpracování Bernským softwarem byly souřadnice

vrcholových bodů (vždy identických s body sítě nultého řádu) ponechány při přibližném řešení jako pevné.

Na základě shody výsledků na bodech, zaměřených ve dvou etapách, je možné konstatovat, že použitá technologie zaručuje požadovanou přesnost, charakterizovanou střední chybou v poloze (v rovinných souřadnicích) 2 cm a 4 - 5 cm ve výšce.

Celkem je na území ČR 176 bodů sítě DOPNUL (včetně bodů nultého řádu) – viz. obr. 8.2.



Obr. 8.2. Schéma sektorů sítě DOPNUL

8.5 ETRS-89 v České republice

Prvním podkladem pro realizaci souřadnicového rámce ETRF-89 v ČR byly souřadnice šesti bodů, určené definitivním vyrovnáním kampaně EUREF-CS/H 91.

Při definitivním zpracování kampaně DOPNUL byl brán ohled na skutečnost, že od roku 1991, kdy bylo provedeno na území ČR první systematické GPS měření připojené na evropský systém, byla na bodech sítě nultého řádu provedena řada kvalitních měření. Jevilo se tedy velmi účelné využít tato měření k novému vyrovnání sítě nultého řádu na území ČR. Kromě samozřejmého využití pozorování v kampani DOPNUL šlo zejména o výsledky kampaně CS-BRD-93.

Vzhledem k tomu, že data z následných kampaní (CS-NULRAD-92, CS-BRD-93, DOPNUL), získaná na bodech sítě nultého řádu, jsou kvalitnější, než z kampaně EUREF-CS/H 91, bylo použito při definitivním zpracování kampaně DOPNUL následujícího postupu:

a) Kampaně CS-NULRAD-92 byla znovu zpracována softwarem BERNESE, verze 3.5, přičemž definitivně určené souřadnice 6 bodů kampaně EUREF-CS/H 91 v systému ETRS89 byly při řešení fixovány. Souřadnice bodu GOPE stálé služby IGS na Geodetické observatoři Pecný byly určeny zavedením centračních veličin mezi bodem AGS 30 Pecný a bodem GOPE.

b) Pro další zpracování bylo použito výpočetního programu VUGNET pro vyrovnání prostorových GPS sítí. V první fázi byly znovu určeny souřadnice bodů identických s českými body kampaně NULRAD. Pro určení výsledných souřadnic bylo použito výsledků zpracování kampaně CS-BRD-93 a DOPNUL. Zpracování bylo provedeno po jednotlivých seancích. Z výše zmíněných důvodů byly souřadnice, určené v rámci zpracování kampaně CS-NULRAD-92, voleny pouze jako

opěrné.

c) Výsledné souřadnice určovaných bodů (v příslušných sektorech), které nejsou identické s body kampaně NULRAD, byly určeny sedmiprvkovou podobnostní transformací. Identickými body jsou body určené vyrovnáním pomocí programu VUGNET v předchozím kole. Průměrné zbytkové odchylky po podobnostní transformaci jsou kolem 3 mm v každé souřadnici, maximální zbytková odchylka v polohové souřadnici je 10 mm, ve výšce 29 mm. Střední hodnota změny měřítka je 0,02 ppm, maximální změna 0,1 ppm.

Na základě rozptylu výsledků na bodech, kde se provádělo vícedenní opakované měření vychází střední chyba výsledných souřadnic bodu, zaměřeného v jedné seanci v rozmezí 2 až 8 mm v polohových souřadnicích a 1 až 3 cm ve výšce.

9 Transformace souřadnic-teorie [8]

Příčiny proč transformovat souřadnice mohou být různé:

1. *Volba jiného referenčního elipsoidu*, kdy se obecně mění zeměpisné souřadnice bodů - též délce trigonometrické strany budou odpovídat jiné souřadnicové rozdíly ($\Delta B, \Delta L$).

2. *Posun, pootočení nebo úprava měřítka* celé sítě pevných bodů - došlo ke zpřesnění měřítka, ke změně orientace, nebo se síť přizpůsobila sítím okolním.

3. *Změna zobrazení elipsoidu do roviny*. Zeměpisné souřadnice bodu (B,L) zůstávají nezměněny, ale jednou se např. zobrazují do roviny kuželového zobrazení (X, Y) a podruhé do válcového (x, y).

4. *Nové zaměření některých bodů* - dříve nová triangulace nebo trilaterace, nyní měření GPS.

5. *Přechod na nový geodetický systém (souřadnicový systém)*, zahrnující v sobě nové měření a nové zpracování.

V případech 1, 2 a 3 jde o vzájemnou transformaci stejnorodých souřadnic. Mezi oběma soustavami souřadnic platí matematické vztahy:

$$X = f(x, y), \quad (9.10)$$

$$Y = g(x, y). \quad (9.11)$$

V případech 4 a 5 půjde o transformaci nestejnorodých souřadnic, kdy se při transformaci náhodně změnily hodnoty délek i úhlů.

V současné době vyvstává nový problém: máme z minulosti určeny polohové souřadnice mnoha bodů, které nechceme všechny znovu zaměřovat, ale máme nějaký nový podklad (např. určité množství identických bodů, přesněji zaměřených), pomocí kterého chceme toto velké množství bodů do nových souvislostí převést.

Např. spojení národních souřadnicových systémů, stále používaných. V Evropě již dnes existuje nadřazená a dostatečně přesná síť, vytvořena metodami kosmické geodézie, do které oba národní souřadnicové systémy transformujeme a tím je máme navzájem spojeny.

9.1 Lineární konformní transformace

Označení:

(x, y)	souřadnice soustavy původní
(X, Y)	souřadnice soustavy transformované
ω	úhel rotace, pootočení
R	matice rotace
q	měřítka

Shodnost a podobnost:

Otočíme-li síť bodů o úhel ω a celou síť posuneme ve směrech souřadnicových os o (k_x, k_y) , změní se souřadnice (x, y) na souřadnice (X, Y) podle známých transformačních rovnic shodnosti:

$$X = x \cos \omega - y \sin \omega + k_x = a_{11}x + a_{12}y + k_x \quad (9.12)$$

$$Y = x \sin \omega + y \cos \omega + k_y = a_{21}x + a_{22}y + k_y$$

Matice rotace

$$R = \begin{pmatrix} \cos\omega & -\sin\omega \\ \sin\omega & \cos\omega \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \quad (9.13)$$

Násobíme-li všechny koeficienty a_{ij} v matici rotace měřítkem q , dostaneme rovnici podobnosti

$$X = qRx + k = q \begin{pmatrix} \cos\omega & -\sin\omega \\ \sin\omega & \cos\omega \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} k_x \\ k_y \end{pmatrix} \quad (9.14)$$

Jestliže tedy $q = 1$, jde o shodnost,

jestliže $q \neq 1$, jde o podobnost.

9.2 Helmertova transformace

K výpočtu koeficientů shodnosti či podobnosti transformace potřebujeme znát souřadnice některých bodů v obou soustavách. Takovým bodům říkáme „body identické“. K výpočtu klíče podobnosti transformace potřebujeme znát souřadnice dvou bodů (4 souřadnice). Máme-li těchto identických bodů více, můžeme vypočítat koeficienty vyrovnáním.

Máme tedy transformační klíč, vypočtený z identických bodů první soustavy (x_i, y_i) a druhé soustavy (X_i, Y_i) . Jestliže převedeme pomocí tohoto klíče body (x_i, y_i) z první do druhé soustavy, nedostaneme obecně souřadnice (X_i, Y_i) , ale souřadnice (X_i', Y_i') .

Označme:

$$V_x = X - X', \quad V_y = Y - Y'; \quad \text{pak } d^2 = V_x^2 + V_y^2 \quad (9.15)$$

a můžeme napsat podmínku MNČ:

$$\Sigma V_x^2 + \Sigma V_y^2 = \Sigma d^2 = \min \quad (9.16)$$

Helmertova transformace je tedy lineární konformní transformace s vyrovnáním koeficientů podle MNČ.

Jako střední rozdíly souřadnic a střední polohová chyba se uvádějí vzorce:

$$m_{V_x} = \sqrt{\frac{[V_x V_x]}{n}}, \quad m_{V_y} = \sqrt{\frac{[V_y V_y]}{n}}, \quad m_d = \sqrt{\frac{[dd]}{n}} \quad (9.17)$$

kde n je počet identických bodů.

9.3 Jungova transformace

Máme množinu identických bodů P_i . V tomtéž prostoru máme (mnohem početnější) množinu bodů P_j , u nichž známe pouze souřadnice (x_j, y_j) v první soustavě, tyto body chceme transformovat do soustavy druhé.

Vypočteme rozdíly odpovídajících souřadnic u identických bodů podle rovnice

$$\delta x_i = X_i - x_i, \quad \delta y_i = Y_i - y_i, \quad (9.18)$$

Souřadnice transformovaných bodů $P_j(X_j, Y_j)$ vypočteme tak, že k souřadnici x_j (resp. y_j) připočteme δx_j (resp. δy_j) podle vzorců:

$$\delta x_j = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij} \delta x_i}{\sum_{i=1}^n p_{ij}}; \quad \delta y_j = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ij} \delta y_i}{\sum_{i=1}^n p_{ij}} \quad (9.19)$$

$$\text{kde } p_{ij} = \frac{1}{s_{ij}^2}, \quad n, \dots \text{počet identických bodů.} \quad (9.20)$$

Jungova transformace se stále více uplatňuje. S dnešními výpočetními prostředky není

problém tento numericky poměrně náročný problém vyřešit. Zpravidla se ještě připojuje podmínka, do jaké vzdálenosti s_{ij} brát ještě do výpočtu identické body. Jungova transformace se rovněž používá jako druhý krok po Helmertově transformaci, kdy zbylé odchylky na identických bodech rozdělíme transformovaným bodům podle vzorců, uvedených výše. Dosáhneme tím mj. nezanedbatelné výhody: identické body si po této dvoustupňové transformaci ponechají své původní souřadnice.

9.4 Konformní transformace vyššího řádu

Platí zde vlastnosti konformního zobrazení, tj.: infinitesimální kružnice se transformují opět na kružnice, transformované přímky jsou obecně zakřivené s porušeným dělicím poměrem a úhly mezi jejich obrazy jsou však zachovány.

Mezi souřadnicemi v nové poloze (X, Y) a původními (x, y) platí obecný konformní vztah:

$$X + iY = f(x + iy) \quad (9.21)$$

Konformní transformace při nadbytečném počtu identických bodů, která prakticky jediná má v geodetické praxi smysl, vede podobně jako Helmertova transformace k výpočtu koeficientů rovnic vyrovnání podle MNČ.

9.5 Transformace souřadnic v prostoru

Prostorová transformace podobnostní:

Zavedme následující označení:

$x = (x, y, z)^T$	je vektor souřadnic 1. soustavy,
$X = (X, Y, Z)^T$	je vektor souřadnic 2. soustavy,
α, β, γ	jsou úhly rotace okolo os (X, Y, Z) ,
$R = R_\alpha R_\beta R_\gamma$	je matice rotace,
$\Delta X, \Delta Y, \Delta Z$	jsou posuny ve směrech os (X, Y, Z)
$q = 1 + k$	je měřítko (m je zkreslení).

Při této transformaci se uplatní tři rotace (α, β, γ) okolo os (X, Y, Z) , tři posuny prostorového útvaru $(\Delta X, \Delta Y, \Delta Z)$ a jedno délkové měřítko (q) , tedy celkem sedm parametrů.

Osy původní soustavy (x, y, z) se do nové soustavy transformují na osy (x', y', z') , které zůstávají pravouhlé.

Transformace mezi souřadnicemi můžeme zapsat rovnicí:

$$X = qRx + K, \text{ kde} \quad (9.22)$$

$$X = \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}, x = \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}, K = \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix} \quad (9.23)$$

matice rotace:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\beta & 0 & -\sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin\beta & 0 & \cos\beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\gamma & \sin\gamma & 0 \\ -\sin\gamma & \cos\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (9.24)$$

Zjednodušená transformační matice

Při většině geodetických výpočtů jde zpravidla o zjišťování malých zkreslení a úhly rotací jsou většinou rovněž velmi malé.

Z těchto důvodů můžeme v matici rotace položit

$$\cos\alpha = \cos\beta = \cos\gamma = 1, \quad (9.25)$$

součin dvou nebo tří sinů bude nula a sinus úhlu bude roven onomu úhlu.

Dále zpravidla nenalezneme rozumný důvod, proč by měřítko q bylo ve třech na sebe kolmých směrech různé; proto volíme

$$q_x=q_y=q_z=1 \quad (9.26)$$

Měřítka q se označují písmenem m a dává se jako násobný koeficient před maticí rotace. Rotační úhly α, β, γ se označují $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$, neboť nejde přesně o rotační úhly, nýbrž součiny trigonometrických funkcí.

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = m \begin{pmatrix} 1 & \varepsilon_z & -\varepsilon_y \\ -\varepsilon_z & 1 & \varepsilon_x \\ \varepsilon_y & -\varepsilon_x & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix} \quad (9.27)$$

Lineární konformní transformaci v prostoru s vyrovnáním koeficientů se říká Helmertova transformace v prostoru nebo také 7-prvková Helmertova transformace.

10 Rozbor zkoumaných diplomových prací, výběr transformačního klíče

10.1 Lokální transformační klíč o 7- parametrech, Helmertova transformace [6]

V klasické vyšší geodézii se poloha bodů určuje geodetickými zeměpisnými souřadnicemi (B,L) a výškou H_n nad nulovou vztaznou plochou. Souřadnice (B,L) odpovídají průmětu bodu, ležícího na fyzickém povrchu Země, po normále na referenční elipsoid; výška H_n se vztahuje ke geoidu (nebo kvazigeoidu) a určuje se z nivelačních a gravimetrických měření. Používá se tedy jiná vztazná plocha pro souřadnice (polohu) bodu a jiná pro jeho výšku.

Polohu bodu na elipsoidu nebo na fyzickém povrchu Země lze také jednoduše vyjádřit prostorovými pravoúhlými souřadnicemi (X,Y,Z).

10.1.1 Transformace souřadnic (B,L, H_{el}) na (X,Y,Z)

Transformační vzorec pro převod:

$$\vec{X} = \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} N \cos\varphi \cos\lambda \\ N \cos\varphi \sin\lambda \\ N(1 - e^2) \sin\varphi \end{pmatrix} \quad (10.10)$$

nebo

$$\vec{X} = \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (N + H) \cos\varphi \cos\lambda \\ (N + H) \cos\varphi \sin\lambda \\ (N[1 - e^2] + H) \sin\varphi \end{pmatrix} \quad (10.11)$$

Druhá část vzorce platí v případě že bod leží ve směru normály k elipsoidu ve výšce H nad elipsoidem.

10.1.2 Transformace souřadnic (X,Y,Z) na (B,L,H)

Pro aplikaci GPS je zajímavější transformace opačná. Tedy jsou známy souřadnice kartézské (X,Y,Z) a je třeba je převést na souřadnice elipsoidické (B,L,H).

Rozlišujeme dva základní typy výpočtů:

- Aproximační (např. Cimbálník, Hofmann-Welenhof, Kabeláč....)
- přímé (uzavřené) (Hofmann-Welenhof, Bowring)

V dnešní době se dává přednost aproximačním postupům.

10.1.2.1 Aproximační postup (dle pana Kabeláče)

Výpočet B:

$$1. \quad p = \sqrt{X^2 + Y^2} \quad (10.12)$$

$$2. \quad B_0 = \arctg\left(\frac{Z}{p}\right) \quad (10.13)$$

$$3. \quad N_0 = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 B_0}} \quad (10.14)$$

$$4. \quad B = \operatorname{arctg} \left(\frac{Z}{p} + \frac{N_0 e^2 \sin B_0}{p} \right) \quad (10.15)$$

5. Jestliže $B - B_0 > \varepsilon$, nastav $B_0 = B$ a opakuj znovu postup od kroku 3, jinak postupuj dál ve výpočtech.

Výpočet L:

$$L = \operatorname{arctg} \left(\frac{Y}{X} \right) \quad (10.16)$$

Výpočet H:

$$H = \frac{p}{\cos B} - N \quad (10.17)$$

10.1.2.2 Přímý postup (dle Hofmann-Welenhof)

Výpočet B:

$$B = \operatorname{arctg} \frac{Z + e^2 b \sin^3 \Theta}{p - e^2 a \cos^3 \Theta}, \quad (10.18)$$

$$\text{kde: } \Theta = \operatorname{arctg} \frac{Za}{pb} \text{ je pomocná kvantita a} \quad (10.19)$$

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{b^2} \text{ je druhá numerická výstřednost.} \quad (10.20)$$

Výpočet L a H:

$$L = \operatorname{arctg} \frac{Y}{X}, \quad H = \frac{p}{\cos B} - N, \quad \text{kde} \quad (10.21)$$

$$N = \frac{a^2}{\sqrt{a^2 \cos^2 B + b^2 \sin^2 B}} \quad (10.22)$$

10.2 Dvou dimenzionální transformace- poloha, jedno dimenzionální transformace – výška [2]

10.2.1 Dvou dimenzionální prostorová transformace

Dvě různé soustavy souřadnic jsou určeny vektory

$$\vec{x}' = (x, y)^T \quad \text{a} \quad \vec{x}_T = (x_T, y_T)^T \quad (10.23)$$

Dvou dimenzionální podobnostní transformace je definována:

$$\vec{x}_T = \vec{c} + \mu \bar{R} \vec{x}', \quad \text{kde } \mu \text{ je měřítkový faktor,} \quad (10.24)$$

\vec{c} je vektor posunutí $\vec{c} = [c_1, c_2]$ a \bar{R} je matice rotace.

$$\bar{R} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix}, \quad \text{která zahrnuje úhel rotace } \alpha. \quad (10.25)$$

Dvou dimenzionální transformace má 4 neznámé parametry: dva parametry posunu, měřítkový faktor a úhel rotace. Po dosazení dostaneme rovnice:

$$x_T = c_1 + \mu x \cos \alpha - \mu y \sin \alpha \quad (10.26)$$

$$y_T = c_2 + \mu x \sin \alpha - \mu y \cos \alpha$$

Když známe transformační parametry \vec{c} , μ a \bar{R} , můžeme x systém transformovat do x_T systému. Když transformační parametry neznáme, můžeme je získat použitím identických bodů. V obou soustavách nám postačí znát souřadnice dvou identických bodů. Pro výpočet neznámých parametrů použijeme substituce:

$$p = \mu \cdot \cos \alpha \quad (10.27)$$

$$q = \mu \cdot \sin \alpha$$

dosazením dostaneme lineární rovnice

$$x_T = c_1 + px - qy \quad (10.28)$$

$$y_T = c_2 + qx - py$$

Z těchto rovnic vypočítáme neznámé p, q, c₁ a c₂, úhel a měřítko rotace získáme ze vzorců:

$$\mu = \sqrt{p^2 + q^2}, \quad (10.29)$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{p}{q} \quad (10.30)$$

V praxi většinou známe více identických bodů a k výpočtu neznámých parametrů použijeme metodu nejmenších čtverců.

10.2.2 Jedno dimenzionální transformace

Jedno dimenzionální transformace se většinou používá k transformaci výšek. Tato transformace se skládá ze tří neznámých parametrů: posun dH podél vertikální osy, náklon α_1 okolo severo-jížní osy a náklon α_2 okolo východo-západní osy. Tyto neznámé vypočítáme pomocí tří identických bodů.

Předpokládáme, že známe u třech bodů ortometrickou výšku H_n a zároveň elipsoidickou výšku H_{el} . Normálně se vyskytují nesoulady mezi výškou H_n a přesnou (H_n) a to vlivem GPS systematickým chybám a chybám modelu geoidu. Matematický model pro tyto rozpory je dán vztahem:

$$H_n - (H_n) = dH - y_i d\alpha_1 + x_i d\alpha_2, \quad (10.31)$$

kde dH je vertikální posun,

$d\alpha_1$ a $d\alpha_2$ jsou rotace kolem os x a y.

Rovnice je prezentována v lokálním rovinném souřadném systému s osami x,y. geometricky může být vztah $H_i - (H_i)$ interpretován rovnicí roviny, která se rozprostírá jako povrch, jenž se považuje za nepravidelnější geoid.

Známe li více identických bodů můžeme k výpočtu a vyrovnání opět použít metodu nejmenších čtverců.

11 Implementace

V této kapitole bude popsán postup výpočtů a popis postupů, výpočetních programů a posouzení dílčích výsledků.

11.1 Dané podklady

Pro zpracování diplomové práce jsem měl k dispozici několik různých druhů podkladů z rozdílných zdrojů. V první řadě to byl seznam souřadnic bodů kampaně DOPNUL v obou souřadných systémech (ETRS89, S-JTSK), poskytnutý Katastrálním úřadem Brno-město. Seznam souřadnic bodů v systému S-JTSK (y,x, H_n) je zobrazen v Příloze č.1 a seznam souřadnic bodů systému ETRS 89 (B,L, H_{el}) je zobrazen v Příloze č.2.

Dalším nezbytným podkladem pro zpracování mé diplomové práce byly výřezy z digitální katastrální mapy (dále jen DKM) z katastrálních území Košíkov, Ludvíkov u Velké Bíteše, Velká Bíteš a Mařatice. Tyto podklady mi ochotně poskytly pracovnice katastrálního úřadu v Tišnově.

Globální transformační klíč pro výpočet zkreslení mi byl poskytnut p. profesorem Kosteckým (viz Příloha č.3). Pro další výpočet a posouzení byly použity i transformační klíče vytvořené v práci [6].

Dalším důležitým prvkem byl seznam souřadnic bodů v obou souřadných soustavách - doplnění sítě DOPNUL v okolí Velké Bíteše, poskytnutý opět p. profesorem Kosteckým (viz Příloha č.4).

11.2 Postup prací

11.2.1 Převod sférických souřadnic (B,L, H_{el}) na prostorové pravoúhlé souřadnice (X,Y,Z).

Je dán seznam sférických souřadnic ETRS89 (B,L, H_{el}) (viz Příloha č.4), na elipsoidu GRS80 (viz Příloha č.5), a je třeba jej převést pro následnou Helmertovu transformaci na prostorové pravoúhlé souřadnice (X,Y,Z) v systému ETRS89. Pro převod byl sestaven v programu Microsoft

Excel program pro výpočet souřadnic, podle následujícího postupu:

Zadané konstanty:

a hlavní poloosa meridiánové elipsy (viz Příloha č.5)

e^2 první excentricita (viz Příloha č.5)

výpočet:

$$W = \sqrt{1 - e^2 \cdot \sin^2 B}, \quad (11.10)$$

$$N = \frac{a}{W}, \quad (11.11)$$

$$\vec{X} = \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} (N + H_{el}) \cos \varphi \cos \lambda \\ (N + H_{el}) \cos \varphi \sin \lambda \\ (N[1 - e^2] + H_{el}) \sin \varphi \end{pmatrix} \quad (11.12)$$

Převedený seznam souřadnic je uveden v Příloze č. 6.

11.2.2 Transformace daných bodů systému ETRS89 elipsoid GRS80 pomocí známého klíče na elipsoid Besselův.

Pro transformaci bodů je použita sedmiparametrická Helmertova "podobnostní" transformace řešená metodou nejmenších čtverců. Z dříve určených transformačních klíčů (viz Příloha č.7), známe všechny potřebné parametry pro transformaci daných bodů (elipsoid GRS80) na Besselův elipsoid.

Transformace probíhá podle vzorce odvozeného např. v [14]:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = (1+k) \begin{pmatrix} 1 & -\varepsilon_z & \varepsilon_y \\ \varepsilon_z & 1 & -\varepsilon_x \\ -\varepsilon_y & \varepsilon_x & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix} \quad (11.13)$$

kde:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \quad \text{souřadnice bodu po transformaci,}$$

$(1+k)$ měřítkový koeficient,

$$\begin{pmatrix} 1 & -\varepsilon_z & \varepsilon_y \\ \varepsilon_z & 1 & -\varepsilon_x \\ -\varepsilon_y & \varepsilon_x & 1 \end{pmatrix} \quad \text{matice rotace,}$$

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} \quad \text{souřadnice transformovaných bodů,}$$

$$\begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix} \quad \text{posuny souřadných os.}$$

Jako vstupní soubor transformovaných bodů jsou použity souřadnice bodů ETRS89 (X,Y,Z) (viz Příloha č.6). Jednotlivé transformační klíče, pro který je proveden výpočet jsou uvedeny v příloze č.7. Transformace bodů byla postupně provedena pro čtyři různé transformační klíče.

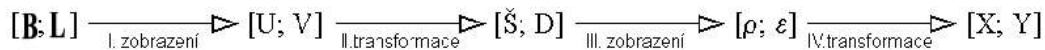
Výsledné seznamy transformovaných souřadnic jsou uloženy v příloze číslo 8.

11.2.3 Převod prostorových pravoúhlých souřadnic (X,Y,Z) na sférické souřadnice (B,L,H_{el})

Je dán seznam prostorových pravoúhlých souřadnic (X,Y,Z) a tyto souřadnic je zapotřebí převést na sférických souřadnic bodů (B,L,H_{el}). Převod byl proveden iterační metodou dle [8], kap.10.1.2. Pro převod souřadnic (X,Y,Z) na (B,L,H_{el}) bylo využito programovací prostředí MATLAB. Pro vlastní výpočet byl využit program sestavený v práci [6] program „Ipostup1.m.,(viz Příloha č.9).

11.2.4 Převod sférických souřadnic (B,L,H_{el}) na rovinné souřadnice (y,x) Křováková zobrazení systému S-JTSK a výškový systém Balt po vyrovnání (B_{pv}, H_n)

Převod probíhá v několika krocích (kap. 8):



U ₀	= 59°42'42,69690"
V ₀	= 42°31'31,41725"
Š ₀	= 78°30'
φ ₀	= 49°30'
ρ ₀	= 1 298 039,004 615 180
α	= 1,000 597 498 372
k	= 0,996 659 248 690
n	= 0,979 924 704 620 830
R	= 6 380 703,610 500 m

Tab. 11.1. Seznam použitých konstant

Vlastní výpočet je proveden v programu MS Excel, ve kterém byly použity vzorce uvedené v kap.8, stejně jako i následné kontroly, pro ověření správnosti výpočtu.

Výsledné seznamy souřadnic (y,x,H_n) v souřadném systému S-JTSK a výškovém systému B_{pv} jsou uloženy v příloze číslo 10.

11.2.5 Výpočet transformační klíče pro transformaci souřadnic v systému S-JTSK

Pro výpočet transformační klíče pro transformaci v soustavě S-JTSK jsem použil geodetický software WINGEUS v 13.0, kde je celý postup transformace již implementován. Pro samotnou transformaci je využita opět Helmertova transformace (kap. 10,11).

Jako identické body první soustavy, soustavy za které se transformuje byly zvoleny body číslo: 1-549, 1-240, 1-238, 1-237, 1-132, 1-134, 1-133, 1-559, 1-231, 1-558 pro k.ú. Košíkov, Velká Bíteš a Ludvíkov u Velké Bíteše a body číslo 4519-6, 4524-9, 4522-28, 4508-5 pro k.ú. Mařatice

Jako identické body druhé soustavy (transformované) byly zvoleny námi vypočtené body (kap 12.2.4., příloha č. 10). Číslo bodů pro výpočet transformačního klíče jsou uvedené v tabulce 11.2.

Samotný výpočet transformačního klíče je uveden v příloze č.11. Vypočtené transformační klíče jsou uvedeny v tabulce 11.3.

Transformační klíč	Globální transformační koeficienty	Transformační koeficienty [6] (celá ČR)	Transformační koeficienty [6] (východ ČR)	Transformační koeficienty [6] (7.dolní 1/8)	Globální transformační koeficienty
Číslo transformačního klíče (skupina)	2	3	4	5	6
Číslo bodu	2-132	3-132	4-132	5-132	2945190006
	2-133	3-133	4-133	5-133	2945240009
	2-134	3-134	4-134	5-134	2945220028
	2-231	3-231	4-231	5-231	2945080005
	2-237	3-237	4-237	5-237	
	2-238	3-238	4-238	5-238	
	2-240	3-240	4-240	5-240	
	2-549	3-549	4-549	5-549	
	2-558	3-558	4-558	5-558	
	2-559	3-559	4-559	5-559	

Tab. 11.2. Čísla identických bodů v závislosti na použitém transformačním klíči

	Transformační klíč pro transformaci mezi skupinou				
	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6
Posun Y	-0,9726896085503	-6.8840635979911	-3.0151784012594	124.28711178102 1	-0.74158700916088
Posun X	-10,60909313209 8	-7.0862223130297	-8.6032922251105	-26.825829192241	1.01007856652681
Měřítka osa x, A11	1,00000748087325	1.0000074793882 1	1.0000074447946 4	1.0000075349217 8	0.99999937153684 2
Stočení osa x, A12	-3,2360625873E-6	-4.2363758230E-6	-5.3262809464E-6	-7.5302174662E-5	6.541209312478E-7
Pootočení osy y, A21	3,23606258736E-6	4.23637582305E-6	5.32628094648E-6	7.53021746621E-5	-6.54120931248E-7
Měřítka osa y, A22	1,00000748087325	1.0000074793882 1	1.0000074447946 4	1.0000075349217 8	0.99999937153684 2

Tab. 11.3. Přehled použitých transformačních klíčů

11.2.6 Transformace podrobných bodů pozemkových hranic

V dalším kroku jsem vypočtený transformační klíče použil na transformaci vybraných parcel stávající pozemkové mapu ve formátu DKM. Zajímalo mě jakým způsobem se změní poloha pozemkových hranic v závislosti na volbě transformačním klíči, případně i výměra jednotlivých parcel po transformaci nevhodným, nebo méně přesným transformačním klíčem a jakého kódu kvality lze s užitím jednotlivých transformačních klíčů dosáhnout.

Postup prací byl následující. V programu WINGEUS v 13.0 byl vypočten transformační klíč mezi soustavou danou, přesně určenou (y_1, x_1, H_{n1} -číslo náčrtu 1) a soustavou vypočtenou podle transformačního klíče určeného v práci [6] ($y_{3-5}, x_{3-5}, H_{n3-5}$ -číslo náčrtu 3-5) a podle globálního transformačního klíče, dodaného z VÚGTK panem profesorem Kosteckým ($y_{2,6}, x_{2,6}, H_{n2,6}$ -číslo náčrtu 2,6). Tento získaný transformační klíč (tab. 12.3) byl aplikován na souřadnice lomových bodů pozemkových hranic vybraných parcel (tab. 12.4) a tyto body byly tímto klíčem transformovány.

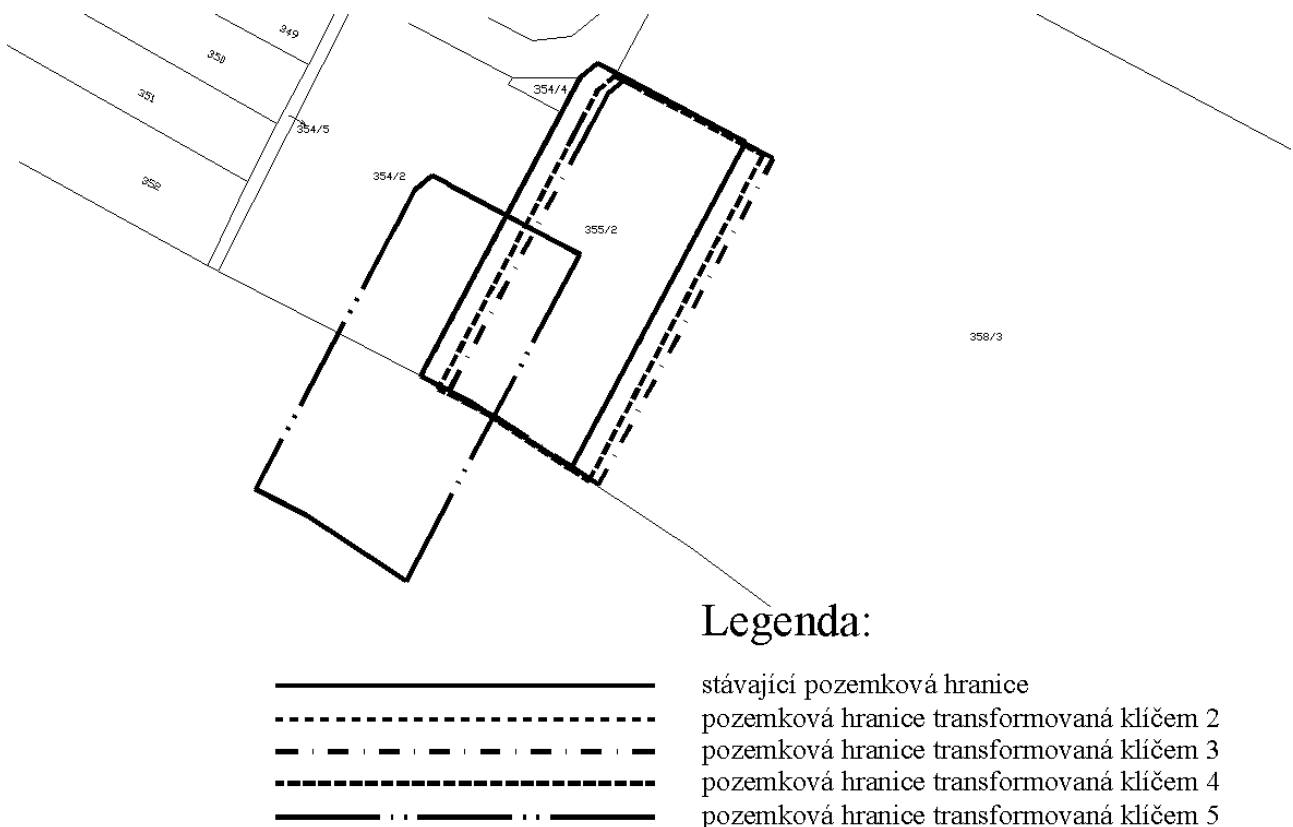
Katastrální území	Košíkov	Velká Bíteš	Ludvíkov u Velké Bíteše	Mařatice
Číslo parcely	355/2	4140	4	St.968
Výměra dle KN	4200	8887	780	968

Tab. 11.4. Přehled vybraných parcel a katastrálních území

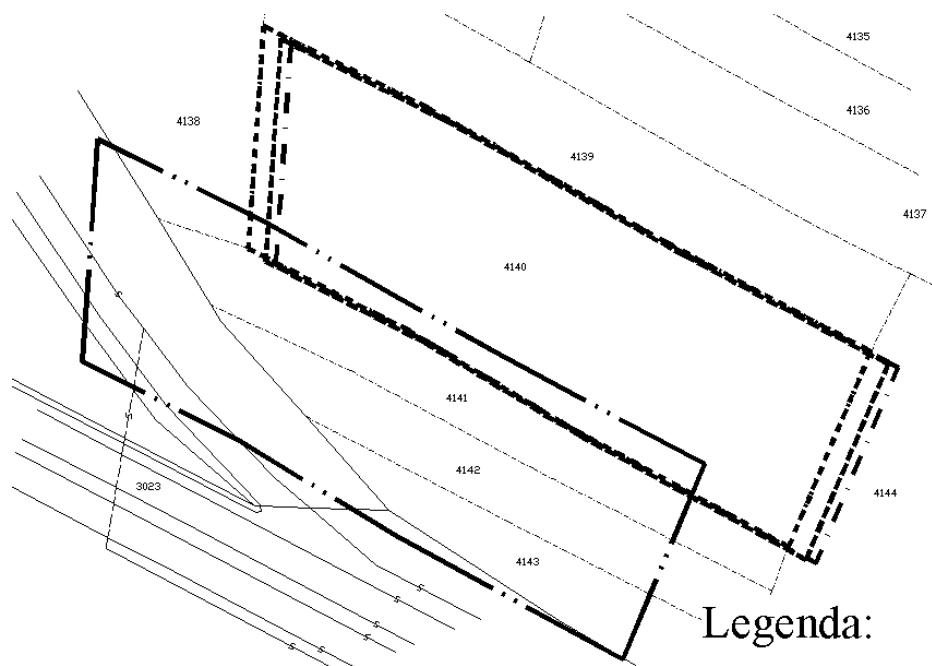
11.2.7 Zhodnocení

Výsledné souřadnicové odchylky, dosažené kódy kvality a výsledné výměry parcel jsou uvedeny v příloze číslo 12.

Posuny v polohách a grafické znázornění rozdílů v posunech mezi jednotlivými parcelami s využitím různých klíčů jsou na obrázcích č. 11.1, 11.2, 11.3, 11.4.



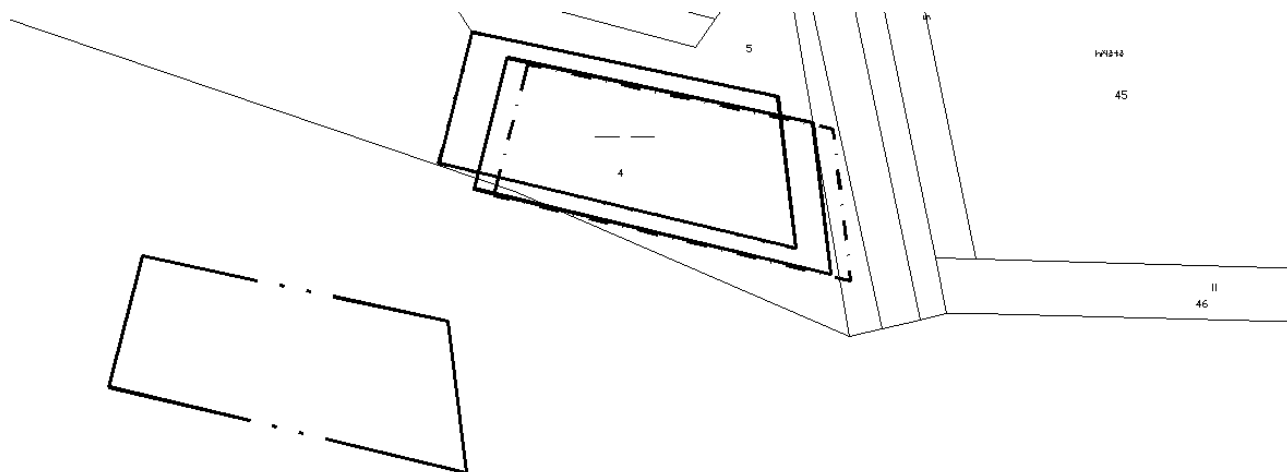
Obr. 11.1. Grafické znázornění rozdílů v posunech pozemkových hranic s využitím různých transformačních klíčů, k.ú. Košíkov



Legenda:

- stávající pozemková hranice
- pozemková hranice transformovaná klíčem 2
- - - - - pozemková hranice transformovaná klíčem 3
- pozemková hranice transformovaná klíčem 4
- pozemková hranice transformovaná klíčem 5

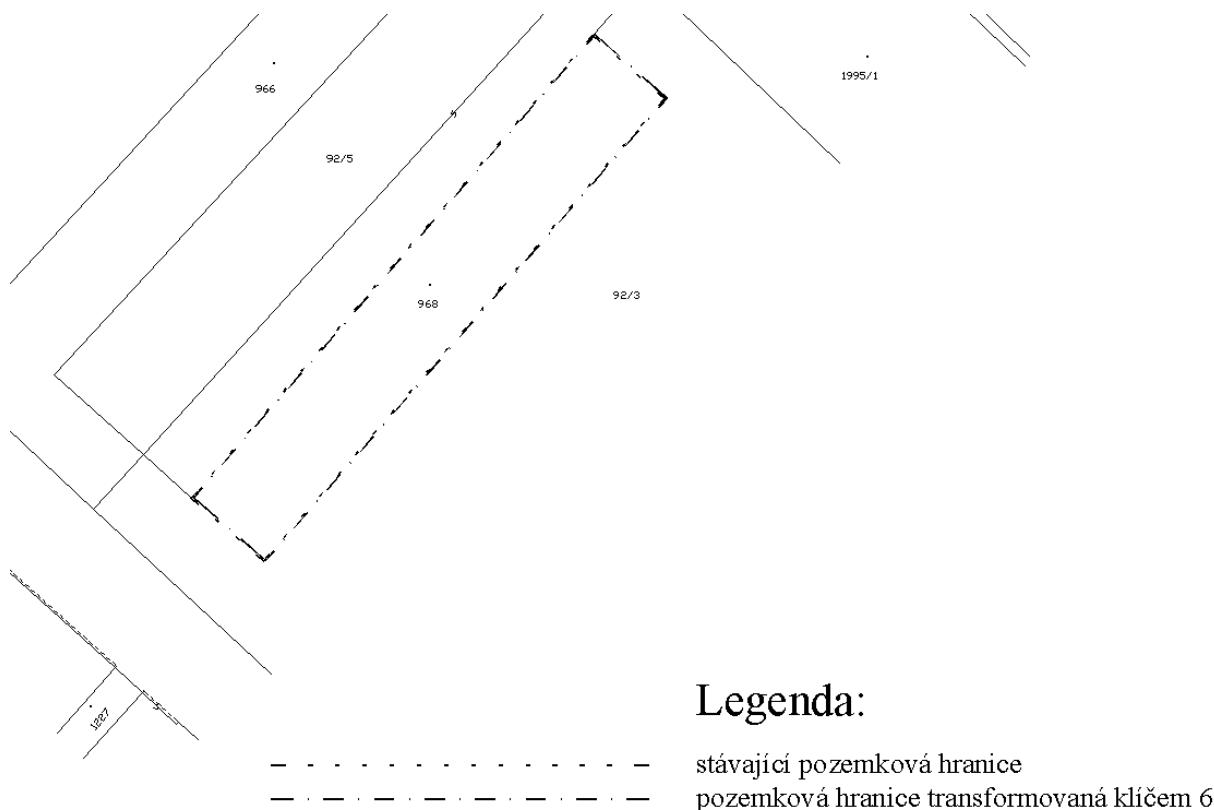
Obr. 11.2. Grafické znázornění rozdílů v posunech pozemkových hranic s využitím různých transformačních klíčů, k.ú. Velká Bíteš



Legenda:

- stávající pozemková hranice
- pozemková hranice transformovaná klíčem 2
- - - - - pozemková hranice transformovaná klíčem 3
- pozemková hranice transformovaná klíčem 4
- pozemková hranice transformovaná klíčem 5

Obr. 11.3. Grafické znázornění rozdílů v posunech pozemkových hranic s využitím různých transformačních klíčů, k.ú. Ludvíkov u Velké Bíteše



Obr. 11.4. Grafické znázornění rozdílů v posunech pozemkových hranic s využitím různých transformačních klíčů, k.ú. Mařatice

Závěr

Ve své práci jsem se snažil o posouzení vlivu výběru transformačního klíče vytvořeného pro převod souřadnicového systému ETRS89 do souřadnicového systému S-JTSK, na soubor popisných a geodetických informací vedených v katastru nemovitostí v náhodně zvolené oblasti ČR na platné katastrální mapě ve formátu DKM (digitální katastrální mapa). Dále jsem se detailně seznámil s prací nutnou vykonat pro transformaci mezi jednotlivými souřadnými systémy ať už jde o transformační vztahy pro převod prostorových souřadnic mezi dvěma elipsoidy a nebo v našem případě o transformační vztahy Křovákova zobrazení S-JTSK, kde je nutné uvažovat převod z prostorových souřadnic (X,Y,Z) do rovinných souřadnic (y,x) přes několik různých transformací a zobrazení. Ověřil jsem si správnost a účinnost jednotlivých postupů a také nezbytnou nutnost kontroly pro zachování správnosti a objektivnosti získaných výsledků.

Z výše uvedených výpočtů vyplynulo několik základních skutečností. Především je velmi důležité využití správného transformačního klíče a je nutné věnovat zvýšenou pozornost i výběru identických bodů vstupujících do transformace. Jedním z dalších problémů je nutnost přepočtu elipsoidické výšky na výšku normální (Bpv), což se ale v závěru ukázalo jako ne až tak podstatné. Katastr nemovitostí (dále jen KN) a mapová díla jsou vedená pouze v rovině...rozměr 2D a rozdíl mezi elipsoidickou a nadmořskou výškou se zde projeví pouze okrajově. Při zkoumání výsledků (Příloha č.12) vyplynulo že s jednoduchým využitím Globálního transformačního klíče, bez použití složitých do-transformačních vztahů jsme schopni dosáhnout kódu kvality 4, tzn. bod je určen se střední souřadnicovou chybou $m_{xy} < 0,26m$ [15]. Kód kvality 4 je však pro tvorbu geometrických plánů víceméně nedostačující. Z hlediska obecné tvorby je však tato přesnost nedostatečná.

Kódu kvality 3 se nám podařilo dosáhnout výběrem identických bodů v menší oblasti okolo měřené parcely a s využitím většího počtu identických bodů.

Další zajímavou skutečností je že v malé oblasti na kterou jsem aplikoval transformační vztahy se prakticky neprojeví změna měřítka. Je to dáno tím že rozdíly mezi jednotlivými transformačními klíči jsou systematické, tj. že změny mezi souřadnicemi jednotlivých identických bodů si odpovídají.

Při výpočtech vyšla najevo i zvláštní situace a to v případě transformace mezi skupinami 1-5. Pro tuto transformaci byl vybrán transformační klíč z 1/8 území ČR[6], z osminy ve které se nachází mnou testované oblasti. Při aplikaci klíče se ukázalo že výsledky jsou výrazně nepřesnější než při aplikaci ostatních transformačních klíčů. Toto přičítám velké diverzitě bodů v dané oblasti. Rozdíl mezi transformacemi s využitím transformačního klíče pro celou ČR a pro východ ČR pak odpovídal předpokladům.

Závěrem lze říci, že globální transformační klíč bude možné za splnění určitých pravidel využít jednoduchým způsobem pro práci v KN až po doplnění souřadnic (B,L,Hel) systému ETRS89 na všechny trigonometrické a zhušťovací body databáze trigonometrických a zhušťovacích bodů (DATAZ) Zeměměřického úřadu.

Literatura

- [1] Internetové stránky; Zdroj: <http://gama.fsv.cvut.cz/~jezek/dipl/kap1.html>; stav k roku 2006
- [2] Holánková, E.: Diplomová práce 1999/2000, ZČU Fav Plzeň
- [3] Vacek, M.: Diplomová práce 2003/2004, ZČU Fav Plzeň
- [4] Kostecký, J.: Souřadnicové soustavy, přednáškové texty, ČVUT Praha
- [5] Šíma, J.: Přednáškové texty, ZČU Fav Plzeň
- [6] Hálová, L.: Diplomová práce 1999/2000, ZČU Fav Plzeň
- [7] Pyšek, J.: Matematická kartografie-třída jednoduchých zobrazení, 1995, ZČU Plzeň
- [8] Cimbálník, M., Mervart, L.: Vyšší geodézie 1 Geometrická, 2002, ČVUT Praha
- [9] P. Novák, J. Šimek, J. Kostecký jr.: Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography, Geodetic Observatory Pecný, A Detailed Gravimetric Quasigeoid Model VUGTK 2002 for Central Europe
- [10] Kolektiv autorů: Geodetické referenční systémy v České republice, Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický a Vojenský zeměpisný ústav Praha, 1998
- [11] Baranová, M.: Matematická kartografie - Multimediální výukové texty
- [12] Hojevec, V. a kolektiv: Kartografie, GKP. Praha 1987
- [13] Cimbálník, M., Mervart, L.: Vyšší geodézie 2 Geometrická, 1999, ČVUT Praha
- [14] Kabeláč, J., Novák, P.: Geodézie, matematická, vyrovnávací počet 1, geodetické sítě v 2D prostoru, trojrozměrná geodézie, geodetické sítě v 3D prostoru, triangulace na vysoké cíle, hvězdná triangulace, družicové sítě, 2006, Západočeská univerzita v Plzni, Fakulty aplikovaných věd, katedra matematiky, obor geomatiky
- [15] Vyhláška č. 190/1996 Sb., kterou se provádí zákon č. 265/1992 Sb., o zápisech vlastnických a jiných věcných práv k nemovitostem, ve znění zákona č. 210/1993 Sb. a zákona č. 90/1996 Sb., a zákon České národní rady č. 344/1992 Sb., o katastru nemovitostí České republiky (katastrální zákon), ve znění zákona č. 89/1996 Sb.

Seznam příloh

Příloha č.1: Vstupní data kampaně DOPNUL – seznam souřadnic S-JTSK, Bpv (y, x, H_n)

Příloha 2: Vstupní data kampaně DOPNUL – seznam souřadnic ETRS89 (B, L, H_{el})

Příloha č.3: Seven-parameter transformation between ETRF89(1989.0) and Czech national system S-JTSK

Příloha č.4: seznam souřadnic bodů - doplnění sítě DOPNUL, okolí Velké Bíteše

Příloha č. 5: důležité parametry elipsoidů

Příloha č.6: Seznam souřadnic ETRS89 – pravoúhlé prostorové souřadnice (X, Y, Z)

Příloha č.7: Užití transformační klíče

Příloha č.8: Seznam transformovaných souřadnic

Příloha č.9: Program pro převod pravouhlych prostorových souřadnic (X, Y, Z) na (B, L, H_{el}) iterací metodou dle [8]

Příloha č.10: seznamy souřadnic (y, x, H_n) v souřadném systému S-JTSK a výškovém systému Bpv

Příloha č.11: Výpočetní protokol - transformační klíče

Příloha č. 12: Transformace souřadnic, souřadnicové odchylky, dosažené kódy kvality a výsledné výměry transformovaných parcel.

Příloha č.13: Rozložení identických bodů, rozložení katastrální území

Příloha č.1: Vstupní data kampaně DOPNUL – seznam souřadnic S-JTSK, Bpv (y,x,H_n)

08120060	671228.90	962503.27	1124.11	Smrk	15200010	689627.25	1040116.29	194.82	Za Trouby
05040023	802515.00	980297.52	900.52	Medvědí skála,ES	15090440	667089.78	1038408.42	244.73	Na kopci
17240030	599837.23	1036805.53	1114.95	Velká Deštná	15230180	695769.06	1029434.23	217.16	Na kříži
19030210	851807.13	1074256.58	539.10	Skapce	15120171	674837.11	1014957.82	414.65	Veliš ZB1
35240050	548455.98	1131166.65	260.19	Přední příčka	23010040	655114.08	1050968.99	259.62	Voškohrb
40130285	771364.60	1176247.64	1104.38	Kleť,rozhledna, SV2	16240090	643606.12	1031386.64	320.05	Hoříněvsk, lípy
43110260	623031.56	1158574.23	522.19	Rapotice	16080190	613061.32	1024345.63	623.56	Dobrošov
57060060	515832.65	1200120.27	911.28	Velké Lopeník	17210190	599589.89	1009097.37	433.40	Martínkovice v.
27190200	482482.54	1083309.25	293.19	Strahovice j.	16060300	614097.92	1008307.38	557.96	Solovick, pole
21120450	775279.26	1069759.49	428.29	Chlumek	16120290	623460.67	1017717.44	406.70	Březina
22240140	746819.90	1081230.02	447.90	Ve vrších	16220150	649460.64	1014237.84	584.59	Vyšehrad
21240130	791800.27	1087908.66	622.74	Dubinka	09150150	626693.25	997193.54	586.70	Zlatá Olešnice
30060040	761968.77	1101190.60	541.93	Na Bučině	08050040	653434.82	990597.04	1035.00	alář
20140320	829444.44	1088873.89	383.18	U kříže	08090110	669413.26	984534.37	542.55	Kulovatka
19100250	868208.52	1095793.96	512.30	Na vrchu	08150130	674597.49	992654.81	497.63	Na křibách
29210200	846020.94	1104239.93	507.95	Na skalce	23220120	692858.49	1064487.11	375.03	Na hrobech
29130020	828660.09	1121021.05	597.04	V dílech	23120060	676366.38	1061491.80	206.36	U křížku
29070100	815829.46	1113466.50	510.02	Na řezábu	23190140	687155.42	1086148.74	572.55	Familie
30170200	785151.76	1115381.47	572.62	Na obci	23080060	666928.55	1071085.06	268.91	Homole
30090120	762597.35	1133391.36	432.48	Čihadlo	32060070	665140.57	1102898.93	514.61	U louže
29220220	848806.55	1116611.31	485.43	Na skalce	23040480	652717.95	1089383.85	661.16	U hrušky
29190230	832495.24	1139592.16	874.55	Zadní chalupy	24220390	646145.87	1067707.23	290.60	V zloděnicích
29090230	812318.49	1137637.30	904.55	U Mračilů	16140260	624432.37	1036784.18	256.48	Hon č.8
30190070	783449.77	1132292.10	416.81	Na vrchu	24160450	633668.64	1058636.89	263.03	Chvalák
40060210	768146.94	1155180.27	419.82	Na hůrkách	24060290	611065.72	1055599.86	341.43	Borek
39010080	800472.67	1152315.16	829.46	Třeznova	24130470	620733.00	1078016.86	313.33	Klesina
40240120	792277.45	1182833.62	771.92	Maňava j.	24150240	627160.49	1094050.95	709.96	Paseky
05200050	837453.10	991827.44	989.33	Hájenské kopec	33160380	638895.40	1106438.17	692.31	úadkův kopec
12010070	805903.69	1002144.54	321.29	U věže	32030080	653091.21	1122343.74	608.18	Kopec
04250010	898007.04	993341.86	637.63	Planiny	33190150	634911.22	1134055.88	565.09	Chmelník
04150080	874008.81	993988.93	712.88	Zelená hora	22090110	713667.10	1085783.03	419.62	Zálesí
11010200	850877.21	1004370.21	527.74	Ruprechtov jz.	32180130	682612.61	1125529.68	689.89	Špilberk
12130080	829703.16	1022030.02	631.80	Albeřice v.	32050020	657047.63	1140488.59	568.14	Na kopečku k studěnk
12030020	807062.16	1021168.86	436.65	Hora	22200670	737927.80	1097971.35	530.33	Na rovině
13180090	788357.12	1023486.75	535.52	Džbán	31020010	709336.68	1111759.45	575.86	V Hlavách
11180160	885882.83	1023919.44	486.15	Na planině	32160130	687617.61	1105355.64	611.53	Podivické vrch
11120320	870888.05	1018495.97	454.81	U státní silnice	31230420	746831.13	1129830.48	435.21	Čtvrtky
11140170	871489.24	1034390.05	613.09	U rybníků	31080080	718818.01	1124620.67	626.10	K hatím
12240060	849421.24	1032699.32	666.08	U sedelsk, cesty	31150040	729294.04	1142484.71	487.24	Na vrškách
12090340	814045.46	1039760.92	588.93	Džbán	32240110	694704.69	1136709.09	708.53	Bělské kopec
13240340	792544.20	1039096.60	505.72	Senecká hora	32140220	672892.35	1138640.61	628.39	Beranovec z.
19110220	879934.32	1056372.95	585.10	Nad mlénem	42060080	663370.10	1153835.35	670.53	Ve smřei
19010090	859201.57	1052306.15	560.20	Valaši vrch	43210170	643214.07	1155315.45	472.94	U hranic
20120170	828271.04	1065184.38	379.26	U světlometu	41220190	746210.34	1169416.74	536.20	Úzkě
20020030	804332.20	1060930.08	459.19	Na Floriánu	41110170	722395.32	1156372.08	493.60	V planinách
07160230	739718.90	958472.30	402.09	Klobouk	42210140	698512.41	1158743.97	629.16	Na vartě
07070110	712455.19	964672.84	511.68	U Jana	42190020	681204.72	1182595.97	503.76	Za vsí
08220040	690566.42	962631.62	642.83	Vysokě	42080220	664651.07	1176117.72	520.79	Horka
06020260	757849.52	968888.13	502.23	Spišákův kopec	40040120	751880.37	1184649.39	562.40	Přední díly
07230190	742268.24	977441.34	563.01	Na ouhuru	41180130	734607.98	1178646.78	470.41	Šalmanovice sv.
08240100	693373.68	983155.57	396.01	Na pálkách	53060160	767746.96	1206545.98	627.33	Hor. Dvořiště
06090130	766746.22	983725.78	348.74	Nad hřbitovem	222010130	594927.54	1052906.41	653.45	Pohlův kopec
14160040	738666.75	1001120.05	244.90	Na křížovatce	25180100	589635.89	1072714.32	504.30	Na Kalhotech
07100330	712982.91	998987.71	334.64	U silnice	24040160	608643.65	1083193.83	409.56	Na vrších
15210260	694228.19	1005046.73	242.92	Vrchy	25150160	576928.77	1094355.88	587.27	Seifertová
13160040	781017.69	1001207.16	509.25	Oblík	34210020	596086.58	1100047.45	580.47	Kamenná Horka
14080120	716718.44	1024068.38	290.20	Horka	33020060	609518.70	1111310.33	654.51	Vršek
13080130	768524.03	1023698.14	334.72	U Tuřan	34060310	567496.17	1109752.11	489.15	Kamenice
14190180	735594.01	1034749.63	251.11	Boleslavka	34020310	551962.07	1119209.73	282.71	Prostřední díly
13100130	767023.91	1044073.11	384.53	Nad Charvátiny	34130120	579116.30	1123493.42	671.76	Babylon
22220050	740305.62	1060079.17	367.31	U Pytlíka	33130110	625443.86	1123283.34	568.20	Strany
06170070	787940.40	967082.38	857.07	Nad křížkem	33090090	613385.84	1132343.26	529.03	Vinohrady
01200100	733731.90	942415.44	351.72	Šenov z.	33050050	601493.08	1141313.43	400.26	Na díle
14050120	702797.09	1042769.05	225.79	Sadská	34140230	573557.46	1136987.72	656.17	Horka

34050010	559716.11	1140095.79	237.16	Malá strana zadní
44120190	578416.88	1165360.81	360.62	U svat,ho Urbana
43020350	606365.36	1168997.40	325.68	Pláňky
43180220	637092.55	1176279.95	373.61	Díly
42040250	652252.70	1186485.28	429.43	Za rybníkem
43200030	633260.32	1190497.62	251.60	U Těšetic
43090150	619387.28	1183942.18	240.37	Dolní trat'
17040020	556974.64	1030063.96	358.56	Bílě Potok j.
25060010	569065.64	1050629.90	1423.66	Kralickě něžník
25010190	556884.27	1055806.01	773.73	Branná szz.
25070230	562743.80	1066983.46	642.27	Pršná
18200210	530586.68	1047467.89	432.23	Při lesíku
26010020	508094.88	1050958.36	285.45	U lípy
26120140	525838.42	1063334.67	684.15	Jelení
26220350	543041.24	1069535.18	1463.92	Vysoká Hole
26080060	510866.98	1071012.01	358.20	U hřbitova
26130340	525328.87	1079864.50	638.82	Nad opavskou silnici
25090280	560859.20	1089755.42	360.42	U Nedvězí
26190170	539496.60	1089427.61	725.28	Stránecká hora
26100070	517824.95	1092881.53	558.00	U Kunčick,ho katastr
27250260	495366.02	1092735.62	276.05	Vršovské věvoz
27050020	459794.84	1092920.19	202.28	U bažantnice
37220020	449334.63	1111919.25	309.91	U příčn, cesty
35160250	534967.39	1107492.81	636.72	Petrovické vrch
35070220	511857.70	1114053.70	565.70	Kopce
55110040	621163.36	1201997.81	210.26	Za školou
55010020	600241.63	1200175.43	458.52	Tabulová hora
56110720	578081.72	1209574.48	171.12	Písky
44190070	585729.19	1181129.44	332.63	Pole od Šitbořic
44100130	565742.49	1192847.08	187.38	Maradky
56010210	551960.89	1203135.47	264.63	Růženy
45240090	547575.99	1182948.26	357.48	Roviny
45220280	548979.47	1166991.25	327.63	Hradská
45190060	533881.30	1181152.15	336.00	Rovnina
45040620	509880.48	1186586.70	396.82	Za dílnou
35200240	537262.05	1147692.63	195.98	Maňovy
45080050	517279.27	1171567.38	535.69	Klencov
46230170	495296.51	1171882.84	543.53	Seničně díl
35130110	526385.62	1122734.79	653.22	Ránoš
35100150	514361.95	1143693.29	369.98	Štipce
36250350	490854.37	1148641.44	583.83	Bošová
36100390	469040.65	1149871.52	1024.25	Vysoká
36230490	494681.45	1129445.20	546.07	Svinec
36090050	465970.53	1131440.14	421.98	Zadky
37190160	439668.58	1137022.90	481.79	Bukovina
36120330	472799.37	1117429.51	384.88	Kamenná
72200100	719407.43	1065622.33	545.81	Pecny (GOPE)

Příloha 2: Vstupní data kampaně DOPNUL – seznam souřadnic ETRS89 (B,L,H_{el})

08120060	50 53 20.8547	15 16 22.9937	1167.30	0 TB	12030020	50 11 58.3344	13 29 16.5267	482.45	0 TB
Smrk					Hora				
05040023	50 34 08.3703	13 27 56.2105	945.41	0 ES	13180090	50 12 13.0921	13 45 06.7223	581.00	0 TB
Medvědí skála, ES					Džbán				
17240030	50 18 04.6904	16 23 51.5531	1158.77	0 TB	11180160	50 03 52.7137	12 24 17.6343	532.82	0 TB
Velká Deštná					Na planině				
19030210	49 39 59.7721	12 59 03.5063	586.06	0 TB	11120320	50 08 04.4575	12 35 58.0747	501.16	0 TB
Skapce					U státní silnice				
35240050	49 30 21.2704	17 14 47.2437	303.69	0 TB	11140170	49 59 33.5415	12 37 36.3444	659.76	0 TB
Přední příčka					U rybníků				
40130285	48 51 55.9702	14 16 59.6143	1151.04	0 ES 3	12240060	50 02 20.5166	12 55 37.4921	712.83	0 TB
Klet', rozhledna, SV2					U sedelsk, cesty				
43110260	49 11 24.1485	16 15 55.9772	567.64	0 TB	12090340	50 01 29.5804	13 25 48.4596	635.20	0 TB
Rapotice					Džbán				
57060060	48 55 00.1773	17 46 57.5702	954.68	0 TB	13240340	50 03 33.4974	13 43 32.3872	551.62	0 TB
Velké Lopeník					Senecká hora				
27190200	49 59 23.2136	18 05 44.8110	335.60	0 TB	19110220	49 47 07.3528	12 33 35.5519	632.01	0 TB
Strahovice j.					Nad mlěnem				
21120450	49 48 31.4760	14 01 29.9659	474.38	0 TB	19010090	49 51 04.1113	12 50 07.1245	607.06	0 TB
Chlumek					Valaší vrch				
22240140	49 44 31.6651	14 26 18.3089	493.69	0 TB	20120170	49 46 46.7678	13 17 15.2695	425.94	0 TB
Ve vrších					U světlometu				
21240130	49 37 33.6307	13 50 03.0317	669.43	0 TB	20020030	49 50 58.5533	13 36 27.6216	505.62	0 TB
Dubinka					Na Floriánu				
30060040	49 32 44.3580	14 16 06.8295	587.91	0 TB	07160230	50 50 38.8969	14 18 04.0293	445.57	0 TB
Na Bučině					Klobouk				
20140320	49 34 03.0259	13 19 15.9541	430.17	0 TB	07070110	50 49 19.4040	14 41 47.2657	554.85	0 TB
U kříže					U Jana				
19100250	49 27 08.1457	12 48 25.1599	559.42	0 TB	08220040	50 51 57.3983	15 00 02.7872	685.74	0 TB
Na vrchu					Vysoké				
29210200	49 24 29.7970	13 07 38.0668	555.23	0 TB	06020260	50 43 43.3072	14 04 01.6189	546.02	0 TB
Na skalce					Spišákův kopec				
29130020	49 16 58.0908	13 23 54.2744	644.17	0 TB	07230190	50 40 19.5067	14 18 08.6286	606.87	0 TB
V dílech					Na ouhuru				
29070100	49 22 01.6917	13 33 26.9463	556.88	0 TB	08240100	50 40 47.0753	14 59 55.4233	439.39	0 TB
Na řezábu					Na pálkách				
30170200	49 23 24.2824	13 58 45.5779	618.92	0 TB	06090130	50 35 07.1710	13 58 20.2212	392.95	0 TB
Na obci					Nad hřbitovem				
30090120	49 15 29.1480	14 19 16.3394	478.46	0 TB	14160040	50 27 56.4189	14 23 55.0541	289.16	0 TB
Čihadlo					Na křížovatce				
29220220	49 17 40.2599	13 06 55.7634	532.62	0 TB	07100330	50 30 56.4064	14 45 11.7442	378.54	0 TB
Na skalce					U silnice				
29190230	49 06 45.1457	13 23 04.4823	922.04	0 TB	15210260	50 29 00.9479	15 01 35.2908	286.73	0 TB
Zadní chalupy					Vrchy				
29090230	49 09 24.5154	13 39 14.5267	951.70	0 TB	13160040	50 24 41.0103	13 48 30.6817	554.28	0 TB
U Mračilů					Oblík				
30190070	49 14 30.2154	14 02 07.7095	462.97	0 TB	14080120	50 17 15.8130	14 44 51.8201	334.58	0 TB
Na vrchu					Horka				
40060210	49 03 25.7865	14 17 13.2838	466.10	0 TB	13080130	50 13 38.3505	14 01 38.3526	379.77	0 TB
Na hůrkách					U Tuřan				
39010080	49 02 30.0897	13 50 37.3248	876.46	0 TB	14190180	50 10 11.5718	14 30 19.9761	295.82	0 TB
Třeznova					Boleslavka				
40240120	48 46 50.2013	14 00 49.6304	819.05	0 TB	13100130	50 02 52.3108	14 05 17.9628	430.36	0 TB
Maňava j.					Nad Charvátiny				
05200050	50 25 07.5915	13 00 13.0693	1035.31	0 TB	22220050	49 56 18.6008	14 29 17.6092	412.64	0 TB
Hájenskě kopec					U Pytlíka				
12010070	50 22 12.8197	13 27 51.3480	366.50	0 TB	06170070	50 42 21.0928	13 38 30.3837	900.72	0 TB
U věže					Nad křížkem				
04250010	50 19 04.2902	12 10 00.8937	684.57	0 TB	01200100	50 59 40.2029	14 21 14.5874	395.21	0 TB
Planiny					Šenov z.				
04150080	50 20 51.0329	12 30 03.3226	759.32	0 TB	14050120	50 08 14.5083	14 58 31.0810	269.98	0 TB
Zelená hora					Sadská				
11010200	50 17 18.7531	12 50 41.3907	573.71	0 TB	15200010	50 10 34.1504	15 09 12.0501	238.81	0 TB
Ruprechtov jz.					Za Trouby				
12130080	50 09 40.3043	13 10 34.8803	678.11	0 TB	15090440	50 12 59.8750	15 27 48.8202	288.47	0 TB
Albeřice v.					Na kopci				

15230180	50 15 51.7669	15 02 56.1286	261.06	0 TB	Na vrškách				
Na kříži					32240110	49 18 31.6578	15 15 08.3688	754.82	0 TB
15120171	50 25 02.0771	15 18 53.8082	458.42	0 ZB1	Bělské kopec				
Veliš ZB1					32140220	49 18 56.7105	15 33 11.9282	674.74	0 TB
23010040	50 07 03.3542	15 39 04.5874	303.44	0 TB	Beranovce z.				
Voškohrb					42060080	49 11 25.4914	15 42 29.8590	717.01	0 TB
16240090	50 18 17.0311	15 46 43.1096	363.56	0 TB	Ve smrčí				
Hořiněvsk. lípy					43210170	49 11 54.5805	15 59 07.1875	518.99	0 TB
16080190	50 23 57.6736	16 11 36.5733	666.97	0 TB	U hranic				
Dobrošov					41220190	48 57 25.7295	14 36 37.8968	582.34	0 TB
17210190	50 32 56.7626	16 21 28.9723	476.64	0 TB	Úzkě				
Martínkovice v.					41110170	49 06 05.9439	14 54 35.4253	539.61	0 TB
16060300	50 32 29.5609	16 09 12.3367	601.43	0 TB	V planinách				
Solovick, pole					42210140	49 06 28.5053	15 14 18.2746	675.55	0 TB
16120290	50 26 52.4431	16 02 14.9614	450.25	0 TB	Na vartě				
Březina					42190020	48 54 51.5837	15 30 48.6864	550.32	0 TB
16220150	50 27 05.5123	15 40 05.5595	628.29	0 TB	Za vsí				
Vyšehrad					42080220	48 59 24.3389	15 43 38.0916	567.21	0 TB
09150150	50 37 40.0905	15 57 31.6017	630.42	0 TB	Horka				
Zlatá Olešnice					40040120	48 48 52.4683	14 33 42.3548	608.71	0 TB
08050040	50 39 29.4945	15 34 20.5341	1078.93	0 TB	Přední díly				
alě					41180130	48 53 19.3907	14 47 02.9499	516.60	0 TB
08090110	50 41 40.8182	15 20 15.0683	586.04	0 TB	Šalmanovice sv.				
Kulovatka					53060160	48 36 00.5876	14 23 18.6287	674.06	0 TB
08150130	50 36 59.1867	15 16 44.6971	541.43	0 TB	Horní Dvořiště jz.				
Na křibách					25210130	50 09 44.1597	16 29 26.8135	697.24	0 TB
23220120	49 57 18.4261	15 09 06.0923	419.55	0 TB	Pohlův kopec				
Na hrobech					25180100	49 59 25.3871	16 35 39.2796	548.43	0 TB
23120060	50 00 01.4494	15 22 28.5460	250.74	0 TB	Na Kalhotech				
U křížku					24040160	49 52 40.9957	16 20 49.2490	453.96	0 TB
23190140	49 46 06.0731	15 16 05.9568	617.62	0 TB	Na vrších				
Familie					25150160	49 48 32.5911	16 48 07.6979	631.48	0 TB
23080060	49 55 30.7776	15 31 17.6195	313.55	0 TB	Seifertová				
Homole					34210020	49 44 23.3008	16 32 45.9319	625.05	0 TB
32060070	49 38 35.5946	15 35 59.2316	560.04	0 TB	Kamenná Horka v.				
U louže					33020060	49 37 33.3427	16 22 41.3165	699.61	0 TB
23040480	49 46 38.0985	15 44 54.0601	706.19	0 TB	Vršek				
U hrušky					34060310	49 40 48.6622	16 57 16.2424	533.16	0 TB
24220390	49 58 40.0016	15 48 12.3433	334.66	0 TB	Kamenice				
V zloděnicích					34020310	49 36 35.1040	17 10 54.4304	326.36	0 TB
16140260	50 16 35.8602	16 03 16.9047	299.90	0 TB	Prostřední díly				
Hon č.8					34130120	49 32 47.1950	16 48 51.5744	716.38	0 TB
24160450	50 04 18.8254	15 57 41.5752	306.83	0 TB	Babylon				
Chvalák					33130110	49 30 10.5442	16 10 40.3548	613.75	0 TB
24060290	50 07 19.8329	16 16 14.0235	385.38	0 TB	Strany				
Borek					33090090	49 26 02.8097	16 21 25.9156	574.12	0 TB
24130470	49 54 43.6587	16 10 18.2467	357.54	0 TB	Vinohrady				
Klesina					33050050	49 21 56.3822	16 32 01.0553	445.29	0 TB
24150240	49 45 44.3740	16 06 29.8477	754.95	0 TB	Na díle				
Paseky					34140230	49 25 51.4820	16 54 36.1385	700.61	0 TB
33160380	49 38 22.3785	15 57 59.1661	737.79	0 TB	Horka				
úadkův kopec					34050010	49 24 57.2086	17 06 15.1939	280.93	0 TB
23030080	49 28 57.2485	15 47 50.2097	654.13	0 TB	Malá strana zadní				
Kopec					44120190	49 10 21.6124	16 53 02.5175	404.61	0 TB
33190150	49 23 49.1837	16 03 54.2541	610.89	0 TB	U svat,ho Urbana				
Chmelník					43020350	49 06 48.3398	16 30 30.2850	370.52	0 TB
22090110	49 44 28.3548	14 54 09.8275	464.96	0 TB	Plánky				
Zálesí					43180220	49 01 03.1562	16 06 05.8342	419.33	0 TB
32180130	49 25 19.4329	15 23 54.1648	735.89	0 TB	Díly				
Špilberk					42040250	48 54 38.3459	15 54 43.3255	475.49	0 TB
32050020	49 18 58.8344	15 46 21.8324	614.46	0 TB	Za rybníkem				
Na kopečku k studěnk					43200030	48 53 39.9593	16 10 32.4437	296.66	0 TB
22200670	49 36 13.5873	14 35 30.5738	576.23	0 TB	U Těšetic				
Na rovině					43090150	48 58 01.1508	16 21 13.7317	285.13	0 TB
31020010	49 30 52.6508	15 00 31.1483	621.95	0 TB	Dolní trať				
V Hlavách					17040020	50 24 09.1024	16 59 10.9533	401.04	0 TB
32160130	49 35 47.3413	15 17 42.8152	657.05	0 TB	Bílě Potok j.				
Podivické vrch					25060010	50 12 26.6750	16 50 50.7025	1467.57	0 TB
31230420	49 18 32.8819	14 31 45.2161	481.17	0 TB	Kralické Sněžník				
Čtvrtky					25010190	50 10 20.7081	17 01 28.3898	817.43	0 TB
31080080	49 23 20.1343	14 54 06.8589	672.15	0 TB	Branná ssz.				
K hatím					25070230	50 04 01.4429	16 57 32.6118	686.19	0 TB
31150040	49 13 02.4791	14 47 28.2812	533.46	0 TB	Pršná				

18200210	50	16	13.9905	17	22	46.3645	474.92	0	TB	44100130	48	56	18.5005	17	05	42.3056	230.27	0	TB
Při lesíku										Maradky									
26010020	50	15	30.8327	17	41	53.4522	327.51	0	TB	56010210	48	51	31.5925	17	17	46.0604	307.33	0	TB
U lípy										Růženy									
26120140	50	07	57.7819	17	28	02.0215	727.60	0	TB	45240090	49	02	35.9318	17	19	43.0854	400.21	0	TB
Jelení										Roviny									
26220350	50	03	43.6900	17	14	11.1262	1507.89	0	TB	45220280	49	11	05.5536	17	17	16.8587	370.63	0	TB
Vysoká Hole										Hradská									
26080060	50	04	36.3283	17	41	08.5539	401.17	0	TB	45190060	49	04	16.7283	17	30	45.9647	378.55	0	TB
U hřbitova										Rovnina									
26130340	49	59	06.8628	17	29	47.2618	682.61	0	TB	45040620	49	02	34.1400	17	50	48.0893	439.76	0	TB
Nad opavskou silnicí										Za dílnou									
25090280	49	51	54.5302	17	01	03.7612	404.25	0	TB	35200240	49	22	04.3621	17	25	20.5723	239.07	0	TB
U Nedvězí										Maňovy									
26190170	49	53	14.3297	17	18	46.6782	769.31	0	TB	45080050	49	10	16.2726	17	43	36.6584	578.68	0	TB
Stránecká hora										Klencov									
26100070	49	52	30.5315	17	37	03.7959	601.69	0	TB	46230170	49	11	10.7339	18	01	39.1235	586.47	0	TB
U Kunčick,ho katastr										Seničně díl									
27250260	49	53	42.2265	17	55	43.3516	318.51	0	TB	35130110	49	36	02.3425	17	32	19.4112	696.95	0	TB
Vršovské věvoz										Ránoš									
27050020	49	55	16.2969	18	25	20.0580	244.26	0	TB	35100150	49	25	23.4947	17	43	52.4485	413.21	0	TB
U bažantnice										Štipce									
37220020	49	45	31.4362	18	35	20.2429	352.30	0	TB	36250350	49	23	52.8945	18	03	36.1530	626.89	0	TB
U příčn, cesty										Bošová									
35160250	49	43	46.7133	17	24	00.3353	680.61	0	TB	36100390	49	24	14.2705	18	21	39.3825	1067.43	0	TB
Petrovické vrch										Vysoká									
35070220	49	41	26.3024	17	43	39.7237	609.23	0	TB	36230490	49	34	00.8083	17	59	01.9520	589.23	0	TB
Kopce										Svinec									
55110040	48	48	13.8425	16	21	25.2938	255.02	0	TB	36090050	49	34	17.1498	18	22	54.1447	464.92	0	TB
Za školou										Zadky									
55010020	48	50	26.2762	16	38	15.2159	502.29	0	TB	37190160	49	32	26.6795	18	45	01.1860	524.57	0	TB
Tabulová hora										Bukovina									
56110720	48	46	39.0227	16	57	03.7884	213.72	0	TB	36120330	49	41	30.2420	18	16	15.7764	427.50	0	TB
Písky										Kamenná									
44190070	49	01	29.2008	16	48	25.1175	376.43	0	TB	22070100	49	54	49.3326	14	47	08.2323	592.58	0	TB
Pole od Šitbořic										Pecny (GOPE)									

Příloha č.3: Seven-parameter transformation between ETRF89(1989.0) and Czech national system S-JTSK

Transformation model:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & p_5 & -p_6 \\ -p_5 & 1 & p_7 \\ p_6 & -p_7 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} p1 \\ p2 \\ p3 \end{pmatrix}$$

Transformation ETRF >> S-JTSK:

$$p1 = -570.82850 \text{ m}$$

$$p2 = -85.676889 \text{ m}$$

$$p3 = -462.84202 \text{ m}$$

$$p4 = -3.5623099$$

$$p5 = 5.2610779"/\rho''$$

$$p6 = 1.5867164"/\rho''$$

$$p7 = 4.9984037"/\rho''$$

where ρ'' is 206264.806"

Transformation S-JTSK >> ETRF89:

$$p1 = 570.83789 \text{ m}$$

$$p2 = 85.682641 \text{ m}$$

$$p3 = 462.84673 \text{ m}$$

$$p4 = 3.5610256$$

$$p5 = -5.2611106"/\rho''$$

$$p6 = -1.5867074"/\rho''$$

$$p7 = -4.9984501"/\rho''$$

Transformation parameters are based on the results from the DOPNUL GPS campaign (1995).

Příloha č.4: seznam souřadnic bodů - doplnění sítě DOPNUL, okolí Velké Bíteše

Transf. koeficienty (JTSK,Bpv):

1.3865 .6748 .99999907799041 -.00000071246463 .0044 .0091
 620.1202 1155.8640 .0027 .0094
 45.39997000 .02762903 -.00662439 .00037802 -.00035923 -.00048937

Výsledné souřadnice S-JTSK s využitím modelu.

Střední chyby z transformace bez modelu (stejně ident.body).

Bod	B[ETRS]	L[ETRS]	H[elips]	Y[JTSK]	X[JTSK]	H[Bpv]	My	Mx	Mh			
014	49 16	7.76153	16 25	43.87292	291.288	610239.960	1151186.699	246.154	.011	.011	.011	
119	49 12	53.01308	16 10	3.48049	505.944	629811.785	1155043.031	460.280	.009	.009	.000	IH
120	49 12	42.56554	16 11	33.73936	498.782	628033.493	1155570.299	453.173	.010	.010	.010	
121	49 12	24.10165	16 12	13.41211	469.074	627300.106	1156227.634	423.491	.009	.010	.010	
122	49 11	28.14318	16 12	9.73746	450.684	627569.016	1157936.766	405.099	.010	.010	.011	
123	49 10	36.22508	16 11	13.30875	445.829	628885.397	1159401.224	400.230	.010	.010	.010	
124	49 12	17.17607	16 13	5.98773	486.143	626266.898	1156560.136	440.590	.009	.009	.011	
125	49 12	30.39272	16 13	25.39827	503.305	625830.578	1156198.693	457.757	.008	.009	.010	
126	49 11	45.95852	16 13	1.30395	468.578	626469.707	1157507.632	423.023	.009	.009	.009	
127	49 11	39.35726	16 14	12.92758	516.313	625051.932	1157873.373	470.795	.008	.008	.008	
128	49 10	57.33869	16 13	50.32098	503.135	625652.629	1159111.639	457.612	.008	.008	.007	
129	49 11	3.92719	16 16	26.87322	537.855	622479.845	1159264.959	492.413	.007	.006	.009	
130	49 12	4.69464	16 18	5.03190	490.447	620295.356	1157621.574	445.051	.007	.007	.009	
131	49 14	.59530	16 14	53.76157	530.110	623740.854	1153630.933	484.594	.008	.009	.009	
132	49 14	34.13977	16 15	32.04333	564.300	622855.227	1152688.124	518.800	.008	.008	.000	IH
133	49 15	17.23479	16 17	17.96629	501.533	620577.746	1151604.944	456.101	.009	.008	.010	
134	49 15	.17638	16 17	12.21772	511.113	620752.122	1152115.595	465.676	.008	.008	.009	
135	49 13	26.34261	16 13	57.02464	499.575	625000.244	1154553.362	454.034	.010	.010	.009	
136	49 13	12.56346	16 17	21.91291	540.366	620928.553	1155440.806	494.930	.007	.007	.000	IH
137	49 13	13.20066	16 17	37.43472	519.978	620614.257	1155456.315	474.570	.007	.007	.000	IH
138	49 12	55.71981	16 18	22.55520	504.467	619767.192	1156094.773	459.079	.007	.008	.009	
139	49 10	21.98477	16 12	7.43418	428.698	627845.924	1159962.077	383.140	.010	.010	.000	IH
140	49 10	9.01063	16 11	50.77580	408.488	628226.393	1160322.207	362.900	.011	.011	.000	IH
141	49 11	57.40261	16 12	30.56061	469.948	627048.233	1157086.248	424.380	.009	.009	.000	IH
142	49 11	41.28927	16 12	10.14751	445.878	627514.954	1157534.214	400.290	.010	.010	.000	IH
143	49 12	5.39852	16 14	41.88315	523.603	624379.147	1157139.882	478.095	.008	.008	.008	
144	49 12	31.38694	16 14	39.54423	511.645	624336.044	1156336.858	466.132	.008	.008	.009	
145	49 13	27.49906	16 20	10.53871	494.298	617486.608	1155362.322	448.980	.008	.008	.009	
146	49 14	23.56279	16 19	28.21790	523.653	618144.906	1153546.121	478.309	.008	.008	.010	
147	49 14	6.37726	16 26	1.50535	369.587	610297.369	1154952.709	324.487	.010	.010	.010	
148	49 14	32.47966	16 24	18.29359	420.128	612283.592	1153921.733	374.956	.009	.009	.011	
149	49 14	1.71346	16 24	2.09511	431.343	612713.984	1154830.214	386.165	.009	.009	.009	
150	49 13	12.33531	16 25	50.22353	387.516	610707.547	1156586.902	342.416	.010	.010	.008	
151	49 15	29.21653	16 21	41.94705	497.387	615232.258	1151830.709	452.117	.010	.010	.010	
152	49 13	54.30462	16 21	42.78194	487.370	615540.135	1154746.364	442.107	.007	.007	.007	
153	49 14	15.49852	16 21	5.76205	507.664	616211.818	1154012.755	462.377	.007	.007	.008	
154	49 11	42.43072	16 22	26.51544	362.580	615111.299	1158892.821	317.360	.010	.009	.008	
155	49 12	2.18989	16 22	6.85472	369.648	615439.346	1158242.197	324.417	.010	.010	.008	
157	49 11	33.92737	16 25	31.38710	423.100	611420.424	1159566.421	377.998	.011	.010	.009	
159	49 13	8.36236	16 23	37.77383	434.723	613384.753	1156413.919	389.556	.008	.008	.010	
160	49 13	3.12784	16 23	22.29986	424.602	613713.791	1156540.081	379.430	.008	.008	.000	IH
161	49 12	40.02414	16 24	14.57211	375.798	612741.153	1157366.026	330.630	.008	.008	.000	IH
162	49 12	29.18844	16 24	24.82395	372.128	612571.814	1157721.553	326.970	.009	.009	.000	IH
167	49 13	55.55081	16 24	28.44229	383.976	612205.224	1155078.128	338.816	.008	.008	.009	
231	49 17	15.26346	16 15	.71490	552.233	622926.385	1147671.383	506.720	.012	.013	.000	IH
236	49 14	27.10160	16 10	38.69591	526.894	628774.859	1152235.986	481.273	.010	.011	.010	
237	49 14	51.14451	16 13	47.54358	542.862	624896.238	1151928.902	497.314	.010	.010	.010	
238	49 14	54.95031	16 11	40.58578	553.644	627434.002	1151522.739	508.050	.010	.011	.010	
239	49 14	19.28830	16 10	8.52529	509.242	629408.477	1152406.705	463.607	.009	.009	.009	
240	49 15	4.59969	16 10	6.40184	515.120	629292.592	1151011.163	469.513	.011	.010	.012	

241	49	13	14.16172	16	23	14.53754	444.084	613832.280	1156183.993	398.901	.008	.008	.008	
242	49	13	21.33566	16	24	24.74463	383.317	612395.988	1156120.362	338.160	.007	.007	.008	
243	49	12	24.18111	16	22	29.21389	411.324	614914.425	1157617.109	366.107	.009	.009	.008	
244	49	11	54.08317	16	25	34.76916	413.828	611283.965	1158955.106	368.726	.010	.010	.009	
399	49	11	21.31988	16	26	35.24922	440.516	610178.067	1160095.445	395.458	.011	.011	.000	IH
524	49	9	48.75494	16	27	20.79559	446.169	609574.570	1163038.620	401.184	.000	.000	.013	ID
525	49	8	48.89535	16	23	31.07444	416.297	614403.690	1164364.910	371.176	.000	.000	.010	ID
528	49	10	7.27193	16	17	4.09946	503.695	621926.350	1161088.360	458.289	.000	.000	.008	ID
529	49	11	24.14854	16	15	55.97716	567.638	623031.560	1158574.230	522.176	.000	.000	.005	ID
530	49	12	40.89694	16	23	9.07182	443.172	614055.640	1157193.050	397.980	.000	.000	.000	ID IH
549	49	15	50.02421	16	8	44.57780	529.786	630777.120	1149429.400	484.170	.000	.000	.000	ID IH
558	49	15	45.30728	16	14	24.42766	575.082	623967.120	1150350.240	529.552	.000	.000	.009	ID
559	49	17	13.45952	16	17	29.36899	538.815	619947.760	1148062.950	493.386	.000	.000	.011	ID
571	49	16	36.58435	16	26	48.54622	276.393	608842.970	1150445.170	231.300	.000	.000	.000	ID IH
572	49	13	42.74680	16	9	50.64524	505.776	629895.740	1153487.230	460.118	.000	.000	.009	ID
573	49	13	11.14702	16	15	.99120	534.166	623766.920	1155165.150	488.659	.000	.000	.009	ID
574	49	13	5.19241	16	17	11.74491	551.459	621158.440	1155644.090	506.022	.000	.000	.006	ID
575	49	11	17.96724	16	10	41.36533	472.689	629382.270	1158046.940	427.066	.000	.000	.012	ID
576	49	11	29.04755	16	17	54.65463	504.447	620626.940	1158692.410	459.050	.000	.000	.000	ID IH
577	49	8	59.57377	16	12	17.40734	398.389	627932.360	1162514.270	352.860	.000	.000	.000	ID IH
578	49	9	33.08804	16	16	36.80303	491.714	622593.868	1162075.851	446.302	.010	.010	.011	
579	49	15	9.10586	16	19	29.43082	550.147	617964.040	1152150.770	504.810	.000	.000	.000	ID IH
580	49	14	16.55349	16	22	18.87032	473.977	614738.560	1154144.100	428.730	.000	.000	.000	ID IH
581	49	13	24.52730	16	19	32.04429	483.113	618270.820	1155366.990	437.772	.000	.000	.008	ID
582	49	13	42.89624	16	25	49.88982	358.985	610610.570	1155647.850	313.880	.000	.000	.000	ID IH

Příloha č. 5: důležité parametry elipsoidů

Referenční systém/elipsoid		GRS 80	WGS 84	Bessel
a	m	6378137	6378137	6377397,15508
b	m	6356752,31414	6356752,31425	6356078,9629
c	m	6399593,62586	6399593,62576	6397786,84815
(a+b)/2	m	6367444,65707	6367444,65712	6366738,05899
f		0,003352810681182	0,00335291066474 7	0,003342773181583
f¹		298,257222101	298,257223563	299,152812853
e²		0,006694380022901	0,00669437999014 1	0,006674372230622
e²		0,006739496775479	0,00673949674227 6	0,006719218797978
n		0,001679220394629	0,00167922038638 4	0,001674184800818
B⁹⁰₀	m	10001965,72923	1000196572931	10000855,76456

Příloha č.6: Seznam souřadnic ETRS89 – pravoúhlé prostorové souřadnice (X,Y,Z)

číslo bodu	X	Y	Z
14	3999761,18608	1179382,77677	4810340,27639
119	4009608,43072	1162443,11650	4806574,74550
120	4009329,57900	1164264,40732	4806358,46925
121	4009501,66080	1165150,63841	4805963,30782
122	4010767,59274	1165441,02871	4804819,70853
123	4012249,02976	1164681,26841	4803767,60918
124	4009370,78784	1166220,95455	4805836,43656
125	4008974,96486	1166515,01504	4806116,20485
126	4010087,29878	1166330,60566	4805192,94359
127	4009860,22645	1167774,88962	4805095,80054
128	4010923,29597	1167607,61811	4804237,37909
129	4009909,84979	1170614,70865	4804396,70510
130	4007958,66433	1172115,26973	4805587,74187
131	4006465,67529	1167646,78279	4807956,70542
132	4005516,74040	1168176,81602	4808659,26752
133	4003908,83923	1169939,22589	4809480,85170
134	4004330,69461	1169941,36413	4809144,10459
135	4007537,04689	1166763,14230	4807242,50157
136	4006711,09321	1170841,25189	4806995,34617
137	4006595,88384	1171134,84256	4806992,76616
138	4006722,37251	1172123,23381	4806628,25275
139	4012252,20663	1165823,83880	4803467,02726
140	4012624,91384	1165580,71443	4803189,67073
141	4010004,95381	1165658,44096	4805425,01769
142	4010467,05258	1165362,34424	4805081,49258
143	4009116,12250	1168168,74692	4805627,05051
144	4008538,28313	1167951,06376	4806142,58638
145	4005388,37618	1174009,68338	4807261,83997
146	4004388,62424	1172824,50731	4808415,13165
147	4002434,34736	1180542,89678	4807951,76959
148	4002470,27598	1178376,80045	4808516,57524
149	4003260,48644	1178267,81971	4807904,45894
150	4003722,91769	1180684,93393	4806875,00051
151	4002136,55353	1174982,75977	4809719,31794
152	4004256,82803	1175622,85369	4807797,42541
153	4004004,60331	1174768,27099	4808240,34974
154	4006888,93723	1177318,47523	4805041,48618
155	4006562,20753	1176807,61897	4805445,73321
157	4006060,78760	1180976,72013	4804915,61607
159	4004598,99552	1178148,69768	4806830,57515
160	4004798,50550	1177880,95687	4806717,27952
161	4004987,73853	1179039,45073	4806214,06270

162	4005169,96341	1179309,41833	4805992,58501
167	4003218,60407	1178811,16099	4807744,26012
231	4002065,21435	1166510,68276	4811898,58349
236	4007308,79125	1162518,12346	4808488,96871
237	4005712,50696	1166032,21283	4808986,00293
238	4006350,67096	1163543,56115	4809070,92684
239	4007643,33413	1161979,66445	4808317,99267
240	4006640,48008	1161644,18123	4809236,34518
241	4004607,39734	1177661,00919	4806954,69044
242	4004007,24891	1178965,38753	4807053,43434
243	4005967,26757	1177104,59954	4805921,19081
244	4005583,49546	1180907,40206	4805315,52374
399	4005988,62297	1182303,66187	4804674,24136
524	4007806,41465	1183802,28646	4802808,99800
525	4010445,73747	1179727,27250	4801576,91430
528	4010948,49152	1171703,54090	4803226,58660
529	4009649,92441	1169887,07322	4804827,57251
530	4005384,58506	1177774,24701	4806282,68854
549	4006088,81723	1159761,65756	4810163,40816
558	4004306,91022	1166399,81527	4810102,62666
559	4001255,62517	1169404,04525	4811852,05929
571	3998734,67422	1180443,01483	4810909,97938
572	4008563,12054	1161869,66428	4807578,18275
573	4007538,01133	1168111,70254	4806962,06830
574	4006941,28232	1170694,12803	4806854,99894
575	4011508,88599	1163792,85381	4804630,89591
576	4008826,55490	1172150,14991	4804878,66160
577	4014026,49122	1166549,85777	4801779,15884
578	4011863,00272	1171394,49143	4802526,93655
579	4003375,40741	1172553,31244	4809353,75521
580	4003543,17894	1176174,21378	4808236,11537
581	4005667,12065	1173279,64277	4807193,40640
582	4003021,16058	1180470,94844	4807470,02995
945190006	3992640,62204	1259853,00522	4796044,09388
945240009	3998927,81196	1247720,08946	4794019,85149
945220028	3988427,68759	1241341,82397	4804302,98964
945080005	3980030,25923	1272245,04368	4803465,13424

Příloha č.7: Užití transformační klíče

Transformační klíče ETRS89--->Besel					
		Globální transformační koeficienty	Transformační koeficienty [6] (celá ČR)	Transformační koeficienty [6] (východ ČR)	Transformační koeficienty [6] (7.dolní 1/8)
Číslo transformačního klíče		2	3	4	5
veličina	jednotky				
ΔX	m	-570,82850	-572,74368	-572,92368	-543,38456
ΔY	m	-85,67689	-88,45816	-85,75104	-79,56286
ΔZ	m	-462,84202	-460,78141	-458,46843	-469,60012
k		-0,0000035623099000	-0,0000035531169857	-0,0000038946581197	-0,0000056905975999
ϵ_x	rad	-0,0000242329449700	-0,0000246194764517	-0,0000257085933412	0,0000240922463461
ϵ_y	rad	-0,0000076926181880	-0,0000072609791857	-0,0000074252381174	0,0000118476222020
ϵ_z	rad	-0,0000255064254300	-0,0000240005038203	-0,0000259164599114	0,0000249796667342

Příloha č.9: Program pro převod pravouhlych prostorových souřadnic (X,Y,Z) na (B,L,Hel) iterací metodou dle [8]

```
%=====
%PROGRAM PRO PŘEVOD PRAVOUHLYCH PROSTOROVÝCH SOUŘADNIC X,Y,Z NA B,
%L, Hel ITERAČNÍ METODOU DLE CIMBALNIKA (POSTUP 1)
%=====

clear all;
format long g;

%Načtení souboru souřadnic X,Y,Z (JTSK)
load a:\data\ETRS89_BLH.dat;
P= ETRS89_BLH;

%Vyber bodu dle indexu pro převod
f=input('Zadej počet bodu pro převod: ');

if f<174
    M=input('Zadej indexy bodu v [] závorce: ');
    %Načtení příslušných souřadnic pomocí cyklu do matic
    for i=1:f
        X(i,1)=[P(M(i),1)];
        Y(i,1)=[P(M(i),2)];
        Z(i,1)=[P(M(i),3)];
    end

elseif f==174
    for i=1:f
        X(i,1)=[P(i,1)];
        Y(i,1)=[P(i,2)];
        Z(i,1)=[P(i,3)];
    end
end

%Použité konstanty
a=6377397.15508;
e2=0.006674372230622;
ee2=0.006719218797978;

%Iterační výpočet fi, lambda, Hel
%výpočet zemepisné délky fi
lambdag=atan(Y./X);
lambdag1=asin(Y./sqrt(X.^2+Y.^2));
%výpočet zemepisné šířky fi
p=(X.^2+Y.^2).^0.5;
fi=atan((Z./p)*(1+ee2));
A(:,1)=fi;
epsil=0.000000000000001;
pom=1;
i=1;
while norm(pom)>epsil
    N=a./((1-e2*(sin(fi)).^2).^0.5);
    fi=atan((Z./p)+N.*sin(fi).*e2./p)
    pom=abs(A(:,i)-fi);
    i=i+1;
    A(:,i)=fi;
    As(:,i)=fi*180/pi;
end
%výpočet Hel
Hel=p./cos(fi)-N;

AA=[fi, lambdag, Hel]
```

```
%Vypis vyslednych dat do souboru
disp('Vypocitane souradnice [fi, lambda, Hel] se ulozi do souboru')
soubor1=input('Zadej nazev souboru v uvozovkach: ');
soubor=fopen(soubor1,'w');
fprintf(soubor,'%15.15e\n',M,AA);
fclose(soubor);
```


Příloha č.11: Výpočetní protokol - transformační klíče

Transformace mezi skupinou 1-2

== 67 Transformace helmertova ==

	Yg/Ym	Xg/Xm
1:	2 0549	630777.16 1149429.45
m:	1 0549	630777.12 1149429.40
2:	2 0240	629292.62 1151011.20
m:	1 0240	629292.59 1151011.16
3:	2 0238	627433.99 1151522.76
m:	1 0238	627434.00 1151522.74
4:	2 0237	624896.20 1151928.91
m:	1 0237	624896.24 1151928.90
5:	2 0132	622855.17 1152688.14
m:	1 0132	622855.23 1152688.12
6:	2 0134	620752.06 1152115.61
m:	1 0134	620752.12 1152115.59
7:	2 0133	620577.69 1151604.96
m:	1 0133	620577.75 1151604.94
8:	2 0559	619947.71 1148062.96
m:	1 0559	619947.76 1148062.95
9:	2 0231	622926.36 1147671.39
m:	1 0231	622926.39 1147671.38
10:	2 0558	623967.10 1150350.25
m:	1 0558	623967.12 1150350.24

Odchylky transf.: Vy = Vx = Up =

1:	2 0549	-0.01	-0.02	0.02	do 1x Uxy
2:	2 0240	-0.02	0.00	0.02	do 1x Uxy
3:	2 0238	0.00	0.01	0.01	do 1x Uxy
4:	2 0237	0.01	0.02	0.02	do 1x Uxy
5:	2 0132	0.01	0.01	0.02	do 1x Uxy
6:	2 0134	0.01	0.00	0.01	do 1x Uxy
7:	2 0133	0.00	-0.00	0.00	do 1x Uxy
8:	2 0559	-0.00	-0.03	0.03	do 1x Uxy
9:	2 0231	-0.00	-0.02	0.02	do 1x Uxy
10:	2 0558	-0.00	0.01	0.01	do 1x Uxy

Třída přesn.(kód kvality):3 Mezní odch. = 0.14
 Odchylky dle vyhlášky 190/1996 Sb. příloha 12.13 až 12.15
 Celkem bodů:10 z toho do 1Uxy:10 do 2Uxy:0 přes 2Uxy:0 % do 1Uxy:100

== Transformační koeficienty ==

A[1,1] = 1.0000074809	A[1,2] = -0.0000032361
A[2,1] = 0.0000032361	A[2,2] = 1.0000074809
Posun Y = -0.97	Posun X = -10.61
Měřítko = 1.0000074809	
Vzorec: Yn=PosunY+A[1,1]*Ys+A[1,2]*Xs	
Vzorec: Xn=PosunX+A[2,1]*Ys+A[2,2]*Xs	

Transformace mezi skupinou 1-3

== 67 Transformace helmertova ==

	Yg/Ym	Xg/Xm
1:	3 0549	630770.10 1149433.60
m:	1 0549	630777.12 1149429.40
2:	3 0240	629285.56 1151015.35
m:	1 0240	629292.59 1151011.16
3:	3 0238	627426.93 1151526.91
m:	1 0238	627434.00 1151522.74
4:	3 0237	624889.14 1151933.06

m:	1 0237	624896.24	1151928.90
5:	3 0132	622848.11	1152692.28
m:	1 0132	622855.23	1152688.12
6:	3 0134	620744.99	1152119.75
m:	1 0134	620752.12	1152115.59
7:	3 0133	620570.62	1151609.10
m:	1 0133	620577.75	1151604.94
8:	3 0559	619940.65	1148067.10
m:	1 0559	619947.76	1148062.95
9:	3 0231	622919.30	1147675.53
m:	1 0231	622926.39	1147671.38
10:	3 0558	623960.03	1150354.39
m:	1 0558	623967.12	1150350.24

 Odchylky transf.: Vy = Vx = Up =

1:	3 0549	-0.01	-0.01	0.02	do 1x Uxy
2:	3 0240	-0.02	0.00	0.02	do 1x Uxy
3:	3 0238	0.00	0.01	0.01	do 1 x Uxy
4:	3 0237	0.01	0.02	0.02	do 1 x Uxy
5:	3 0132	0.01	0.01	0.02	do 1 x Uxy
6:	3 0134	0.00	0.00	0.01	do 1 x Uxy
7:	3 0133	0.00	-0.00	0.00	do 1x Uxy
8:	3 0559	0.00	-0.03	0.03	do 1x Uxy
9:	3 0231	-0.00	-0.02	0.02	do 1x Uxy
10:	3 0558	-0.00	0.01	0.01	do 1x Uxy

 Třída přesn.(kód kvality):3 Mezní odch. = 0.14
 Odchylky dle vyhlášky 190/1996 Sb. příloha 12.13 až 12.15
 Celkem bodů:10 z toho do 1Uxy:10 do 2Uxy:0 přes 2Uxy:0 % do 1Uxy:100

=====
 == Transformační koeficienty =====
 A[1,1] = 1.0000074794 A[1,2] = -0.0000042364
 A[2,1] = 0.0000042364 A[2,2] = 1.0000074794
 Posun Y = -6.88 Posun X = -7.09
 Měřítko = 1.0000074794
 Vzorec: Yn=PosunY+A[1,1]*Ys+A[1,2]*Xs
 Vzorec: Xn=PosunX+A[2,1]*Ys+A[2,2]*Xs

Transformace mezi skupinou 1-4

=====
 == 67 Transformace helmertova =====
 Yg/Ym Xg/Xm
 1: 4 0549 630772.69 1149432.73
 m: 1 0549 630777.12 1149429.40
 2: 4 0240 629288.15 1151014.48
 m: 1 0240 629292.59 1151011.16
 3: 4 0238 627429.52 1151526.04
 m: 1 0238 627434.00 1151522.74
 4: 4 0237 624891.73 1151932.18
 m: 1 0237 624896.24 1151928.90
 5: 4 0132 622850.70 1152691.41
 m: 1 0132 622855.23 1152688.12
 6: 4 0134 620747.59 1152118.87
 m: 1 0134 620752.12 1152115.59
 7: 4 0133 620573.21 1151608.22
 m: 1 0133 620577.75 1151604.94
 8: 4 0559 619943.25 1148066.22
 m: 1 0559 619947.76 1148062.95
 9: 4 0231 622921.90 1147674.66
 m: 1 0231 622926.39 1147671.38
 10: 4 0558 623962.63 1150353.52
 m: 1 0558 623967.12 1150350.24

 Odchylky transf.: Vy = Vx = Up =

1:	4 0549	-0.01	-0.01	0.02	do 1x Uxy
2:	4 0240	-0.02	0.00	0.02	do 1x Uxy
3:	4 0238	0.00	0.01	0.01	do 1x Uxy
4:	4 0237	0.01	0.02	0.02	do 1x Uxy
5:	4 0132	0.01	0.01	0.02	do 1x Uxy
6:	4 0134	0.01	0.00	0.01	do 1x Uxy
7:	4 0133	0.00	-0.00	0.00	do 1x Uxy
8:	4 0559	-0.00	-0.03	0.03	do 1x Uxy
9:	4 0231	-0.00	-0.02	0.02	do 1x Uxy
10:	4 0558	-0.00	0.01	0.01	do 1x Uxy

Třída přesn.(kód kvality):3 Mezní odch. = 0.14

Odchytky dle vyhlášky 190/1996 Sb. příloha 12.13 až 12.15

Celkem bodů:10 z toho do 1Uxy:10 do 2Uxy:0 přes 2Uxy:0 % do 1Uxy:100

== Transformační koeficienty ==

$A[1,1] = 1.0000074448$ $A[1,2] = -0.0000053263$

$A[2,1] = 0.0000053263$ $A[2,2] = 1.0000074448$

Posun Y = -3.02 Posun X = -8.60

Měřitko = 1.0000074448

Vzorec: $Y_n = \text{PosunY} + A[1,1] * Y_s + A[1,2] * X_s$

Vzorec: $X_n = \text{PosunX} + A[2,1] * Y_s + A[2,2] * X_s$

Transformace mezi skupinou 1-5

== 67 Transformace helmertova ==

	Yg/Ym	Xg/Xm
1:	5 0549	630819.62
m:	1 0549	630777.12
2:	5 0240	629334.97
m:	1 0240	629292.59
3:	5 0238	627476.30
m:	1 0238	627434.00
4:	5 0237	624938.48
m:	1 0237	624896.24
5:	5 0132	622897.40
m:	1 0132	622855.23
6:	5 0134	620794.32
m:	1 0134	620752.12
7:	5 0133	620619.99
m:	1 0133	620577.75
8:	5 0559	619990.27
m:	1 0559	619947.76
9:	5 0231	622968.95
m:	1 0231	622926.39
10:	5 0558	624009.49
m:	1 0558	623967.12

Odchytky transf.: Vy = Vx = Up =

1:	5 0549	-0.01	-0.02	0.02	do 1x Uxy
2:	5 0240	-0.02	0.00	0.02	do 1x Uxy
3:	5 0238	0.00	0.01	0.01	do 1x Uxy
4:	5 0237	0.01	0.02	0.02	do 1x Uxy
5:	5 0132	0.01	0.01	0.02	do 1x Uxy
6:	5 0134	0.01	0.00	0.01	do 1x Uxy
7:	5 0133	0.00	-0.00	0.00	do 1x Uxy
8:	5 0559	-0.00	-0.03	0.03	do 1x Uxy
9:	5 0231	-0.00	-0.02	0.02	do 1x Uxy
10:	5 0558	-0.00	0.01	0.01	do 1x Uxy

Třída přesn.(kód kvality):3 Mezní odch. = 0.14

Odchytky dle vyhlášky 190/1996 Sb. příloha 12.13 až 12.15

Celkem bodů:10 z toho do 1Uxy:10 do 2Uxy:0 přes 2Uxy:0 % do 1Uxy:100

== Transformační koeficienty ==
 $A[1,1] = 1.0000075349$ $A[1,2] = -0.0000753022$
 $A[2,1] = 0.0000753022$ $A[2,2] = 1.0000075349$
 Posun Y = 124.29 Posun X = -26.83
 Měřitko = 1.0000075378
 Vzorec: $Y_n = \text{PosunY} + A[1,1] * Y_s + A[1,2] * X_s$
 Vzorec: $X_n = \text{PosunX} + A[2,1] * Y_s + A[2,2] * X_s$

Transformace mezi skupinou 1-6

== 67 Transformace helmertova ==

	Yg/Ym	Xg/Xm	
1:	39 4519 0006	533880.91	1181152.09
m:	9 4519 0006	533881.30	1181152.15
2:	39 4524 0009	547575.71	1182948.17
m:	9 4524 0009	547575.99	1182948.26
3:	39 4522 0028	548979.15	1166991.14
m:	9 4522 0028	548979.47	1166991.25
4:	39 4508 0005	517279.02	1171567.32
m:	9 4508 0005	517279.27	1171567.38

 Odchylky transf.: $V_y =$ $V_x =$ $U_p =$

1:	39 4519 0006	0.09	-0.02	0.09	do 1x Uxy
2:	39 4524 0009	-0.03	-0.00	0.03	do 1x Uxy
3:	39 4522 0028	-0.00	0.03	0.03	do 1x Uxy
4:	39 4508 0005	-0.05	-0.00	0.05	do 1x Uxy

 Třída přesn.(kód kvality):3 Mezní odch. = 0.14
 Odchylky dle vyhlášky 190/1996 Sb. příloha 12.13 až 12.15
 Celkem bodů:4 z toho do 1Uxy:4 do 2Uxy:0 přes 2Uxy:0 % do 1Uxy:100

== Transformační koeficienty ==
 $A[1,1] = 0.9999993715$ $A[1,2] = 0.0000006541$
 $A[2,1] = -0.0000006541$ $A[2,2] = 0.9999993715$
 Posun Y = -0.74 Posun X = 1.01
 Měřitko = 0.9999993715
 Vzorec: $Y_n = \text{PosunY} + A[1,1] * Y_s + A[1,2] * X_s$
 Vzorec: $X_n = \text{PosunX} + A[2,1] * Y_s + A[2,2] * X_s$

Příloha č. 12: Transformace souřadnic, souřadnicové odchytky, dosažené kódy kvality a výsledné výměry transformovaných parcel.

Transformace mezi skupinou 1-2												
katastrální území	Košíkov				Velká Bíteš				Ludvíkov u Velké Bíteše			
číslo parcely	355/2				4140				4			
původní výměra	4200,26				8886,72				779,62			
nová výměra	4200,26				8886,72				779,62			
číslo bodu	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]
	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy} < 0,14m$	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy} < 0,14m$	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy} < 0,14m$
11600000634	0,02	-0,01	0,016	3								
116001290434	0,02	-0,01	0,016	3								
116001290437	0,02	-0,01	0,016	3								
116001570003	0,02	-0,01	0,016	3								
116001570004	0,02	-0,01	0,016	3								
116001570008	0,02	-0,01	0,016	3								
116001570009	0,02	-0,01	0,016	3								
116001570010	0,02	-0,01	0,016	3								
116001570011	0,02	-0,01	0,016	3								
116001570012	0,02	-0,01	0,016	3								
116001570013	0,02	-0,01	0,016	3								
116001570019	0,02	-0,01	0,016	3								
116001570020	0,02	-0,01	0,016	3								
116001660004	0,02	-0,01	0,016	3								
116001660005	0,02	-0,01	0,016	3								
147000100163									0,04	-0,02	0,032	3
147000100164									0,04	-0,02	0,032	3
147000100165									0,04	-0,02	0,032	3
147000100166									0,04	-0,02	0,032	3
298009543832					0,02	-0,01	0,016	3				
298009543883					0,02	-0,01	0,016	3				
298009543975					0,02	-0,01	0,016	3				
298009543977					0,02	-0,01	0,016	3				
298009544033					0,02	-0,01	0,016	3				
298009544050					0,02	-0,01	0,016	3				
298009544094					0,02	-0,01	0,016	3				
298009544185					0,02	-0,01	0,016	3				

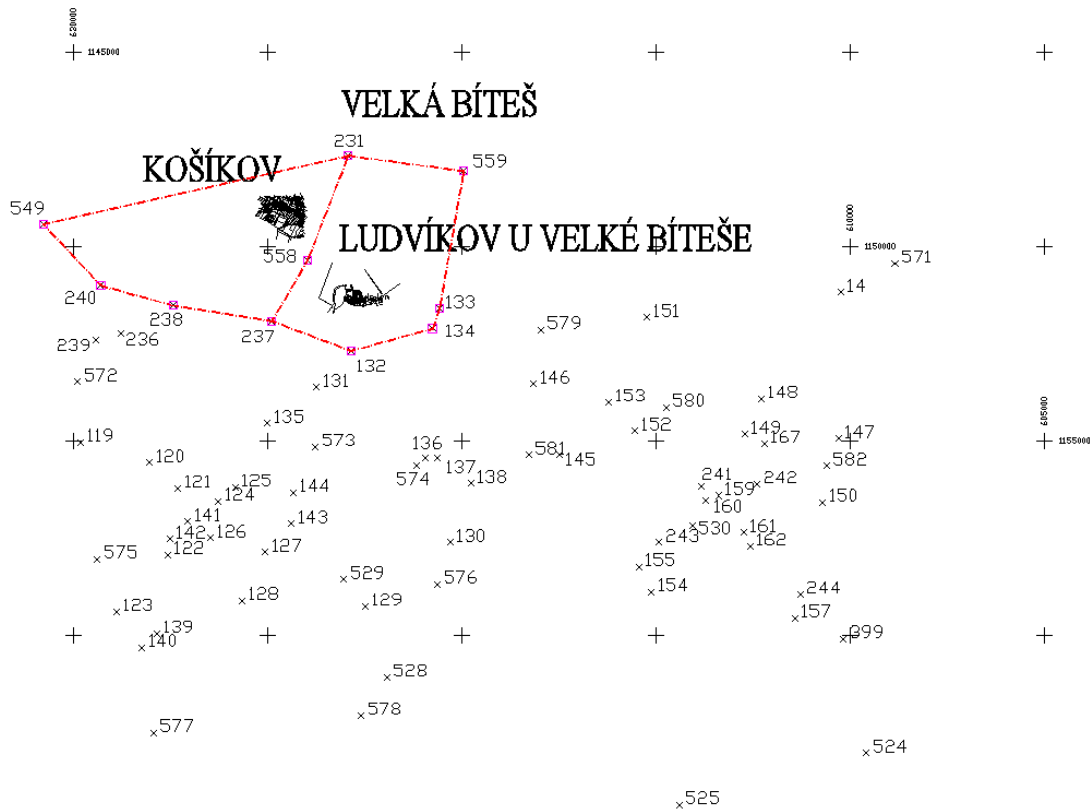
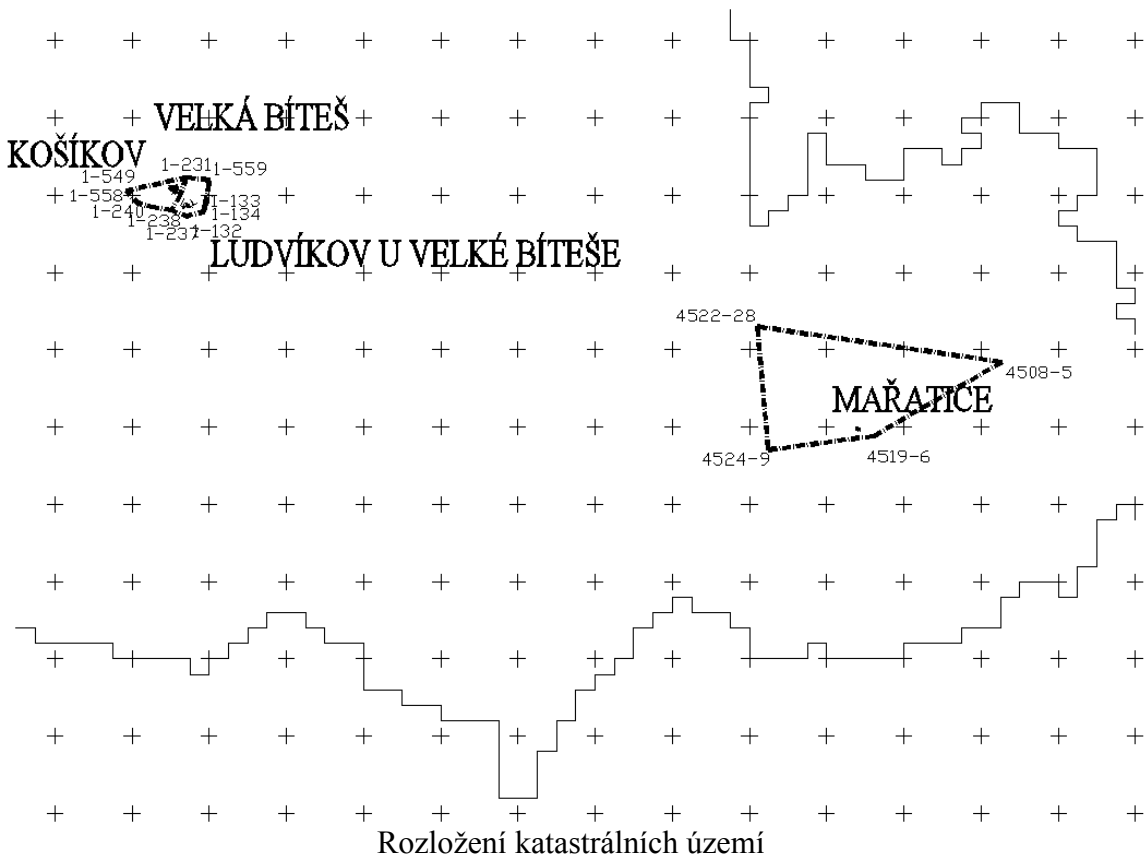
Transformace mezi skupinou 1-3												
katastrální území	Košíkov				Velká Bíteš				Ludvíkov u Velké Bíteše			
číslo parcely	355/2				4140				4			
původní výměra	4200,26				8886,72				779,62			
nová výměra	4200,26				8886,72				779,62			
číslo bodu	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]
	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy} > 0,50m$	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy} > 0,50m$	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy} > 0,50m$
11600000634	7,08	-4,16	5,807	-								
116001290434	7,08	-4,16	5,807	-								
116001290437	7,08	-4,16	5,807	-								
116001570003	7,08	-4,16	5,807	-								
116001570004	7,08	-4,16	5,807	-								
116001570008	7,08	-4,16	5,807	-								
116001570009	7,08	-4,16	5,807	-								
116001570010	7,08	-4,16	5,807	-								
116001570011	7,08	-4,16	5,807	-								
116001570012	7,08	-4,16	5,807	-								
116001570013	7,08	-4,16	5,807	-								
116001570019	7,08	-4,16	5,807	-								
116001570020	7,08	-4,16	5,807	-								
116001660004	7,08	-4,16	5,807	-								
116001660005	7,08	-4,16	5,807	-								
147000100163									7,10	-4,16	5,819	-
147000100164									7,10	-4,16	5,819	-
147000100165									7,10	-4,16	5,819	-
147000100166									7,10	-4,16	5,819	-
298009543832					7,08	-4,15	5,803	-				
298009543883					7,08	-4,15	5,803	-				
298009543975					7,08	-4,15	5,803	-				
298009543977					7,08	-4,15	5,803	-				
298009544033					7,08	-4,15	5,803	-				
298009544050					7,08	-4,15	5,803	-				
298009544094					7,08	-4,15	5,803	-				
298009544185					7,08	-4,15	5,803	-				

Transformace mezi skupinou 1-4												
katastrální území	Košíkov				Velká Bíteš				Ludvíkov u Velké Bíteše			
číslo parcely	355/2				4140				4			
původní výměra	4200,26				8886,72				779,62			
nová výměra	4200,26				8886,72				779,62			
číslo bodu	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]
	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy}>0,50m$	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy}>0,50m$	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy}>0,50m$
11600000634	4,49	-3,28	3,932	-								
116001290434	4,49	-3,28	3,932	-								
116001290437	4,49	-3,28	3,932	-								
116001570003	4,49	-3,28	3,932	-								
116001570004	4,49	-3,28	3,932	-								
116001570008	4,49	-3,28	3,932	-								
116001570009	4,49	-3,28	3,932	-								
116001570010	4,49	-3,28	3,932	-								
116001570011	4,49	-3,28	3,932	-								
116001570012	4,49	-3,28	3,932	-								
116001570013	4,49	-3,28	3,932	-								
116001570019	4,49	-3,28	3,932	-								
116001570020	4,49	-3,28	3,932	-								
116001660004	4,49	-3,28	3,932	-								
116001660005	4,49	-3,28	3,932	-								
147000100163									4,51	-3,29	3,947	-
147000100164									4,51	-3,29	3,947	-
147000100165									4,51	-3,29	3,947	-
147000100166									4,51	-3,29	3,947	-
298009543832					4,48	-3,28	3,926	-				
298009543883					4,48	-3,28	3,926	-				
298009543975					4,48	-3,28	3,926	-				
298009543977					4,48	-3,28	3,926	-				
298009544033					4,48	-3,28	3,926	-				
298009544050					4,49	-3,28	3,932	-				
298009544094					4,48	-3,28	3,926	-				
298009544185					4,49	-3,28	3,932	-				

Transformace mezi skupinou 1-5												
katastrální území	Košíkov				Velká Bíteš				Ludvíkov u Velké Bíteše			
číslo parcely	355/2				4140				4			
původní výměra	4200,26				8886,72				779,62			
nová výměra	4200,69				8886,96				779,62			
číslo bodu	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]
	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy}>0,50m$	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy}>0,50m$	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy}>0,50m$
11600000634	-42,44	-28,89	36,303	-								
116001290434	-42,44	-28,89	36,303	-								
116001290437	-42,44	-28,89	36,303	-								
116001570003	-42,44	-28,88	36,299	-								
116001570004	-42,44	-28,89	36,303	-								
116001570008	-42,44	-28,88	36,299	-								
116001570009	-42,44	-28,88	36,299	-								
116001570010	-42,44	-28,88	36,299	-								
116001570011	-42,44	-28,89	36,303	-								
116001570012	-42,44	-28,88	36,299	-								
116001570013	-42,44	-28,88	36,299	-								
116001570019	-42,44	-28,88	36,299	-								
116001570020	-42,44	-28,88	36,299	-								
116001660004	-42,44	-28,88	36,299	-								
116001660005	-42,44	-28,88	36,299	-								
147000100163									-42,27	-28,75	36,148	-
147000100164									-42,27	-28,75	36,148	-
147000100165									-42,27	-28,75	36,148	-
147000100166									-42,27	-28,75	36,148	-
298009543832					-42,49	-28,86	36,320	-				
298009543883					-42,49	-28,86	36,320	-				
298009543975					-42,48	-28,86	36,314	-				
298009543977					-42,48	-28,87	36,318	-				
298009544033					-42,48	-28,86	36,314	-				
298009544050					-42,48	-28,85	36,310	-				
298009544094					-42,48	-28,86	36,314	-				
298009544185					-42,48	-28,86	36,314	-				

Transformace mezi skupinou 1-6				
katastrální území	Mařatice			
číslo parcely	st. 968			
původní výměra	968,24			
nová výměra	968,24			
číslo bodu	změna souřadnic po transformaci		střední souřadnicová chyba	dosažený kód kvality bodu dle [15]
	Δy	Δx	m_{xy}	$m_{xy} < 0,26m$
2004340017	0,31	0,08	0,226	4
2004340018	0,31	0,08	0,226	4
2011021529	0,31	0,08	0,226	4
2011021530	0,31	0,08	0,226	4

Příloha č.13: Rozložení identických bodů, rozložení katastrální území





Katastrální území Košíkov a katastrální území Velká Bíteš



Katastrální území Ludvíkov u Velké Bíteše



Katastrální území Mařatice