



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

**POSOUZENÍ TRANSFORMACE RASTRŮ MAP
STABILNÍHO A POZEMKOVÉHO KATASTRU DO
S-JTSK NA HRANICI KATASTRÁLNÍHO ÚZEMÍ.**

ASSESSMENT OF TRANSFORMATION OF THE GRIDS MAPS OF THE STABLE AND LAND
CADASTRE INTO S-JTSK AT THE BOUNDARY OF THE CADASTRE UNIT.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Jana Linzmajerová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MIROSLAV MATĚJÍK, Ph.D.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie, kartografie a geoinformatika
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Jana Linzmajerová
Název	Posouzení transformace rastrů map stabilního a pozemkového katastru do S-JTSK na hranici katastrálního území.
Vedoucí práce	Ing. Miroslav Matějčík, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Zákon č. 256/2013 Sb., o katastru nemovitostí

Vyhláška č. 357/2013 Sb., o katastru nemovitostí, ve znění vyhlášky č. 87/2017 Sb.

Bumba, J., Kocáb, M.: Geometrický plán. Leges, 2. vyd., 2011, ISBN: 978-80-87212-82-0, 432 s.

Šustrová, D., Borovička, P., Holý, J.: Katastr nemovitostí. Wolters Kluwer, 2. vyd., 2017, ISBN: 978-80-7552-774, 388 s.

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V terénu budou dohledány a ověřeny identické body, zejména na hranici vybraného katastrálního území. Rastry map stabilního a pozemkového katastru budou připojeny do S-JSTK s využitím nalezených bodů, včetně situace podle dosavadní katastrální mapy. Na závěr budou porovnány dosažené přesnosti transformací.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

Ing. Miroslav Matějík, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá posouzením transformace rastrů pozemkového katastru do S-JTSK na hranici katastrálního území. Teoretická část obsahuje přehled katastrů s měřickým podkladem a pojednává o vývoji katastrálních hranic. Dále je uvedena teorie transformace a statistického vyhodnocení. Druhá část se zabývá již samotnou podstatou. V terénu byly vyhledány a následně zaměřeny identické body, na nichž byly vyhodnocovány výsledky provedené transformace.

KLÍČOVÁ SLOVA

Katastrální mapa, katastrální hranice, rastr, transformace, histogram, odchylka

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with the transformation of the grids maps of the land cadastre into S-JTSK at the boundary of the cadastre unit. The theoretical part consists of an overview of cadastres based on measurements and discusses the evolution of cadastral boundaries. Next, I give a theory of transformation and statistics. The second part deals with the very essence. The identical points were found in terrain and subsequently measured. The transformation was assessed based on these points.

KEYWORDS

Cadastral map, cadastral boundary, grid, transformation, histogram, deviation

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Jana Linzmajerová *Posouzení transformace rastrů map stabilního a pozemkového katastru do S-JTSK na hranici katastrálního území*. Brno, 2020. 62 s., 4 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Miroslav Matějčík, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Posouzení transformace rastrů map stabilního a pozemkového katastru do S-JTSK na hranici katastrálního území* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 22. 5. 2020

Jana Linzmajerová
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Posouzení transformace rastrů map stabilního a pozemkového katastru do S-JTSK na hranici katastrálního území* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2020

Jana Linzmajerová
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Miroslavu Matějíkovi, Ph.D. za rady a připomínky ke zpracování práce. Dále děkuji pracovníkům Katastrálního pracoviště Prachatice a panu Ing. Janu Válkovi za poskytnutí podkladů k práci a panu Miloslavu Touškovi za zapůjčení přístrojů. Také děkuji své rodině, která mě po celou dobu studia podporovala a měla se mnou trpělivost. Zvláště děkuji otci za pomoc při měřických pracích.

Obsah

1. Úvod.....	10
2. Katastrální mapa	11
2.1 Definice dle katastrální vyhlášky.....	11
2.2 Historie vývoje katastrální mapy	11
2.2.1 První pokusy měřického podkladu pro stanovení výše daně.....	11
2.2.2 Stabilní katastr	12
2.2.3 Pozemkový katastr	15
2.2.4 Jednotná evidence půdy.....	18
2.2.5 Technicko-hospodářské mapování 1961-1969	18
2.2.6 Evidence nemovitostí	19
2.2.7 Technicko-hospodářské mapování 1969-1981	19
2.2.8 Základní mapa velkého měřítka.....	19
2.3 Současnost – katastr nemovitostí	20
3. Vývoj katastrálních hranic.....	21
4. Transformace	25
4.1 Shodnostní transformace	25
4.2 Podobnostní transformace	26
4.3 Afinní transformace.....	26
4.4 Projektivní transformace	27
4.5 Jungova dotransformace	27
4.6 Výpočet transformačního klíče metodou nejmenších čtverců.....	27
5. Použité matematické statistiky.....	28
5.1 Charakteristiky polohy	29
5.2 Charakteristiky proměnlivosti.....	30
5.3 Posouzení výběrového souboru	30
5.4 Grafické znázornění výběrového souboru.....	30

6.	O katastrálním území Horouty.....	32
6.1	Specifikace katastrální hranice	33
7.	Vyhledávání identických bodů	34
8.	Měřické práce.....	36
9.	Výpočetní práce	38
10.	Rastry	39
10.1	Vlastnosti původních rastrů	42
10.2	Zhodnocení původních rastrů	43
11.	Transformace.....	48
12.	Posouzení odchylek	48
12.1	Odchytky zákresu katastrální hranice mezi k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť	49
12.2	Odchytky nově transformovaných rastrů od měřených bodů v k.ú. Horouty	51
12.3	Porovnání odchylek měřených bodů od zákresu na katastrální hranici v rastru mezi k.ú. Horouty a sousedními rastry	54
12.4	Celkové vyhodnocení.....	55
13.	Závěr	57
14.	Citovaná literatura	59
15.	Použité zkratky	61
16.	Seznam příloh.....	62

1. Úvod

Cílem této práce je posouzení transformace rastrů map stabilního a pozemkového katastru na katastrální hranici katastrálního území Horouty do S-JTSK. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část.

V teoretické části je pojednáno nejprve o katastrální mapě. Zde se dozvídáme o historii jejího vyhotovování, která je důležitá pro pochopení poměrně špatné přesnosti zákresu parcelních hranic v rastrech, a o důležitosti katastrální hranice u ostrovních map, kde tvořila obrys zakreslených pozemků. Historie vývoje katastrální mapy končí v současnosti. Znalost technologií vzniku a přesností současné katastrální mapy pomáhá k pochopení přesnosti transformace. V následující kapitole je pojednáno o vývoji katastrálních hranic. Dále se teoretická část zabývá transformacemi a statistickým vyhodnocováním, které bude využito pro posouzení transformace.

Praktická část nejdříve poskytuje informace o katastrálním území Horouty a jeho hranicích. Potom popisuje průběh činností při vyhledávání a zaměrování bodů, na kterých bude posouzena transformace. Dále je popsán vznik rastrů. Následuje jejich zhodnocení – kvalita zákresu, odlišnosti zákresu katastrální hranice ve dvou sousedních rastrech. Dále se práce zabývá transformací rastrů a jejím posouzením. Posouzení je provedeno na několika rovinách:

- odchylky zákresu katastrální hranice mezi k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť,
- odchylky transformovaných rastrů od měřených bodů na katastrálních hranicích,
- odchylky transformovaných rastrů od měřených bodů uvnitř katastrálních území,
- celkové vyhodnocení.

TEORETICKÁ ČÁST

2. Katastrální mapa

2.1 Definice dle katastrální vyhlášky

V § 3 katastrální vyhlášky je katastrální mapa zařazena mezi státní mapová díla velkého měřítka a je zde rozdělen její obsah na polohopis a popis, které se do ní vyznačují v souladu s bodem 10 přílohy k této vyhlášce. § 4 definuje formu katastrální mapy jako mapu digitální vedenou počítačovými prostředky v S-JTSK ve vztažném měřítku 1 : 1000. Avšak do obnovy katastrálního operátu také povoluje vedení katastrální mapy na plastové fólii podle dřívějších právních předpisů. Katastrální mapa může mít pro ucelené části katastrálního území různou formu. [1]

2.2 Historie vývoje katastrální mapy

Jak je zřejmé z § 4 katastrální vyhlášky, katastrální mapy neměly vždy stejnou formu a ani podobu, jako mají teď. Jejich forma, obsah a účel se měnily spolu s hospodářským a politickým vývojem, nároky na přesnost a kvalitu spolu s rozvojem techniky, ale také s aktuální situací a potřebou. Přesto, že se účel katastrálních map různě měnil, zejména v minulosti byly vedeny pro stanovení daně z pozemku, dnes převládá ochrana práv k nemovitostem.

2.2.1 První pokusy měřického podkladu pro stanovení výše daně

Výše daně z pozemku se vždy nestanovovaly na podkladě měřických prací. První zmínky o tzv. dani pozemkové se objevují v roce 1022, kdy se vybírala daň z „lánu“, tehdy užívané plošné jednotky. Výše daně se stanovovala jen podle kvantity půdy, nikoli podle její kvality. Všechny potřebné údaje o velikosti pozemků byly získávány jen odhadem. První snaha o vyměření výše daně z pozemku na podkladě měřických prací je zaznamenána v roce 1571 a následně v roce 1573, kdy česká komora podala návrh na zaměření českých zemí. Ovšem Dvorská komora oba návrhy zamítla. Návrhy na zaměření půdy byly zamítnuty i mezi léty 1627 a 1638 za vlády Ferdinanda II. Zamítnut byl také návrh Marie Terezie, přestože podobné katastry již fungovaly v Lombardii a některé obce nynější severní Moravy byly již zaměřovány. [2]

První pozemkový katastr podložený měřením v terénu byl založen Josefem II, který nechal udělat návrh na zaměření všech pozemků v zemi s odstraněním dělení na rustikální a dominikální půdu. Patent zakládající pozemkový katastr byl vyhlášen 20. 4. 1785. Pozemky byly zaměřovány co nejjednodušším způsobem – rozkladem na jednoduché geometrické útvary podle vydaného návodu, který je prvním měřickým návodem v historii. Měření probíhalo v místní souřadnicové soustavě pro jednotlivé náčrty (brouillon). To znamená, že nebylo možné z brouillonů sestavit např. ani mapu obce, neboť na jejich stycích docházelo k menším či větším nesouladům. Tento katastr vstoupil v platnost 19. 9. 1789 pod názvem Josefský katastr. [2]

2.2.2 Stabilní katastr

Po napoleonských válkách se rozhodl císař František I. vyřešit problémy rozvržení daňového břemene na jednotlivé poplatníky způsobené používáním kombinace josefského katastru s předchozím tereziánským. Proto byl 23. 12. 1817 vyhlášen patent císaře Františka I., který stanovoval zásady lépe fungujícího katastru daně pozemkové. Katastr měl představovat stálý a dokonalý soupis pozemků s určenou výměrou a čistým výnosem. Pro tuto představu byl již v té době nazván katastrem stabilním. [2]

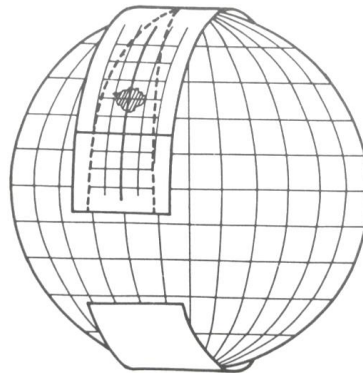
Mapy byly vyhotovovány převážně jako mapy původní, a to převážně graficky – metodou měřického stolu. Začátkem 20. století byla malá část map, zejména v místech, kde stav dosavadních map začínal být neúnosný v důsledku opakovaného vyznačování změn, vyhotovena metodou trigonometricko-polygonální, tedy metodou číselnou. Takovéto mapy byly vyhotoveny hlavně na území měst, kde ke změnám docházelo častěji. [2]

Mapy byly vyhotovovány v sáhových měřítcích, nejčastěji 1 : 2 880, v intravilánu i 1 : 1 440, příp. 1 : 720. Měřítko vychází z požadavku, aby se jedno dolnorakouské jitro (40 x 40 sáhů, 1 sáh = 6 x 12 palců) zobrazilo na mapě jako jeden palec čtvereční (1 palec = 2,63 cm). [2]

2.2.2.1 Kartografické zobrazení

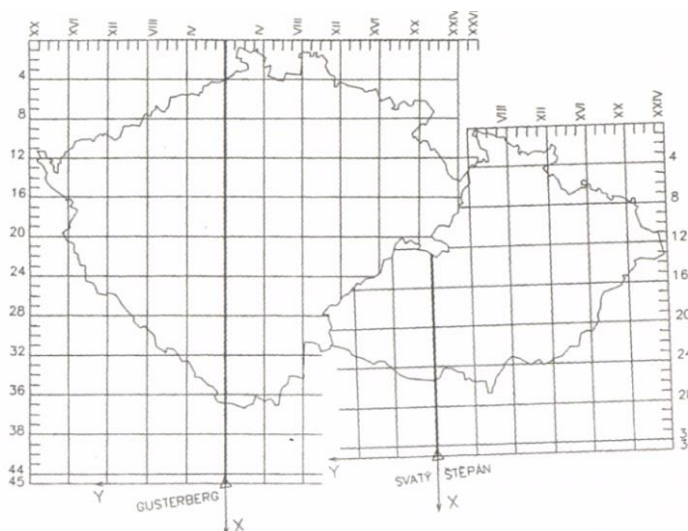
Pro mapy stabilního katastru bylo zvoleno Cassini-Soldnerovo zobrazení, které je transverzální cylindrické a ekvidistantní v kartografických polednicích. To znamená, že obraz zemského povrchu se zobrazuje na válcovou plochu, která se dotýká náhradní kulové plochy v nezkresleném tzv. základním poledníku (kartografickém rovníku). Základní poledník prochází počátkem souřadnicové soustavy, který byl zvolen v určitém

trigonometrickém bodě. Osa válce leží v rovině rovníku a protíná náhradní kouli v kartografických pólech. Osa X je totožná s obrazem základního poledníku, kladná část směřuje k jihu, osa Y je na osu X kolmá a je tedy totožná s obrazem kartografického poledníku. Její kladná část směřuje na západ (viz obr. 1). [2]



Obr. 1 Kartografické zobrazení map stabilního katastru [3]

Jak je patrné z definice kartografického zobrazení, délky se nezkracují ve směru kartografických poledníků. Zkreslení roste se čtvercem vzdálenosti od základního poledníku a nejvíce se projeví ve směru příčném. Při $Y = 200$ km, nabývá zkreslení hodnoty kolem 50 cm/km. Vzhledem k přesnosti zákresu do mapy, která byla kolem 0,15 mm, což v měřítku 1 : 2 880 odpovídá 43 cm ve skutečnosti, bylo území bývalého Rakouského císařství rozděleno na více částí tak, aby maximální zkreslení na okrajích území nepřesahovalo maximální dosažitelnou grafickou chybu. Území dnešní ČR je pokryto dvěma souřadnicovými soustavami – gusterberskou a svatoštěpánskou. [2] Pokrytí je zobrazeno na obr. 2.



Obr. 2 Souřadnicové systémy stabilního katastru na území ČR [4]

2.2.2.2 Podrobné měření a kancelářské práce

Jak už bylo řečeno, podrobné měření bylo realizováno grafickým protínáním nejméně ze dvou stanovisek. U lesních komplexů byly tři možné způsoby zaměření:

- a) měření po obvodu bez buzoly postupným rajonováním – pracné, náročné na pečlivost,
- b) měření s buzolou – ob stanovisko se zaměřily azimuty na obě strany, délky byly měřeny řetězcem,
- c) postupné protínání ze vzdálených stanovisek – nutná kontrola třetím rajonem.

Vždy byly měřeny délky vodorovné a jejich měření bylo realizováno latí či řetězcem. [2]

Při mapování intravilánu byl nejdříve veden uzavřený polygonový pořad po jeho obvodu. Podrobné body byly zaměřovány ortogonální metodou či křížovými měřeními. Přesně byly zaměřovány jen obytné budovy, ostatní hospodářské budovy byly určeny jen pouhým odkrokováním. Další nejasnosti v přesném určení polohy budov vznikly nejednotným zaměřováním jejich obvodů. Někdy byly budovy zaměřovány průnikem zdiva s terénem, jindy byl zaměřován výrazný střešní přesah. Rozlišení, o kterou variantu se jedná, bohužel není z dokumentace patrné. [2]

Obecní hranice zpravidla odpovídala průběhu hranice katastrální a byla zaměřována s obzvláštní pečlivostí. Dbalo se na to, aby byly zaměřovány vždy stejné body u obou sousedních obcí. Poté následovaly kontroly a kancelářské práce. [2]

2.2.2.3 Přesnost map stabilního katastru

Přesnost map stabilního katastru je odvozena kromě přesnosti grafického protínání také od samotných geodetických základů (trigonometrické sítě I.-III. řádu), které byly sice určeny číselně, ale často stabilizovány jen dočasně. K trvalé stabilizaci mnohdy docházelo až po dvaceti letech, kdy dřevěné kůly dočasných stabilizací již často zmizely. [2]

Přesnost map byla také neblaze ovlivněna při reambulaci mezi léty 1869-1882, kdy měřické práce směli vykonávat nekvalifikovaní pracovníci a pro kontrolu přesnosti byla stanovena benevolentnější kritéria. [2]

V literatuře se přesnost map stabilního katastru uvádí kolem 2 m, což nebylo postačující už ani koncem 19. století. Cílem bylo dostat se na přesnost kolem 20-30 cm. Proto byla v roce 1887 také v návaznosti na zavedení metrické míry (1876) vydána instrukce pro mapování trigonometricko-polygonální metodou. Její poslední úpravou byla Instrukce z roku 1904.

Podstatou bylo připojení pouze na body číselně určené, tedy body trigonometrické sítě I.-III. řádu, nikoliv na body IV. řádu určené grafickým protínáním. Aplikace trigonometricko-polygonální metody ovšem připadala v úvahu pouze při vyhotovování nových map, a to v měřítku 1 : 2 500, příp. 1 : 1 250 v intravilánu. [2]

2.2.3 Pozemkový katastr

Po první světové válce a vzniku Československa nebyly na území našeho nového státu jednotné polohopisné základy a platily různé právní předpisy. Proto byla snaha o:

- vydání jednotného unifikačního zákona o československém pozemkovém katastru,
- vytvoření jednotných polohopisných základů,
- sjednocení organizace katastrální služby. [2]

V roce 1919 proto byla při ministerstvu financí založena Triangulační kancelář, kde byl připraven souřadnicový systém S-JTSK a pro něj vhodné kartografické zobrazení. V roce 1927 s účinností od 1. 1. 1928 byl vydán zákon č. 177/1927 Sb., o pozemkovém katastru a jeho vedení, který měl napravit nesourodost právních předpisů v oblasti daní a neutěšený stav v evidování nemovitostí na Slovensku a Podkarpatské Rusi. Tímto zákonem se jednoúčelový katastr změnil na víceúčelový – kromě daňových účelů se stal podkladem pro topografické mapování, tvorbu účelových map a pro různé kartografické práce. [2]

Nicméně zmapování celého území v novém systému nebylo za tak krátkou dobu možné, a tak byl přebrán veškerý operát stabilního katastru. Nové mapování se mělo provádět podle Instrukce A, vydané ministerstvem financí v roce 1931. Ta k novému mapování dovolovala užívání pouze číselných metod a stanovovala provádění výpočtů v S-JTSK. [2]

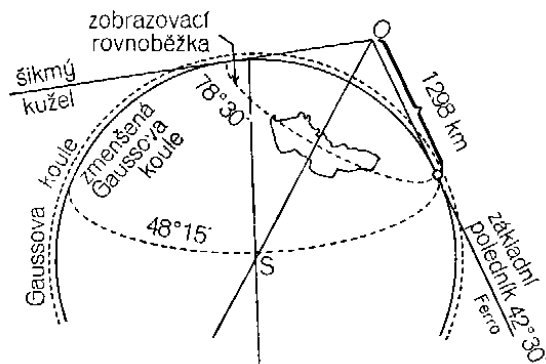
2.2.3.1 Geodetické základy

Budování JTSK probíhalo v letech 1920-1957. Byly použity geodetické základy stabilního katastru s tím, že na některých bodech došlo k novým měřením. Vyrovnáním sítě I. řádu byl určen její definitivní tvar, rozměr a orientace na Besselově elipsoidu byly dány přebraným měřením. [2]

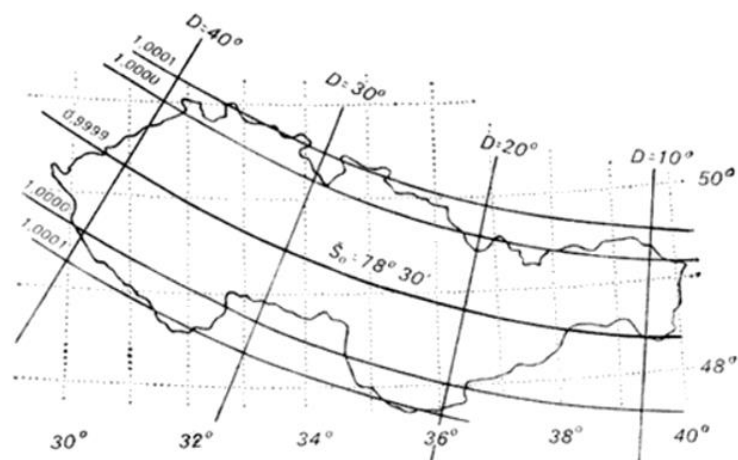
2.2.3.2 Kartografické základy

Ing. Josef Křovák pro nový souřadnicový systém vymyslel vhodné kartografické zobrazení dnes označované jako Křovákovo. Je to dvojité konformní kuželové zobrazení v obecné poloze. Slovo „dvojitě“ vyjadřuje převod Besselova elipsoidu do roviny prostřednictvím

Gaussovy koule, která se zobrazí na rozvinutý plášť sečného kužele (kužele tečného ke Gaussově kouli vynásobené koeficientem 0,9999) (viz obr. 3). Zobrazení na sečný kužel bylo zvoleno pro optimalizaci délkového zkreslení, které tak zaručuje dvě nezkreslené kartografické rovnoběžky a maximální zkreslení -10 cm/km uprostřed území (dotyková rovnoběžka ke Gaussově zmenšené kouli) a +14 cm/km na okrajích. Průběh délkového zkreslení je dobře patrný z obr. 4. Obecná poloha kužele byla zvolena z důvodu protáhlého území země ve směru severozápad-jihovýchod.



Obr. 3 Grafické znázornění Křovákova zobrazení [5]



Obr. 4 Průběh délkového zkreslení Křovákova zobrazení [6]

Za počátek rovinné souřadnicové soustavy byl zvolen obraz vrcholu kužele. Osa X je tvořena obrazem základního poledníku ($\lambda = 42^{\circ}30'$ východně od Ferra) a je orientována k jihu, osa Y je na osu X kolmá a směřuje na západ. [7]

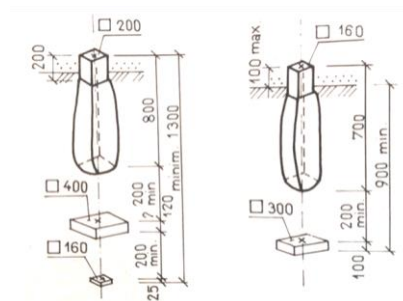
2.2.3.3 Polní měřické práce

Dle Instrukce A se polní měřické práce dělí na tři typy: podrobná triangulace, polygonizace a podrobné měření. [2]

Zvláštní pozornost byla věnována zákresu katastrální hranice v důsledku snahy o totožné provedení (povolen rozdíl do mezní odchytky) v sousedních územích. [2]

2.2.3.3.1 Podrobná triangulace

Podrobnou triangulací se rozumí zhuštění bodů stávající sítě I.-IV. řádu. Průměrná délka strany trojúhelníku podrobné sítě byla kolem 2 km. Trigonometrické body všech řádů byly řádně stabilizovány. Podrobná síť mohla být tvořena i nepřístupnými body přirozeně signalizovanými jako je například makovice kostelních věží, rozhledny, věže zámků, stožáry vysokého napětí. Tyto body měly vždy nejméně dva zajišťovací body označené ZB I. a ZB II. [2] Způsob stabilizace trigonometrických a zajišťovacích bodů je popsán na obr. 5.



Obr. 5 Stabilizace a) trigonometrických bodů a ZB I a b) ZB II a orientačních bodů [2]

Na každém bodě musela být možná alespoň jedna orientace na jiný trigonometrický či zhušťovací bod. [2]

2.2.3.3.2 Polygonizace

Polygonizace představuje zhuštění podrobné sítě tak, aby se nově zřízené body daly použít přímo jako stanoviska. To znamená, že byly také řádně stabilizovány. [2]

2.2.3.3.3 Podrobné měření

Pro podrobné měření byly používány zejména tyto čtyři metody: polygonová (ortogonální), polární, protínání vpřed a metoda stolová. [2]

Polygonová metoda byla stanovena pro zaměřování středně drahých až nejdražších pozemků. Nejčastěji tedy byla využívána ve městech. Instrukce A stanovovala kritéria jejího využití (délku kolmice v různých případech, zajištění kontrolními měřeními apod.). [2]

Polární metoda byla využívána zpravidla za dobrých povětrnostních podmínek, neboť se délky měřili opticky na lať. Délky do 20 m bývaly měřeny pásmem. Podrobné body byly zaměřovány jen v jedné poloze. [2]

Stolová metoda pro omezenou přesnost nebyla příliš využívána. [2]

2.2.3.4 Poválečný stav československého pozemkového katastru

Během druhé světové války došlo ke značnému omezení katastrálního mapování. Po válce situace nebyla o moc lepší – nejvyšší prioritou bylo zajištění mapových podkladů pro obnovu hospodářské struktury. Zájem o vedení pozemkového katastru byl obnoven v polovině 50. let v souvislosti se socializací v zemědělství. Zde bylo ovšem potlačeno, kdo pozemek vlastní, důležité bylo, kdo ho užívá. [2]

2.2.4 Jednotná evidence půdy

Jednotná evidence půdy byla založena usnesením vlády č. 192 z roku 1956, které stanovovalo evidenci užívacích vztahů k pozemkům. Zakládání probíhalo dvěma způsoby: přesnou metodou (rozsáhlé změny), nebo zjednodušeným způsobem (drobné změny). zakládání JEP přesnou metodou redukovalo měřické práce na minimum. Při zakládání JEP zjednodušeným způsobem docházelo ještě k redukci místního šetření. [2]

Mapový operát JEP tvořila mapa pozemková, mapa evidenční a mapa pracovní. Mapy bývalého pozemkového katastru byly uloženy v archivech Středisek geodézie a zakreslovaly se do nich pouze změny katastrálních hranic omezníkových a zaměřených podle Instrukce B¹ a některé další změny zaměřené podle Instrukce B. [2]

Kromě neevidencie vlastnických vztahů operát JEP utrpěl také v důsledku značně zjednodušených měřických postupů, způsobu zákresu, výpočtu výměr (vynechání kontrolního výpočtu) a benevolentních velikostí mezních odchylek při zákresu. Dále byli pro polní i kancelářské práce najímáni nekvalifikovaní pracovníci. To vše bylo dáno požadavkem na rychlé založení JEP na celém území republiky. [2]

2.2.5 Technicko-hospodářské mapování 1961-1969

V důsledku pokrytí mapových potřeb technické a hospodářské sféry začaly od roku 1961 vznikat technicko-hospodářské mapy v měřících 1 : 1 000, 1 : 2 000 a 1 : 5 000. Obsah polohopisu byl oproti dosavadním katastrálním mapám rozšířen o technické a hospodářské objekty. Součástí obsahu map se stal i výškopis. [2]

¹ vydaná 1933, Návod jak vykonávati katastrální měřické práce pro vedení pozemkového katastru (např. tvorba geometrických plánů) [9]

V důsledku tlaku vojenského sektoru zemí Varšavské smlouvy byl zaveden souřadnicový systém S-42 a Gauss-Krügerovo zobrazení poledníkových pásů Krasovského elipsoidu i pro civilní sektor. To mělo za následek opět existenci několika souřadnicových soustav na našem území (pro každý třístupňový pás). Existující geodetické základy byly do tohoto systému přepočítány. [2]

2.2.6 Evidence nemovitostí

Snahu o evidování alespoň některých vlastnických vztahů přinesla evidence nemovitostí založená zákonem č. 22/1964 Sb. Spolu s ním nabyl účinnosti také nový občanský zákoník a notářský řád. Vlastnictví se nadále nabývalo registrací smluv u státního notářství. Existující vlastnické vztahy dosud neevidované se do evidence nemovitostí zapisovaly v rámci komplexního zakládání evidence nemovitostí. Nejdůležitější byla evidence údajů o nemovitostech důležitých pro plánování a řízení hospodářství, především zemědělství. Soulad se skutečným stavem měla zajišťovat ohlašovací povinnost uživatelů nemovitostí vůči příslušnému národnímu výboru, který měl listiny předložit orgánům geodézie. [8]

Evidence nemovitostí přebrala mapový operát JEP. Nové mapy vznikaly jako mapy THM a později ZMVM. [8]

2.2.7 Technicko-hospodářské mapování 1969-1981

V důsledku vědeckotechnického vývoje a soudobé politické situace došlo ke změnám ve zpracování map, což se projevilo zejména návratem ke Křovákovu zobrazení a S-JTSK. [2]

Od počátku 70. let se začaly mapy zpracovávat automatizovaně na sálovém počítači ODRA a poté byly vykresleny na automatickém koordinatografu CORAGRAPH. Avšak automatizace nebyla zcela stoprocentní – grafický systém neumožňoval efektivní tvorbu popisu a mapových značek, proto byly ručně vleповány na svá místa do hotové mapy. [2]

2.2.8 Základní mapa velkého měřítka

Mapy THM byly v roce 1981 nahrazeny základními mapami velkého měřítka. Kromě funkce technického podkladu měřického operátu evidence nemovitostí plnila ZMVM také funkce pro technickou a hospodářskou sféru. Tomu odpovídal i obsah map. Přesto docházelo k redukci polohopisného obsahu, který by měl být evidován spíše u správců inženýrských sítí (šoupata, vpusti, hydranty, ...). Došlo i ke změnám ve výškopisu – pro

měřítko 1 : 1 000 a 1 : 2 000 se nevyhotovoval (jen na objednávku). Novým prvkem bylo zavedení tříd přesnosti pro podrobné polohové bodové pole a pro podrobné body. [2]

2.3 Současnost – katastr nemovitostí

Se vznikem samostatné České republiky došlo i ke změnám právních předpisů týkajících se pozemkových evidencí. Zákon č. 344/1992 Sb. (který později nahradil zákon č. 256/2013 Sb.) stanovil jako jeden z produktů nového katastrálního řízení digitální katastrální mapu (DKM). [2] Ovšem katastr nemovitostí převzal měřický operát předešlé evidence nemovitostí, která obsahovala sice asi 30 % nově číselně vytvořených map, za to přibližně 70 % map měla původ ještě ve stabilním katastru. Cílem proto bylo vytvořit bezešvou digitální katastrální mapu v S-JTSK, kde již budou opraveny chyby vzniklé při nedbalém vedení pozemkových evidencí po druhé světové válce. [9] Toho se dosáhne zejména obnovou katastrálního operátu (dále jen „OKO“)

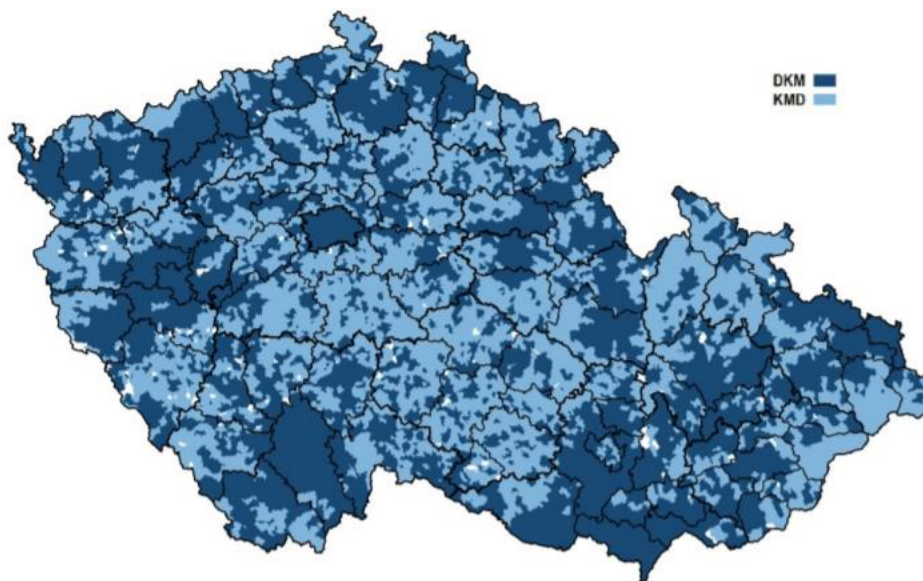
- a) novým mapováním,
- b) přepracováním souboru geodetických informací (převedením dosavadní katastrální mapy do elektronické podoby),
- c) na základě pozemkových úprav. [10]

Jak je vidět z tab. 1, nejintenzivnější práce na digitalizaci probíhaly v letech 2009-2017. Dnes už je OKO dokončována hlavně na podkladě výsledků pozemkových úprav a nového mapování. [11]

Tab. 1 Vývoj digitalizace souboru geodetických informací KN: 2009-2019 [11]

Rok	do 2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Hotovo v digitální formě k.ú.	4 976	763	1 106	1 094	1 127	1 074	910	877	622	349	25	23
Celkem k. ú. v digitální formě	4 976	5 739	6 845	7 939	9 064	10 166	11 121	11 990	12 612	12 954	12 972	12 995
Roční přírůstek z 13 076 k. ú. (%)		5,9	8,5	8,5	8,7	8,4	7,0	6,7	4,7	2,7	0,2	0,2
Podíl z celkového počtu (%)	38	44	52,5	61	69,6	77,9	84,9	91,6	96,3	99	99,2	99,4

Podle nejaktuálnějších informací z [11] k 31. 12. 2017 pokrývaly digitální katastrální mapy (DKM) 49 % katastrálních území, katastrální mapy digitalizované (KMD) 50 %. K 31. 12. 2019 nebyla digitální forma katastrální mapy k dispozici pouze v 0,6 % katastrálních území. Situace k 31. 12. 2019 je znázorněna na obr. 6.



Obr. 6 Digitalizace katastrálních map k 31. 12. 2019 [11]

3. Vývoj katastrálních hranic

Katastrální hranice mají svůj počátek již v josefském katastru, kdy Josef II. v nejvyšším patentu o reformě pozemkové daně a vyměření půdy ze dne 20. 4. 1785 stanovuje za základ pro vyměření daní nikoliv panství, nýbrž technicky definovatelnou plochu katastrální obce. Zde se mluví ještě o obecních hranicích. Později se však označení katastrální obec změnilo na katastrální území a tedy označení obecní hranice se změnilo na hranice katastrální. [4]

Za josefského katastru byly obecní hranice vytvořeny tak, aby uvnitř každé katastrální obce bylo alespoň 40-50 domů i s polnostmi. Poté, co byly obecní hranice stanoveny, měly být řádně označeny, popsány a následně zaměřeny. Podle tradice (není to podloženo odbornou literaturou) při osazení mezníku na trojmezí obcí či na významném lomovém bodě byl nejmladší z pomocníků důkladně zbit, aby si zapamatoval, kudy obecní hranice prochází. Z jiných zdrojů se dozvídáme, že odtud pochází české přísloví „dostal na pamětnou“. Zaměřování obecní hranice, na rozdíl od menších pozemků pravidelných tvarů, které zaměřovali sedláci pomocí řetězců či provazců, prováděli zeměměřiči metodou měřického stolu. [4]

Stabilní katastr převzal rozdělení na katastrální obce z josefského katastru. V některých případech zde ale došlo k rozdělení katastrální obce, a to těch, které za josefského katastru byly tvořeny několika osadami spravovanými ve věcech veřejných starosty. Opět při zakládání stabilního katastru byly obecní hranice řádně omezníkovány na trojmezích a ve

význačných lomech (tam, kde nebyly nalezeny mezníky z josefského katastru nebo na nových hranicích katastrální obce) a popsán jejich průběh nejzkušenějšími zeměměřiči. Mezníky měly podobu opracovaných kamenů s vytesaným letopočtem a zkratkou K.V. [4] Katastrální mapa, popis hranic a jiné katastrální operáty byly vyhotovovány pro každou katastrální obec zvlášť. [12]

Obecní hranice zde plnily ještě jeden speciální účel. Tvořily hranici mapované a zakreslované oblasti do jedné mapy, takže vznikla mapa jen pro danou katastrální obec. Proto jsou tyto mapy nazývané ostrovní. Protože se celá plocha katastrální obce nevešla na jeden mapový list, byla mapa sestavena z více mapových listů (tehdy označovány jako sekční listy), jejichž návaznost byla kontrolována. Nesouhlas kresby do dvou sáhů mohl být opraven posunutím kresby, větší chyba musela být opravena kontrolním zaměřením. Někdy mohly být k mapě jedné obce připojeny tzv. enklávy, pozemky jiné obce, které zasahovaly hluboko do obvodu dané katastrální obce, nebo celá sousední katastrální obec, jejíž plocha nepřekročila 500 jiter, nebo pozemky sousední obce, které tvořily dlouhý štíhlý pás podél hranic dané katastrální obce. Protože enklávy byly částmi samostatných obcí, byl veškerý katastrální operát vyhotoven i pro tyto samostatné obce katastrální. [4] [12]

V pozemkovém katastru byl již zaveden pojem katastrální území. Katastrální území bylo buď totožné s obcí, nebo její částí. Ve výjimečných případech mohlo jedno k.ú. obsahovat několik obcí téhož berního okresu. Podkladem pro zjištění, omezníkování a popis katastrální hranice byly stanoveny platné protokoly a popisy katastrálních hranic nebo hranic obecních nebo rozhodnutí správních úřadů o jejich změně. V případě, že se katastrální hranice shodovala s hranicí státní, byly jako podklad stanoveny zákony, nařízení a vyhlášky o mezinárodních smlouvách nebo úmluvách, a podle nich vyhotovené operáty. [13] Popis katastrální hranice se nechal udělat dvakrát – jeden byl uložen spolu s katastrální mapou, druhý založen do sbírky listin. [14] Zákon o pozemkovém katastru a jeho vedení také stanovil, že hranice k.ú. mají kopírovat přirozené hranice a musí být omeznikovány. [13] Přirozenými hranicemi byly míněny takové předměty, na jejichž přemístění by bylo třeba vynaložit větších finančních nákladů nebo značnou fyzickou námahu (zeď, terasa, mez, alej, ...). [14]

Nařízení vlády č. 64/1930 Sb., jímž se částečně provádí zákon o pozemkovém katastru, definovalo katastrální hranici jako stálou, pokud hraniční čára byla pevně stanovena a

neměněna přírodními procesy, a jako pohyblivou, byla-li tvořena neustálým předmětem, jehož poloha byla odvislá od přírodních procesů. V takovém případě nejčastěji šlo o katastrální hranici probíhající středem vodního toku. [14]

Stálé hranice měly být označeny v každém bodě lomu v horní části otesanými kameny o rozměrech 12 x 12 x 60 cm s čísly. Znaky měly být zajištěny podzemními značkami. V bažinatých územích měly být namísto kamenů kůly z tvrdého dřeva s průměrem minimálně 15 cm a délkou 2 m vespod opatřené dřevěnou kotvou. Na přímé hranici měly být mezníky umístěny tak, aby byla zajištěna viditelnost mezi sousedními a vzdálenost mezi nimi nepřekročila 150 m. Speciální pozornost měla být věnována označení bodů zvláštní důležitosti nebo bodů na hranici tří a více k.ú., stabilizace měla být doplněna vhodným nápisem, příp. zkratkou. [14] Pokud se při zakládání nebo obnově pozemkového katastru zjistilo, že mezník chybí nebo je poškozen, byl nahrazen novým na společný náklad obcí ležících na katastrální hranici. Toto neplatilo pro mezníky na hranici státní. [13]

Na udržování katastrálních hranic a znaků na nich dohlížela příslušná obecní (městská) rada. [13] Kontrola probíhala jednou za tři roky na jaře. [14]

Změna průběhu katastrální hranice mohla nastat třemi způsoby:

- a) sloučením dvou nebo více dosavadních k.ú. do jednoho,
- b) rozloučením dosavadního k.ú. do dvou či více k.ú.,
- c) vyloučením části z jednoho k.ú. a připojením k jinému k.ú.

Změnu musel povolit finanční úřad v dohodě s příslušným sborovým soudem na žádost zájemníků nebo na návrh katastrálního měřického úřadu. Pokud došlo k neshodě mezi finančním úřadem a soudem nebo byly-li do 30 dnů ode dne doručení povolení podány námítky, mělo rozhodnout ministerstvo financí v dohodě s ministerstvem spravedlnosti. Pokud byla katastrální hranice zároveň hranicí obce, řídila se jejich změna povolením změny hranice obecní. [13]

Význam obecní (katastrální) hranice jako obrys mapového pole pominul v 60. letech 20. století, kdy probíhaly rozsáhlé změny v souvislosti se zakládáním JZD a prováděním HTÚP, které často přesahovaly hranice katastrálních území. Proto vzešla potřeba nahrazení současných ostrovních map mapami v souvislém zobrazení. Přesto, že katastrální hranice převzatých map stabilního katastru byly zaměřovány s obzvláštní pečlivostí,

korespondovaly jen výjimečně. Mapa v souvislém zobrazení nemohla tedy vzniknout pouhým sesazením ostrovních map. Pro vznik kvalitních map by bylo vhodné nové mapování. Avšak mapy v souvislém zobrazení vznikaly přetvořením dosavadních map. Výsledná kvalita byla ovlivněna jednak odborností zpracovatele, ale také rozdílnými srážkami mapových listů a místními deformacemi. Celkově došlo ke zhoršení kvality map. [4]

V současné době jsou hranice katastrálního území často totožné s hranicemi obecními. Někdy jedna obec může obsahovat více katastrálních území. Jak již bylo zmíněno výše, zajištění dostatečně přesné bezešvé digitální mapy se dosáhne obnovou katastrálního operátu, kdy je předmětem obnovy mimo jiné katastrální hranice. K částečnému zlepšení stavu katastru může sloužit také revize katastru, jejíž součástí může být podle potřeby i revize katastrální hranice. [1]

Stejně jako v pozemkovém katastru jsou rozlišovány hranice stálé a pohyblivé. [1]

Ke změně hranice katastrálního území, která není totožná s hranicí obecní nebo s hranicí městské části může dojít:

- a) sloučením více katastrálních území v jedno,
- b) oddělením části jednoho katastrálního území a připojením této části k jinému katastrálnímu území (jen pokud hranice k.ú. dělí nemovitost, která je předmětem evidence katastru nemovitostí nebo v důsledku změny uspořádání pozemků na základě pozemkových úprav),
- c) vytvořením nového katastrálního území (jen pokud je to nezbytné pro správu katastru nebo z jiných vážných důvodů),
- d) nahrazením pohyblivé hranice pevnou hranicí.

Pokud je katastrální hranice totožná s obecní hranicí, dochází k její změně spolu se změnou obecní hranice. Podkladem ke změně průběhu obecní a katastrální hranice je katastrální mapa. [1]

Současná katastrální vyhláška již nenařizuje trvalé označení hranic. Nařizuje označení obecních hranic v hlavních lomových bodech kamennými hranoly o celkové délce alespoň 70 cm s opracovanou hlavou o rozměrech nejméně 16 x 16 x 10 cm. Kamenné hranoly lze nahradit obdobným znakem z plastu. Katastrální vyhláška nemá speciální požadavky ani na trojmezí, které nařizuje označit stejným způsobem jako hlavní lomový bod. Zbylá část

katastrální hranice má být označena trvalou stabilizací lomových bodů hranic pozemků. Možností stabilizace je zde více. Zpravidla jsou menších rozměrů než stabilizace hlavního lomového bodu hranice obecní. [1]

Z uvedeného je patrné, že dříve byl kladen větší důraz na důkladnou stabilizaci katastrální hranice. Od dob josefského katastru se mnoho změnilo. Dříve byl důležitý jasný průběh hranic v terénu, dnes je důležité přesné zanesení do katastrální mapy, ze které je možné v případě potřeby průběh hranic vytyčit.

4. Transformace

Transformace v geodézii slouží pro převod souřadnic z jedné souřadnicové soustavy do druhé pomocí matematicky definovaných vztahů. Buď vzájemný vztah přímo známe (úhel pootočení odpovídajících si souřadnicových os a posun počátku, např. letecké laserové skenování), nebo jej musíme určit. Vzájemný vztah, tzv. transformační klíč, určíme na základě znalosti souřadnic tzv. identických bodů (bodů, jejichž souřadnice známe v obou souřadnicových soustavách). Pro kvalitní transformaci platí následující pravidla:

- souřadnice identických bodů mají být dostatečně spolehlivé a kvalitní
- identické body mají být rovnoměrně rozmístěny, zejména po obvodu transformovaného území
- počet identických bodů má být větší než je nezbytně nutné
- přednost má jednodušší typ transformace. [15]

V následujících podkapitolách budou popsány hlavní druhy transformačních metod [15].

4.1 Shodnostní transformace

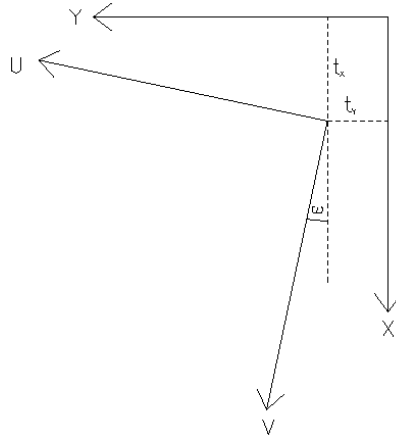
Název shodnostní vyjadřuje zachování tvaru a velikosti transformovaného. Mění se pouze poloha počátku a orientace souřadnicové soustavy (obr. 7). Transformaci můžeme vyjádřit rovnicemi:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\omega & -\sin\omega \\ \sin\omega & \cos\omega \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ V \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix}, \quad (4.1)$$

což můžeme zjednodušeně zapsat jako:

$$x = Ru + t. \quad (4.2)$$

X, Y jsou ztransformované souřadnice, R tzv. rotační matice vyjadřující změnu orientace souřadnicové soustavy danou úhlem ω , U, V jsou souřadnice v původní souřadnicové soustavě a t_x, t_y vyjadřují posunutí počátku souřadnicové soustavy.



Obr. 7 Princip transformace

4.2 Podobnostní transformace

Podobnostní transformace se od shodnostní liší zavedením měřítka, které určuje poměr mezi velikostí v původní souřadnicové soustavě a v souřadnicové soustavě, do které se transformuje. Zápis pak vypadá následovně:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = m \begin{bmatrix} \cos\omega & -\sin\omega \\ \sin\omega & \cos\omega \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ V \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix}, \quad (4.3)$$

tedy zjednodušeně

$$x = mRu + t. \quad (4.4)$$

4.3 Afinní transformace

Pro provedení afinní transformace je třeba znát šest parametrů: složky posunu počátku souřadnicové soustavy ve složkách X, Y t_x, t_y , otočení souřadnicových os ω_X, ω_Y a měřítko pro změnu velikosti ve směru souřadnicových os m_X, m_Y . Transformační rovnice mají tvar

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\omega_X & -\sin\omega_Y \\ \sin\omega_X & \cos\omega_Y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} m_X & 0 \\ 0 & m_Y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ V \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} t_x \\ t_y \end{bmatrix}. \quad (4.5)$$

Speciálním případem afinní transformace je stav, kdy $\omega_X = \omega_Y = \omega$, tedy dojde ke snížení potřebných parametrů na pět a nedochází k porušení pravoúhlosti. Taková transformace se nazývá ortogonální afinní transformace.

4.4 Projektivní transformace

Kolineární transformace zvaná též projektivní zachovává pouze tato geometrická pravidla:

- přímka v jednom systému je převedena do jiného systému opět jako přímka,
- zachovává dvojpoměr bodových čtveřic.

Transformační rovnice mají tvar:

$$Y = \frac{a_1 u + b_1 v + c_1}{au + bv + 1}, \quad (4.6)$$

$$X = \frac{a_2 u + b_2 v + c_2}{au + bv + 1}. \quad (4.7)$$

4.5 Jungova dotransformace

Jungova dotransformace slouží ke zmenšení odchylek na identických bodech v důsledku větší váhy okolních bodů a používá se jako další transformace například po transformaci podobnostní. Rovnice vypadají takto:

$$Y = y + \frac{\sum_1^n p_j \Delta y_i}{\sum_1^n p_j}, \quad (4.8)$$

$$X = x + \frac{\sum_1^n p_j \Delta x_i}{\sum_1^n p_j}, \quad (4.9)$$

kde Δy_i a Δx_i jsou rozdíly souřadnic identických bodů

$$\Delta y_i = Y_i - y_i, \quad (4.10)$$

$$\Delta x_i = X_i - x_i, \quad (4.11)$$

n je celkový počet identických bodů a p_j představují váhy, které se vypočtu dle vztahu

$$p_j = \frac{\textit{konst.}}{s_j^2}, \quad (4.12)$$

kde

$$s_j = \sqrt{(X_j - X_i)^2 + (Y_j - Y_i)^2}. \quad (4.13)$$

4.6 Výpočet transformačního klíče metodou nejmenších čtverců

Pokud identický počet bodů poskytuje více rovnic, než je neznámých parametrů transformací, je třeba výpočet transformačního klíče provést vyrovnáním. Bude zde uveden postup pro podobnostní transformaci, pro ostatní typy transformací je postup obdobný.

Vychází se ze vztahu, že vyrovnané transformované souřadnice se rovnají součtu souřadnic vypočtených transformačními rovnicemi a příslušné opravy, tedy maticově

$$X = X' + v. \quad (4.14)$$

Pokud dosadíme za X' a upravíme, dostaneme rovnici

$$v = Ar + X, \quad (4.15)$$

přičemž A je matice parciálních derivací transformačního vztahu podle parametrů transformace t_x, t_y, a, b , kde a, b jsou prvky rotační matice vynásobené měřítkem a vypadá takto:

$$A = \begin{bmatrix} -j & o & -u_y & u_x \\ o & j & -u_x & -u_y \end{bmatrix}, \quad (4.16)$$

kde

$$j = [1, 1, \dots, 1]^T, \quad (4.17)$$

$$o = [0, 0, \dots, 0]^T, \quad (4.18)$$

$$r = [t_x, t_y, a, b]^T. \quad (4.19)$$

Z rovnic oprav se sestaví normální rovnice

$$A^T P A r + A^T P X' = o \quad (4.20)$$

a vypočítá se vektor vyrovnaných transformačních parametrů r jako

$$r = -(A^T P A)^{-1} A^T P X'. \quad (4.21)$$

[15]

5. Použité matematické statistiky

Základním pojmem pravděpodobnosti a matematické statistiky je náhodná veličina zvaná též náhodná proměnná. Je to taková veličina, jejíž nabývané hodnoty jsou určeny výsledky náhodných pokusů. Označuje se X , výsledky jednotlivých náhodných pokusů x_i . Hodnoty náhodné veličiny jsou proměnlivé v důsledku přítomnosti náhodných vlivů. Náhodnou veličinu rozlišujeme podle toho, jakých hodnot může nabývat:

- a) diskrétní náhodná veličina – její obor hodnot je nespojitý, spočetný,
- b) spojitá náhodná veličina – její obor hodnot je spojitý. [16]

Množina hodnot výsledků náhodných pokusů tvoří výběrový soubor, který je podmnožinou základního souboru obsahujícího všechny možné hodnoty výsledků náhodných pokusů. [16]

Co to ten náhodný pokus vlastně je? Pro statické vyhodnocování je třeba si uvědomit, že získávání výběrového souboru je ovlivňováno podmínkami. Ty ovšem nemusí být stále stejné, a tak se i výsledky náhodných pokusů mohou lišit – jsou zatíženy náhodnými chybami. Náhodným pokusem je tedy označován takový pokus, který byl proveden za podmínek, které mohou být proměnlivé. [16]

Posouzení souboru probíhá na základě určení charakteristik polohy, proměnlivosti, špičatosti a šikmosti. Vzhledem k tomu, že posuzované soubory v této práci mají diskrétní charakter, budou v následujícím textu popsány jednotlivé charakteristiky pro diskrétní náhodnou proměnnou. Vzorce pro spojitou náhodnou proměnnou jsou obdobné, obvykle je sumace nahrazena integrálem a pravděpodobnosti náhodných proměnných funkcí hustoty pravděpodobnosti. [16]

5.1 Charakteristiky polohy

Charakteristiky polohy podávají informace o poloze středu posuzovaného souboru. Základní charakteristikou polohy je střední hodnota značená $E(x)$, pro kterou platí

$$E(x) = \sum_i x_i p_{x_i}, \quad (5.1)$$

kde p_{x_i} je pravděpodobnost výsledku i -tého náhodného pokusu. Medián x_{med} je hodnota, která leží přesně uprostřed daného souboru, tedy 50 % hodnot je menších a 50 % hodnot je větších:

$$P(x > x_{med}) = P(x < x_{med}) = 0,5. \quad (5.2)$$

Aritmetický průměr je speciálním případem střední hodnoty, kdy mají všechny náhodné proměnné stejnou pravděpodobnost. Můžeme psát

$$\bar{x} = \frac{\sum_i x_i}{n}, \quad (5.3)$$

kde n je počet náhodných veličin x_i .

Dalšími charakteristikami polohy jsou harmonický průměr, geometrický průměr a modus. [16]

5.2 Charakteristiky proměnlivosti

Charakteristiky proměnlivosti vypovídají o tom, jak hodnoty zvoleného souboru kolísají kolem středové polohy a jak jsou kolem ní rozptýleny. Základní charakteristikou proměnlivosti je směrodatná odchylka σ , která vymezuje interval obsahující 68 % hodnot náhodné proměnné (u jednorozměrné veličiny). Počítá se z rozptylu $V(x)$, který určuje rozpětí hodnot okolo středu:

$$\sigma = \sqrt{V(x)}, \quad (5.4)$$

$$V(x) = E\{x - E(x)\}^2. \quad (5.5)$$

Další charakteristikou proměnlivosti je průměrná odchylka μ od střední hodnoty $E(x)$ a pravděpodobná odchylka ν od střední hodnoty $E(x)$:

$$\mu = E\{|x - E(x)|\} \quad (5.6)$$

$$P(\nu < |x - E(x)|) = P(\nu > |x - E(x)|) = 0,5. \quad (5.7)$$

[16]

5.3 Posouzení výběrového souboru

Pokud máme pouze výběrový soubor, nelze určit střední hodnotu a směrodatnou odchylku přesně. Můžeme je pouze odhadnout. Pro odhad střední chyby se používá aritmetický průměr. Výběrová směrodatná odchylka, v geodézii označovaná střední výběrová chyba, se počítá z rozdílů jednotlivých hodnot od výběrového průměru:

$$m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{x} - x_i)^2}{n-1}}. \quad (5.8)$$

[16]

5.4 Grafické znázornění výběrového souboru

Další vypovídající hodnotu o výběrovém souboru má histogram četností. V histogramu jsou získaná data podle svých hodnot rozdělena do intervalů zvolené konstantní velikosti. Při dostatečně velkém výběrovém souboru lze s příslušnou veličinou zacházet jako s náhodnou veličinou normálního rozdělení, data v histogramu tedy lze aproximovat Gaussovou křivkou. Fakt normálního rozdělení tedy určuje i vlastnosti náhodných chyb, jimiž jsou data zatížena, což se na histogramu též ukáže (zřejmé z Gaussovy křivky):

- pravděpodobnost výskytu kladné nebo záporné chyby je stejná,
- převládají chyby menších velikostí nad většími chybami,

- chyby nepřekračují určitou mez – pokud ji překročí, považujeme je za chyby hrubé a do souboru nepatří. [16]

PRAKTICKÁ ČÁST

6. O katastrálním území Horouty

Katastrální území Horouty je poměrně malým katastrálním územím v podhůří Šumavy v Jižních Čechách v okrese Prachatice nacházející se přibližně 40 km západně od krajského města České Budějovice (obr. 8). Jeho rozloha činí 1,6 km². Na severu sousedí s k.ú. Chlumany, na východě s k.ú. Husinec, na jihu a západě s k.ú. Dvory u Lažišť a na severozápadě sousedí s k.ú. Pěčnov (obr. 9).



Obr. 8 K.ú. Horouty v rámci ČR [17]



Obr. 9 Sousední k.ú.

Od roku 1837 do roku 1981 zde platila katastrální mapa v souřadnicovém systému gusterberském v měřítku 1 : 2 880. V intravilánu pak byla nahrazena mapou THM v měřítku 1 : 2 000 s platností do 21. 6. 2011. Od té doby je zde mapa DKM. V extravilánu byla mapa SK nahrazena mapami FÚO v měřítku 1 : 2 000. Od 12. 11. 2014 zde platí mapa KMD. [18]

Uvedu zde ještě vývoj katastrálních map v sousedních k.ú., v nichž se nachází body použité pro transformaci a její posouzení.

V sousedním k.ú. Dvory u Lažišť též od roku 1837 platila katastrální mapa v souřadnicovém systému gusterberském v měřítku 1 : 2 880, od 3. 12. 2012 zde platí KMD. [19]

V k.ú. Husinec byl vývoj katastrální mapy podobný jako v k.ú. Horouty. Katastrální mapa v S-SK 1 : 2 880 z roku 1837 byla v roce 1981 nahrazena v intravilánu mapou THM v měřítku 1 : 1 000, v extravilánu mapou FÚO v měřítku 1 : 2 000. V intravilánu od 24. 11. 2014 platí mapa DKM, v extravilánu od 31. 3. 2015 platí mapa KMD. [20]

V k.ú. Pěčnov byla mapa v souřadnicovém systému gusterberském z roku 1837 30. 11. 2010 nahrazena v intravilánu mapou DKM a v extravilánu mapou KMD. [21]

6.1 Specifikace katastrální hranice

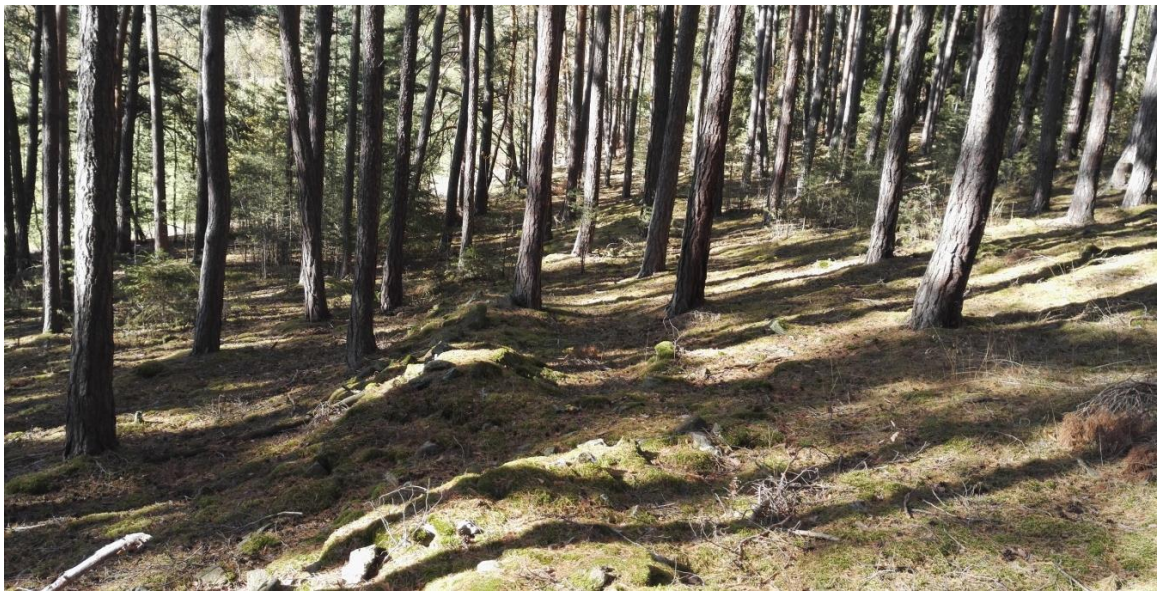
Délka obvodu k.ú. Horouty v současnosti činí 8,911 km. Hranice byla v minulosti dotčena změnou na jihozápadní části, v úseku sousedícím s k.ú. Dvory u Lažišť, v blízkosti obce Horouty.

Hranice probíhá převážně v lesích, a to na severní, jižní a východní straně. Zde je tvořena kamennými valy. Ty jsou však často více či méně rozvalené, někdy se jejich průběh zcela ztrácí. Na úseku na severní hranici dlouhém přibližně 370 m a na úseku na jižní hranici o délce zhruba 150 m je kamenný val v dobrém stavu (obr. 10). Většina zaměřených mezníků byla nalezena právě tam.

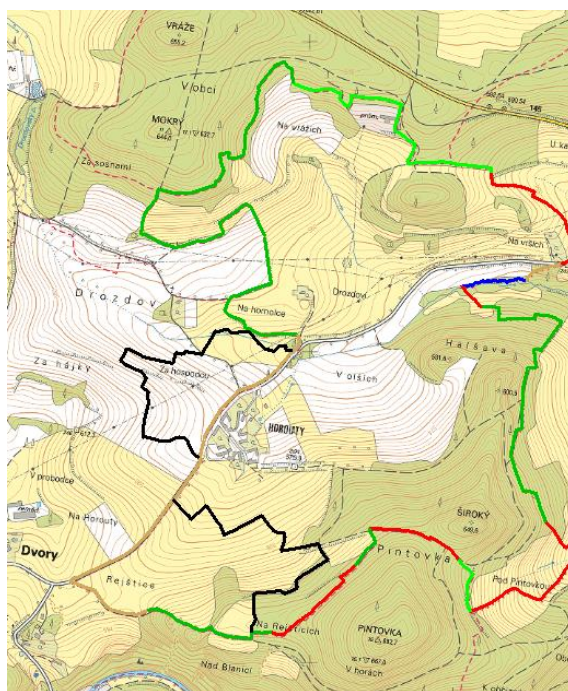
Další velká část katastrální hranice probíhá mezi loukami a poli. Na severovýchodní straně je zcela neznatelná, na západní straně je tvořena kamenným valem, který je zde velmi zarostlý, zejména hustým křovím.

Jižní polovina západní hranice je tvořena cestou – silnicí spojující Horouty a Dvory. Asi 220 m na východní straně je tvořeno Drozdovským potokem.

Stav katastrální hranice je zobrazen na obr. 11.



Obr. 10 Zachovalý kamenný val na severní straně k.ú. Horouty (foto J. Linzmajerová)



- kamenný val zachovalý
- kamenný val rozvalený či zarostlý
- cesta
- vodní tok
- katastrální hranice neznatelná
- katastrální hranice původní

Obr. 11 Znárodnění stavu katastrální hranice

7. Vyhledávání identických bodů

Nejprve jsem od katastrálního pracoviště v Prachaticích získala rastry československého pozemkového katastru katastrálních území Horouty, Husinec, Dvory u Lažišť, Pěčnov a Chlumany. Poté jsem porovnala průběh na nich zakreslené katastrální hranice se zákresem na současné katastrální mapě, zjistila jsem, kde by se měly nacházet mezníky a vyrazila

jsem je hledat. Katastrální hranici jsem sledovala dle základní mapy ČR 1 : 10 000, neboť je v ní zakreslena jak katastrální hranice, tak polohopis a výškopis a v terénu se podle ní dá dobře orientovat. Do ní jsem zapisovala informace o typu a stavu katastrální hranice a zakreslovala polohu nalezených mezníků.

Přímo na katastrální hranici k.ú. Horouty jsem našla devět mezníků, dva na severní straně a sedm na straně jižní. Nalezené hraniční znaky na severní straně představují žulové čtyřboké hranoly a nacházejí se na výrazných lomech katastrální hranice. Mezníky na jižní straně jsou větší či menší kameny. Do větších je vytesána římská číslice. Jeden takový je zdokumentován na obr. 12. Podle toho, co jsem vyčetla v získaném rastru, je to pořadí od prvního většího mezníku, na němž je vyznačen rok 1809. Ten jsem bohužel nenašla. Tyto mezníky se nacházejí na každém drobnějším lomu.

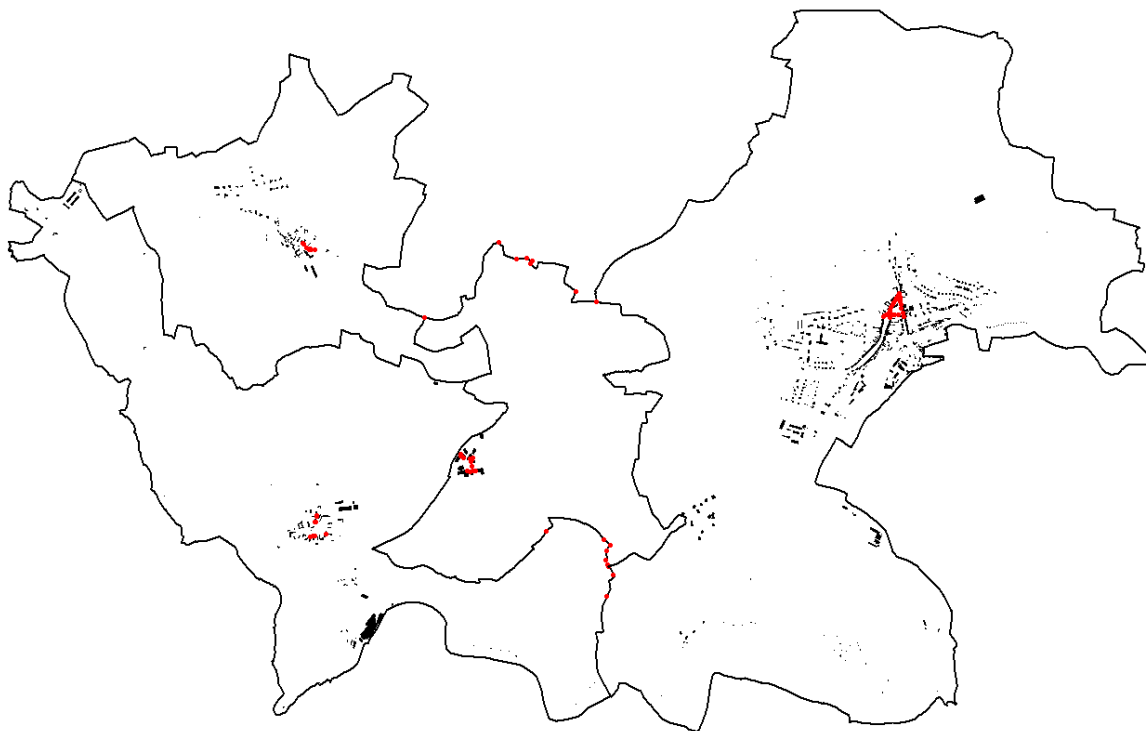
Další dva mezníky jsem našla na hranici mezi k.ú. Dvory u Lažišť a Husinec. Tyto pokračují ve zmiňované číslované řadě.



Obr. 12 Mezník očíslovaný pořadím od významného bodu (foto J. Linzmajerová)

Pro zaměření a následné využití pro transformace jsem se rozhodla využít i lomové body kamenných valů v zachovalejších částech, kde je průběh patrný. Takovýchto bodů jsem vybrala pět. Další dva body byly zaměřeny na linii kamenného valu. Všechny tyto body se nachází na severní straně v sousedství s k.ú. Chlumany. Dále jsem pro zaměření a využití pro posouzení odchylek transformace vybrala rohy budov s nezměněným půdorysem a jasným zobrazením na rastru (místy, obzvláště v zastavěných částech, některé čáry splývají, kontury budov nejsou jasně čitelné) na návsi ve Dvorech, Horoutech, Pěčnově a v centru Husince. Celkem bylo zaměřeno 75 bodů, z toho 15 bodů na hranici k.ú. Horouty,

2 body na ostatních katastrálních hranicích a 58 bodů v intravilánech. Zaměřené body jsou červeně vyobrazeny na obr. 13.



Obr. 13 Rozložení zaměřených identických bodů

8. Měřické práce

K měřickým pracím byly použity:

- totální stanice Trimble 5503 DR 200+, v.č. 81920368,
- souprava GPS Trimble R4, v.č. 5449487127,
- stativ Trimble,
- odrazný hranol Geodimeter,
- ocelové pásmo v pouzdře KINEX, 30 m.

Před započítím měřických prací byla provedena kontrola funkčnosti přístrojů s využitím zhušťovacího bodu 245(4021). Ten byl nejprve zaměřen technologií GNSS metodou RTK s 30 záznamy dvakrát nezávisle, poté byl zaměřen geodeticky metodou rajonu s využitím pomocných bodů 6001 (stanovisko) a 6002 (orientace) určených technologií GNSS metodou RTK též s 30 záznamy dvakrát nezávisle. Z výsledků uvedených v tabulce 2 vyplývá, že přístroje jsou plně funkční, vzniklé nepřesnosti jsou v mezích přesnosti použité technologie a metody.

zajišťovacích měř z geodetických údajů, body 202(4021) a 14(4021) signalizované makovicemi kostelních věží byly zkontrolovány pohledem. Výsledky ověření bodů 544(649694) a 562(649694) jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 3 Ověření polohy bodů PPBP

Bod	Souřadnice dle GÚ		Souřadnice z měření		odchyly	
	Y [m]	X [m]	Y [m]	X [m]	dY [cm]	dX [cm]
544	792 076,48	1 152 070,27	792 076,35	1 152 070,39	+13	-12
562	792 480,81	1 152 480,21	792 480,79	1 152 480,44	+2	-23

Vzhledem k velkým odchylkám zjištěným na bodech 544(649694) a 562(649694) jsem se pro posouzení transformací rozhodla použít mnou vypočtené souřadnice. Později bylo vykonáno ověřovací měření a posouzení výběrových středních souřadnicových chyb, které potvrdily správnost mého měření. Nekvalita souřadnic bodů mohla být způsobena použitou technologií původního zaměření (body byly zřízeny v r. 1977, takže se dá předpokládat, že byly měřeny optickými dálkoměry).

Podrobné body byly měřeny polární metodou, bod 16 byl zaměřen dvakrát nezávisle technologií GPS metodou RTK s pěti záznamy.

V rámci lokality byly mezi stanovisky zaměřeny vždy alespoň dva identické body. Výsledné souřadnice těchto bodů byly spočteny průměrem výsledků měření z těchto rozdílných stanovisek.

Ověření polohy podrobných bodů bylo provedeno pomocí kontrolních oměrných, případně, v místech s osamocenými podrobnými body, testováním výběrových středních souřadnicových chyb vypočtených z dvojice nezávislého zaměření.

Do totální stanice byly před měřením nastaveny hodnoty teploty a tlaku pro zavedení atmosférických korekcí.

9. Výpočetní práce

Souřadnice bodů měřených technologií GPS byly získány automatickým výpočtem (zprůměrováním dvojice nezávislého měření) při exportu do protokolu. Zbytek souřadnic bodů, měřených polární metodou, bylo vypočteno v softwaru Groma v. 12.2 polární metodou dávkou. Před výpočtem byly zavedeny matematické korekce.

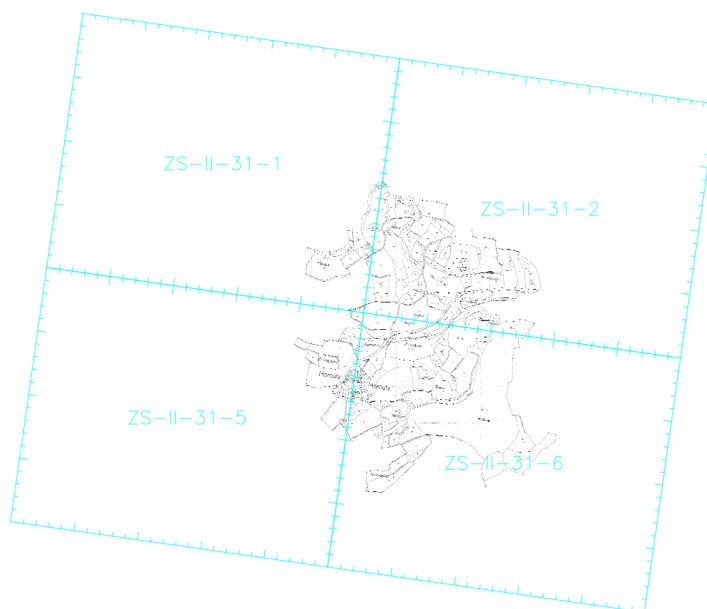
Ověření přesnosti podrobných bodů bylo provedeno dle přílohy 13 ke katastrální vyhlášce (č. 357/2013 Sb.) [1] testováním kontrolních oměrných těž v softwaru Groma v. 12.2 a testováním výběrových středních souřadnicových chyb dvojice měření v MS Excel.

10. Rastry

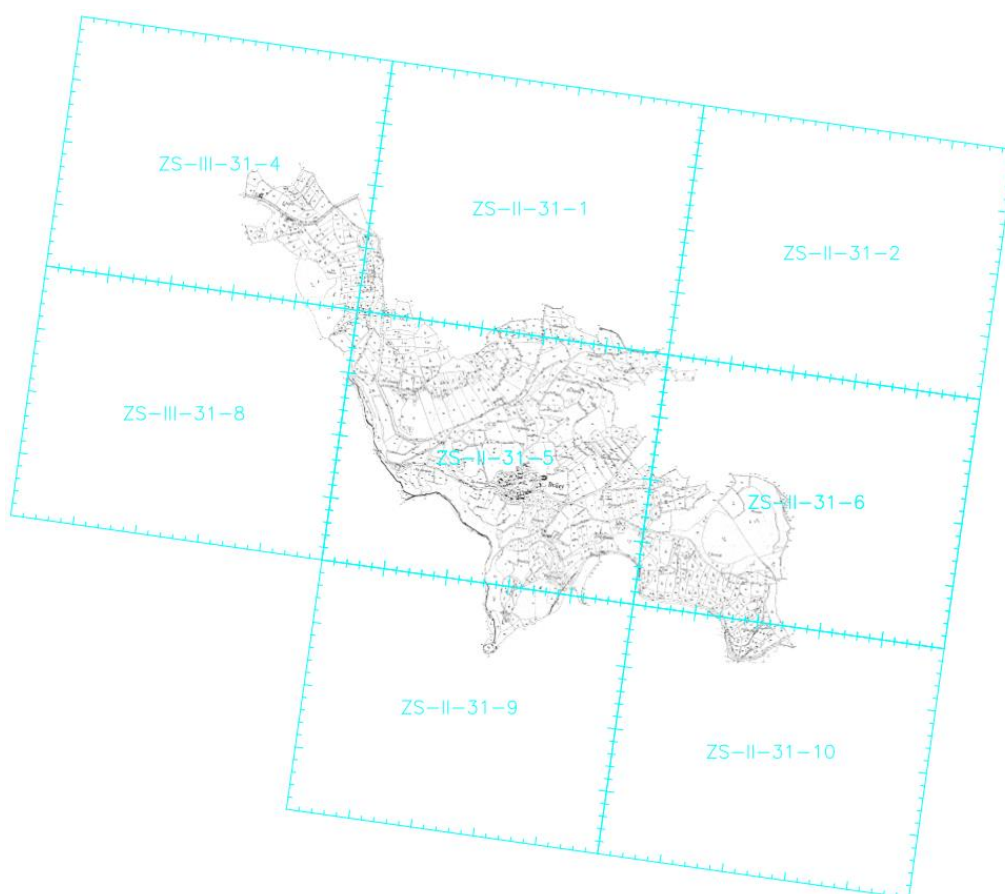
Jak již bylo uvedeno výše, od katastrálního pracoviště v Prachaticích jsem získala rastry pozemkového katastru katastrálních území Dvory u Lažišť, Horouty, Husinec, Chlumany a Pěčnov. Tyto rastry již byly dle následujícího postupu transformovány do S-JTSK. Na obrázcích 15-19 jsou znázorněny klady jejich mapových listů v S-SK.

Vznikem rastrů se zabýval Katastrální úřad v Českých Budějovicích, který rastry využil pro obnovu katastrálního operátu přepracováním. Z důvodu co nejaktuálnějšího stavu katastru byly obecně podkladem mapy pozemkového katastru. V místech s velmi poškozenými až nečitelnými mapovými listy byly použity mapy stabilního katastru. V k.ú. Horouty byly využity katastrální mapy zobrazující situaci z roku 1929, v k.ú. Dvory u Lažišť a Husinec katastrální mapy zachycující situaci roku 1909, v k.ú. Chlumany podkladové katastrální mapy zachycují situaci roku 1908 a v k.ú. Pěčnov odpovídají situaci roku 1894. Tyto mapové listy byly naskenovány v roce 1994. Poté nastal proces plátování, jehož cílem je odstranění nerovnoměrných srážek mapových listů. Plátem plochy se rozumí zdrojový rastr, tedy naskenovaný mapový list. Proces je založen na projektivní transformaci, která má odstranit srážky na okraji mapových listů vyrovnáním na palcové značky a uvnitř mapového listu, kde jsou hledány oblasti se stejným zkreslením, které jsou pak projektivní transformací vyrovnány. Vznikl tak tzv. rekonstruovaný rastr již převedený do pravoúhlých souřadnic stabilního katastru. Poté byly jednotlivé mapové listy daného katastrálního území spojeny k sobě a pohledově byla zkontrolována návaznost kresby. Pokud by kresba nenavazovala, proces plátování by bylo třeba opakovat, případně rastry znovu naskenovat. Spojené rekonstruované rastry jednoho katastrálního území vytvořily tzv. celkový rastr. Dalším krokem byl převod celkových rastrů do souvislého zobrazení. Na hranicích sousedních katastrálních území byly zvoleny vzájemně si odpovídající body – výrazné lomy hranic nejlépe s navazující kresbou, hraniční znaky, apod. – jejichž souřadnice byly kartometricky odměřeny. Aritmetickým průměrem těchto souřadnic byly získány vyrovnané souřadnice bodů na katastrální hranici. Dále byla provedena shluková analýza, kdy se hledají shluky – úseky na hranici katastrálního území se systematickým charakterem (přibližně stejná velikost a směr polohových odchylek souřadnic bodů).

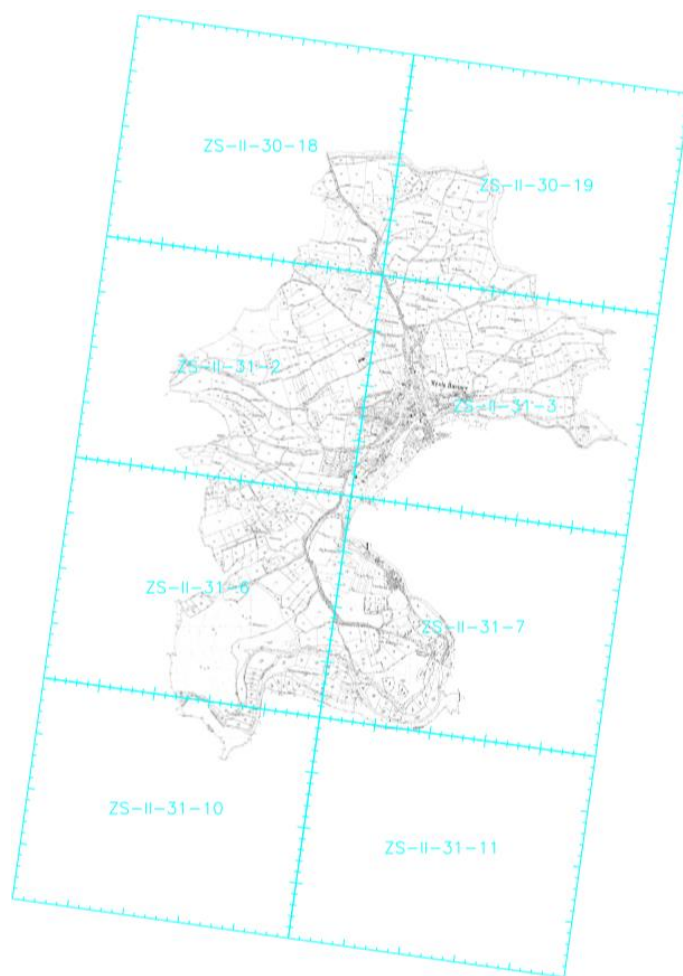
Chyby překračující 0,8 sáhů (ca 1,5 m) je třeba odstranit. Souvislý rastr v S-SK vznikl Jungovou nereziduální dotransformací na vyrovnané body na katastrální hranici. Do S-JTSK byl transformován GTK, který je součástí technologické linky programového vybavení pro převod map v S-SK do S-JTSK. [24] [25]



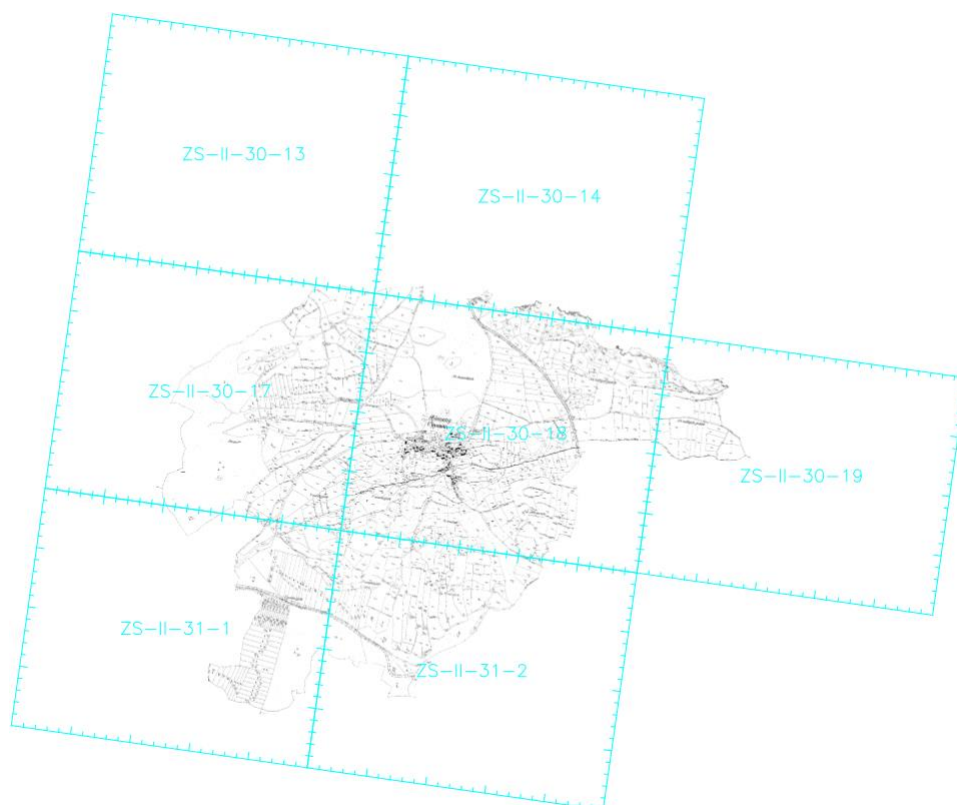
Obr. 15 Klad mapových listů S-SK 1 : 2 880 pro k.ú. Horouty



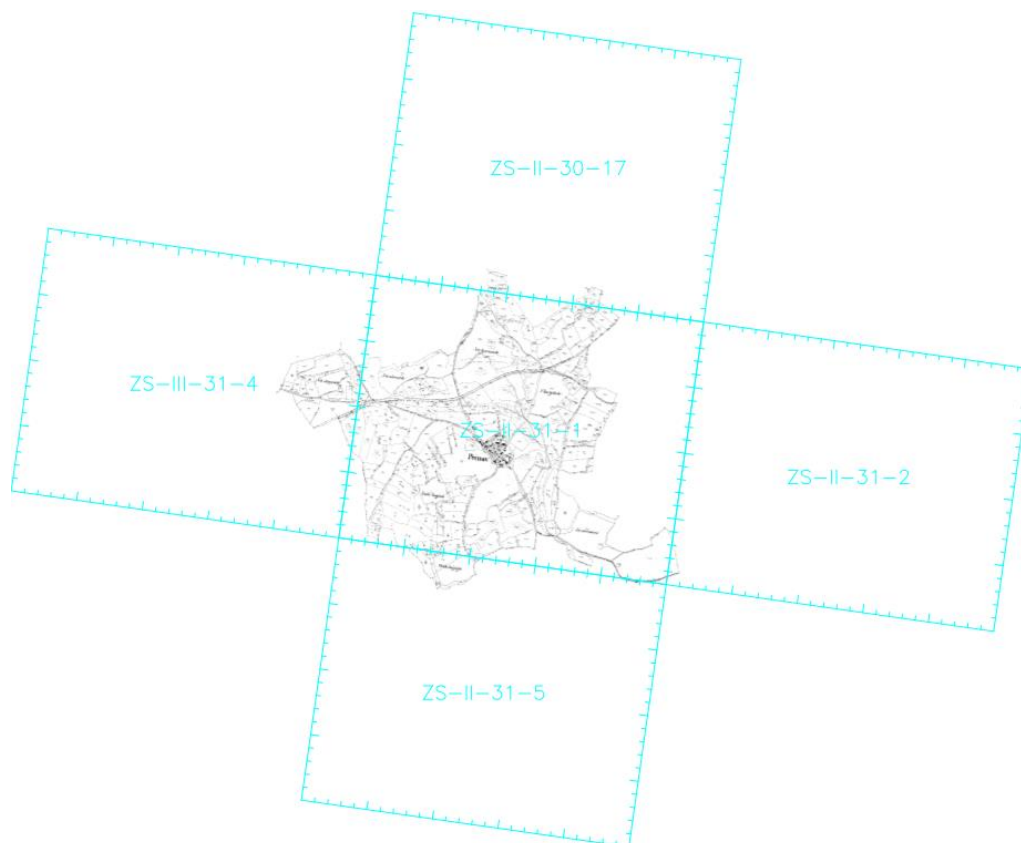
Obr. 16 Klad mapových listů S-SK 1 : 2 880 pro k.ú. Dvory u Lažišť



Obr. 17 Klad mapových listů S-SK 1 : 2 880 pro k.ú. Husinec



Obr. 18 Klad mapových listů S-SK 1 : 2 880 pro k.ú. Chlumany



Obr. 19 Klad mapových listů S-SK 1 : 2 880 pro k.ú. Pěčnov

10.1 Vlastnosti původních rastrů

Pro zhodnocení a posouzení kvality rastrů a následně posouzení odchylek naměřených bodů od bodů na transformovaných rastroch je dobré si uvědomit některé charakteristiky rastru (míry v bodech 3. a 4. jsou přepočítány do skutečnosti).

1. Rastry byly pořízeny skenerem splňujícím požadavky pro kartometrické skenování podle pokynu ČÚZK [26], tedy s maximální velikostí odchylky v poloze 0,30 mm.
2. Šířka a výška jednoho pixelu rastru činí téměř 19 cm (Dvory u Lažišť: 18,6 cm, Horouty: 18,5 cm).
3. Průměr zakresleného mezníku v k.ú. Horouty se pohybuje kolem 3,5 m, průměr vnitřního kruhu je přibližně 0,8 m. V k.ú. Dvory u Lažišť je stav zákresu horší. Místo mezníků jsou zakresleny nesymetrické útvary s průměry pohybujícími se kolem 2,5 m.
4. Tloušťka zakreslených hraničních čar činí 0,5-1,0 m.

Z tohoto lze usoudit, že zákres katastrální hranice na dvou sousedních rastroch je pohledově totožný do polohové odchylky kolem 0,5 m. Z velikosti pixelu vyplývá, že rastry nezachycují detaily pod 20 cm, z čehož může pramenit náročnější vystihnutí středu mezníku při kartometrickém získávání souřadnic pro vyhodnocení odchylek.

10.2 Zhodnocení původních rastrů

Pro posouzení návaznosti rastrů byla zvolena katastrální hranice mezi k.ú. Dvory u Lažišť a k.ú. Horouty, na které byla později posuzována také návaznost nově transformovaných rastrů. Průběh katastrální hranice si v rastroch místy neodpovídá. V některých případech je zakreslení méně profesionální. Tato skutečnost poznamenává celé k.ú. Dvory u Lažišť (např. zákres mezníků viz výše, v několika případech se mezníky nenachází ani na lomovém bodě). Tyto skutečnosti jsou zaznamenány na obrázcích 20-24 (k.ú. Horouty je zobrazeno zeleně, k.ú. Dvory u Lažišť červeně).



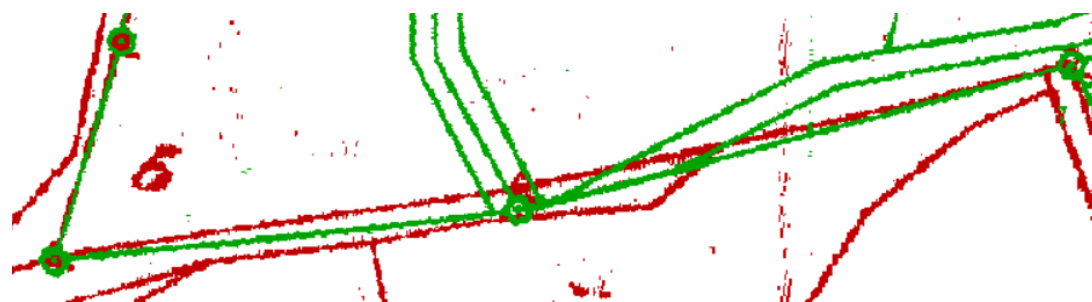
Obr. 20 Méně profesionální zákres mezníku v k.ú. Dvory u Lažišť



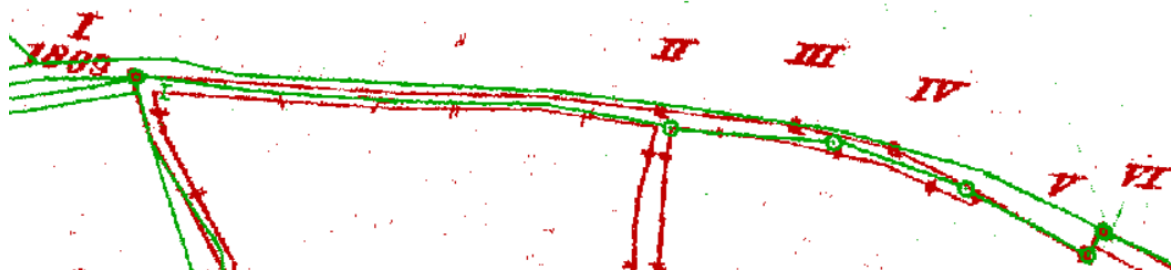
Obr. 21 Porovnání se zákresem v k.ú. Horouty



Obr. 22 Méně profesionální zákres katastrální hranice



Obr. 23 Rozdílný průběh katastrální hranice



Obr. 24 Rozdílný průběh katastrální hranice

Zhodnocení bylo provedeno na základě velikosti polohových odchylek a odchylek v souřadnicových osách vypočtených ze souřadnic získaných kartometricky v software Kokeš. Odchylky v souřadnicových osách byly počítány dle vzorců:

$$d_{X_i} = X_k - X_l, \quad (10.1)$$

$$d_{Y_i} = Y_k - Y_l, \quad (10.2)$$

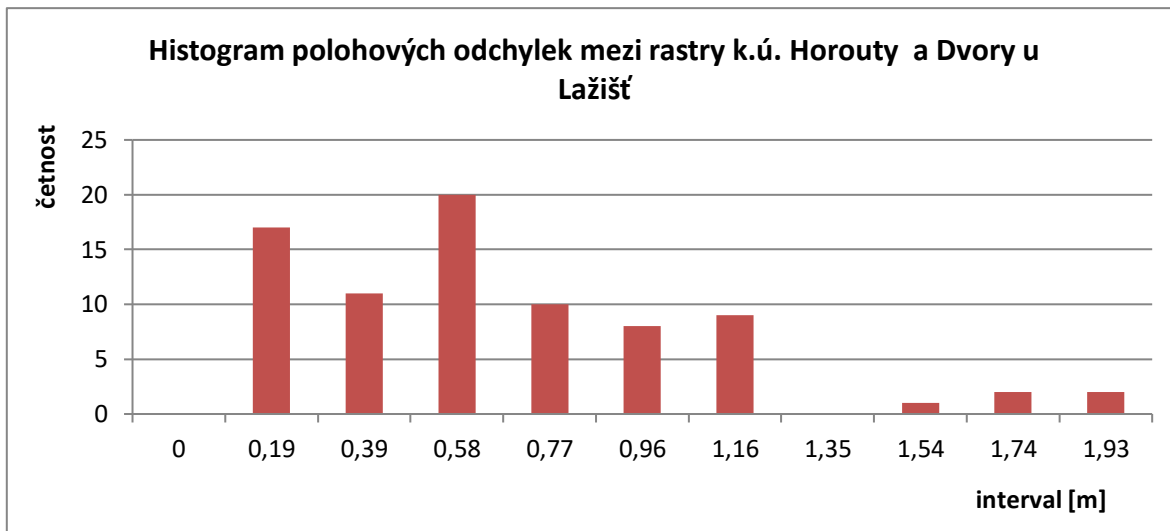
kde index k označuje rastr k.ú. Horouty a index l ostatní rastry. Při zjišťování odchylek nově transformovaných rastrů od měřených bodů index k vyjadřuje měřený bod a index l rastr. Polohové odchylky byly počítány ze vzorce:

$$d_i = \sqrt{d_{X_i}^2 + d_{Y_i}^2}. \quad (10.3)$$

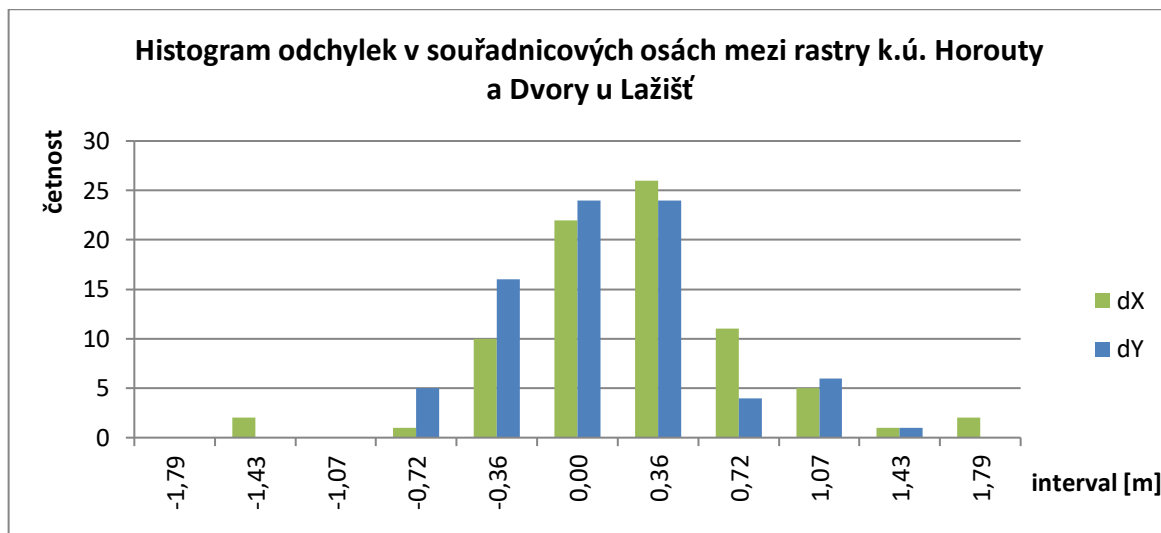
Celkově, po vyřazení bodů na rozdílně zakreslené hranici, bylo vyhodnoceno 80 bodů. Většina polohových odchylek mezi odpovídajícími si body nabývá velikosti do 1 m. Průměrné hodnoty se pohybují kolem 0. Celkově větší odchylky pozorujeme v ose X. Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky jsou uvedeny v tabulce 4. Pro znázornění velikosti odchylek byl vytvořen histogram polohových odchylek (obr. 25) a odchylek v souřadnicových osách (obr. 26) a vývojové grafy (obr. 27 a 28), které ukazují změnu velikosti odchylek ve směru po katastrální hranici z východu na západ.

Tab. 4 Souřadnicové a polohové odchylky na hranici mezi k.ú. Horouty a k.ú. Dvory u Lažišť

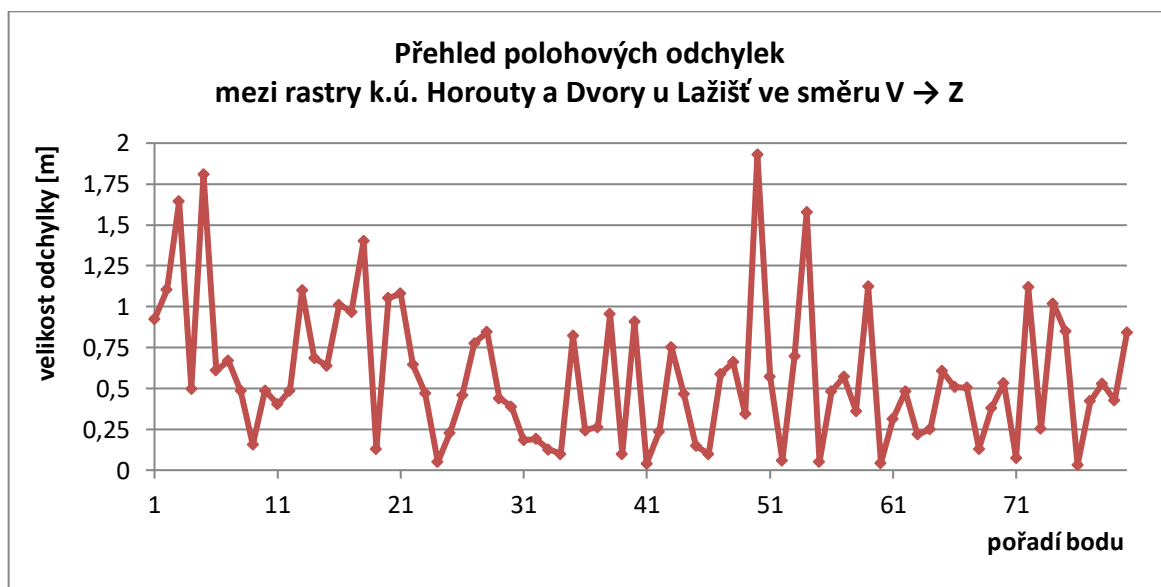
	d_y [m]	d_x [m]	d [m]
Průměr	-0,06	0,08	0,58
Medián	-0,06	0,07	0,49
Směrodatná odchylka	0,46	0,54	0,42
Maximum absolutní odchylky	1,08	1,79	1,93



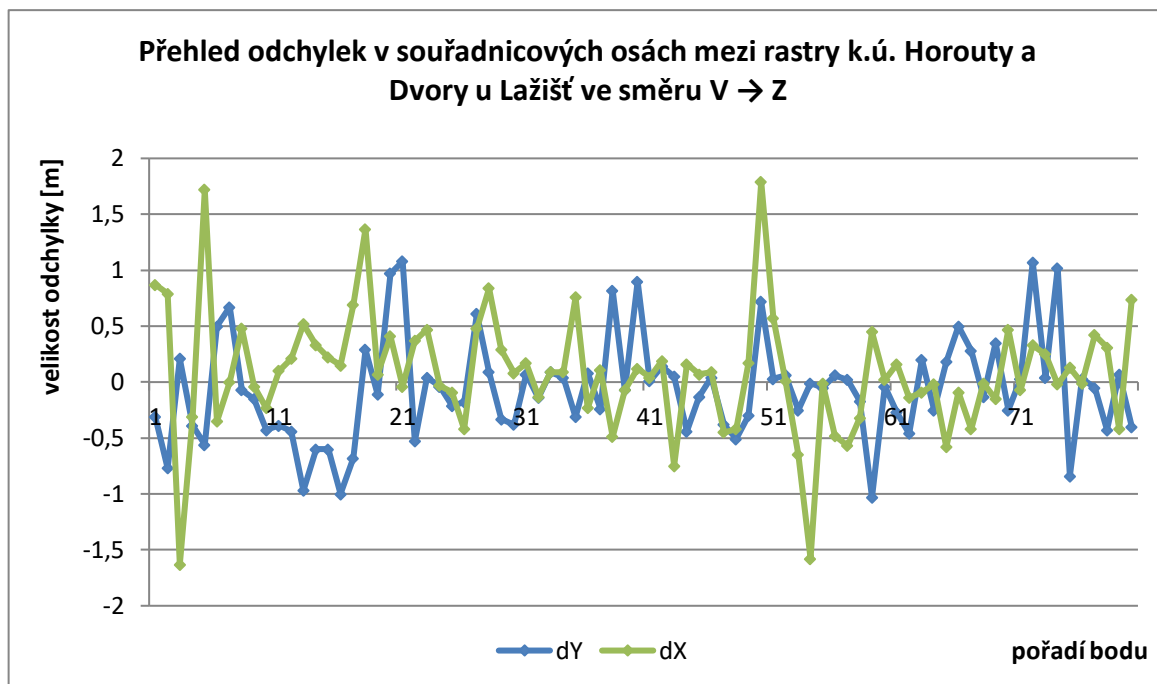
Obr. 25 Histogram polohových odchylek mezi rastry k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť



Obr. 26 Histogram odchylek v souřadnicových osách mezi rastry k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť



Obr. 27 Přehled polohových odchylek mezi rastry k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť ve směru V → Z



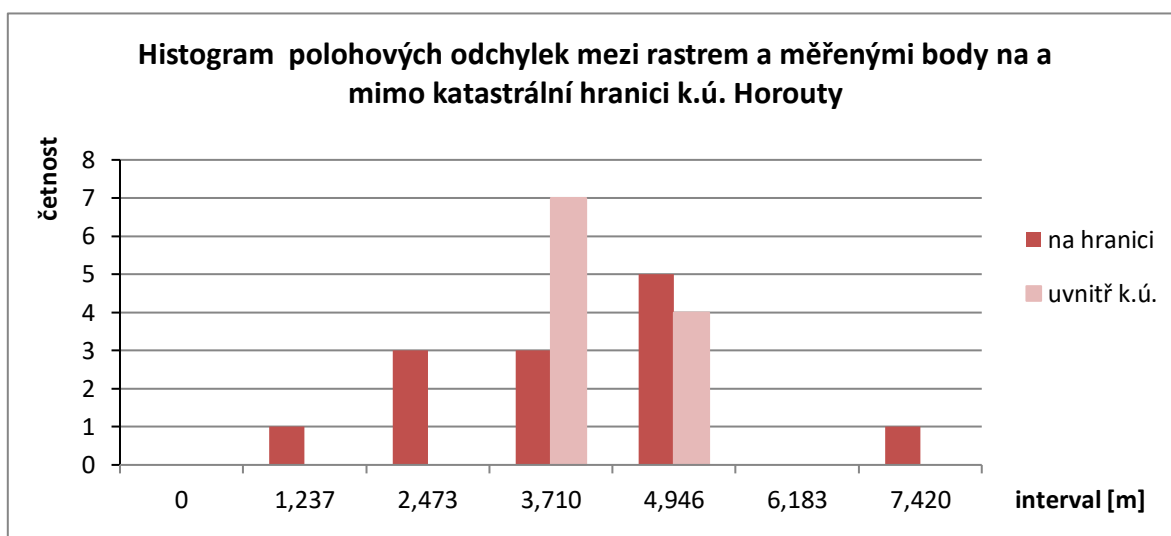
Obr. 28 Přehled odchylek v souřadnicových osách mezi rastry k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť ve směru V → Z

Co se týče návaznosti rastru k.ú. Horouty na současnou katastrální mapu, odchylky na hranici katastrálního území se pohybují mezi 3-6 m. Odchylky uvnitř katastrálního území nabývají hodnot přibližně 2-4 m. Těmto hodnotám odpovídá i posouzení odchylek mezi mnou naměřenými body a rastry. Opět můžeme pozorovat větší odchylky v ose X. Odchylky jsou zaneseny do tabulky 5 a jsou zobrazeny v následujících grafech (obr. 29 a 30). Z grafu na obrázku 30 můžeme na základě velikosti odchylek v souřadnicových osách (záporné v ose Y, kladné v ose X) vyčíslit posunutí rastru k.ú. Horouty vůči katastrální mapě přibližně na severozápad.

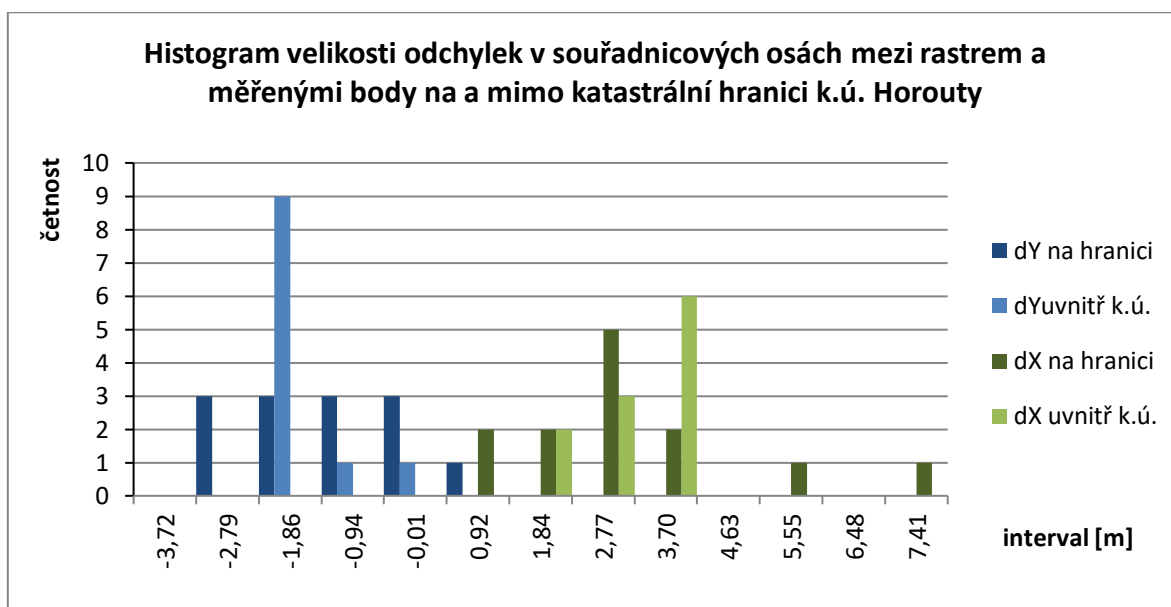
Tab. 5 Souřadnicové a polohové odchylky mezi rastry a měřenými body v k.ú. Horouty

	Na katastrální hranici		
	d _Y [m]	d _X [m]	d [m]
Průměr	-1,68	2,57	3,41
Medián	-1,65	2,45	3,70
Směrodatná odchylka	1,28	1,84	1,67
Maximum absolutní odchylky	3,72	7,41	7,42

	Uvnitř katastrálního území		
	d_y [m]	d_x [m]	d [m]
Průměr	-2,08	2,76	3,53
Medián	-2,21	2,94	3,55
Směrodatná odchylka	0,67	0,66	0,59
Maximum absolutní odchylky	2,72	3,56	4,27



Obr. 29 Histogram polohových odchylek mezi rastrem a měřnými body na a mimo katastrální hranici k.ú. Horouty

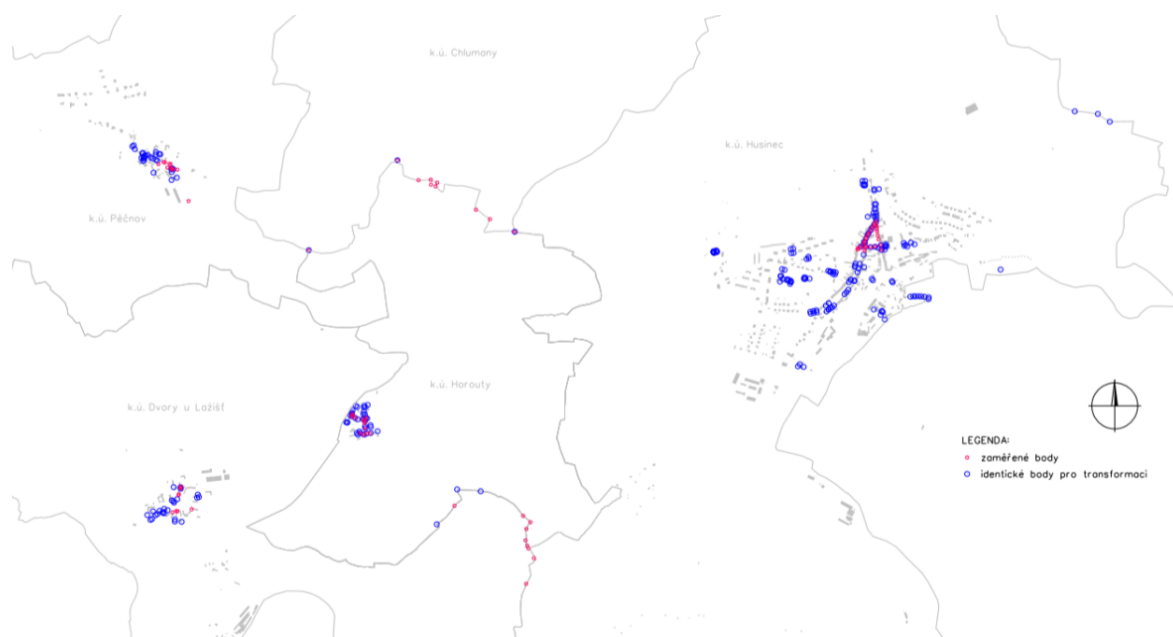


Obr. 30 Histogram velikosti odchylek v souřadnicových osách mezi rastrem a měřnými body na a mimo katastrální hranici k.ú. Horouty

11. Transformace

Získaný rastr byl transformován v software Kokeš afinní transformací a Jungovou dotransformací na 243 bodů katastrální mapy s kódem kvality 3 nacházející se zejména v intravilánech obcí Horouty, Dvory, Husinec a Pěčnov. Za body vhodné pro transformaci byly zvoleny ty, jejichž poloha je v terénu od dob stabilního katastru nezměněna, tzn. zákres v katastrální mapě odpovídá zákresu v rastru, a zároveň jednoznačně určitelná bez pomoci vytyčení. To znamená, že za takové body byly zvoleny nejčastěji rohy budov, naopak nebylo možné použít např. mezníky na hranici mezi loukami různých vlastníků, které se dnes v terénu již nenacházejí. Rozmístění vybraných bodů pro transformaci je spolu s rozmístěním zaměřených bodů vyobrazeno na obr. 31.

Po výběru vhodných bodů byl vypočítán transformační klíč. Střední souřadnicová chyba transformace je 0,76 m, střední polohová chyba 1,08 m.



Obr. 31 Přehled zaměřených bodů a identických bodů vybraných pro transformaci

12. Posouzení odchylek

Posouzení odchylek na mnou transformovaných rastru bylo provedeno na několika rovinách:

- odchylky zákresu katastrální hranice mezi k.ú. Horouty a Dvory u Lažší,
- odchylky nově transformovaných rastrů od měřených bodů na katastrálních hranicích,

- odchylky nově transformovaných rastrů od měřených bodů uvnitř katastrálních území,
- celkové vyhodnocení odchylek nově transformovaných rastrů od měřených bodů v katastrálních územích.

Odchylky byly opět zjištěny kartometricky v software Kokeš a počítány dle vzorců 10.1, 10.2 a 10.3.

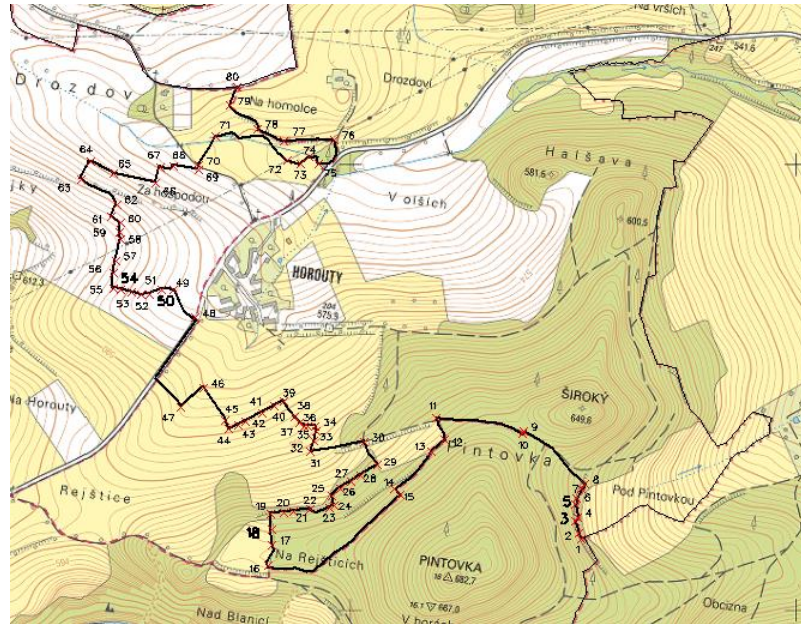
12.1 Odchylky zákresu katastrální hranice mezi k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť

Na katastrální hranici mezi k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť bylo vyhodnocováno stejných 80 bodů jako před svou transformací. K žádnému výraznému zmenšení odchylek nedošlo. V souřadnicových osách se absolutní velikosti průměrných hodnot odchylek drobně zmenšily (jednotky cm), zvětšily se ale propasti mezi minimy a maximy a tím vzrostly také směrodatné odchylky (o 3 cm v ose Y a v ose X a o 2 cm v poloze). Tato fakta jsou zanesena do tabulky Tab. 6. Z obr. 33-36 je vidět, že velikost polohové odchylky 1,5 m překračuje pět bodů. Před transformací to byly jen čtyři. Výrazný podíl na velikost polohové chyby má složka v ose X. Velikosti polohových odchylek bodů v pořadí 3, 5, 50 a 54 zůstaly zhruba stejné. Nově nad hranici polohové odchylky 1,5 m vystoupil bod 18, jehož polohová odchylka se změnila z 1,40 m na 1,73 m. Rozmístění vyhodnocovaných bodů je zobrazeno na obr. 32.

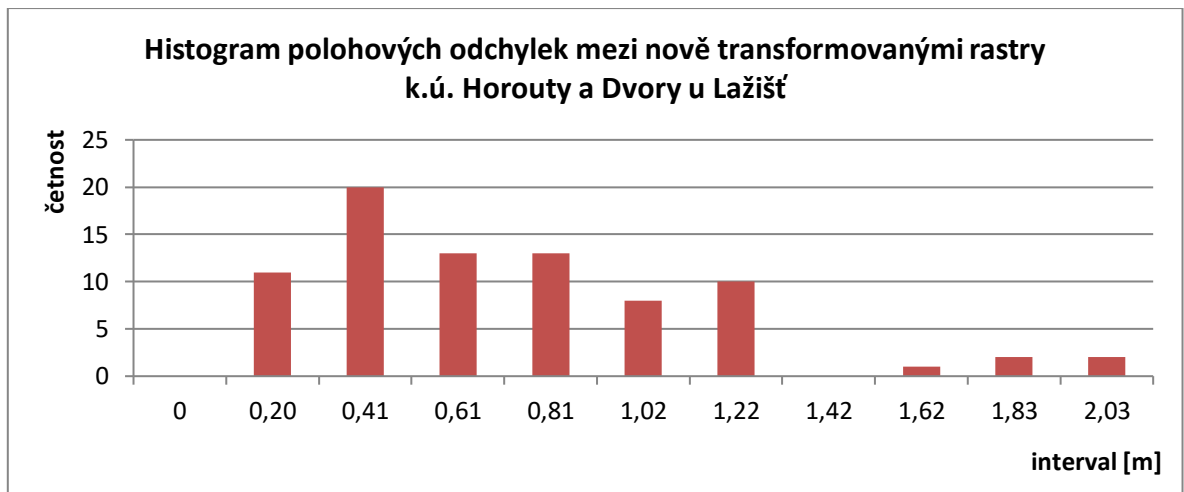
Celkově bych tento soubor zhodnotila jako více rozkolísaný a nestejnorodý. Důvodem může být transformace na body ležící většinou v intravilánu, tudíž daleko od katastrální hranice.

Tab. 6 Odchylky v zákresu mezi nově transformovanými rastry na hranici mezi k.ú. Horouty a k.ú. Dvory u Lažišť

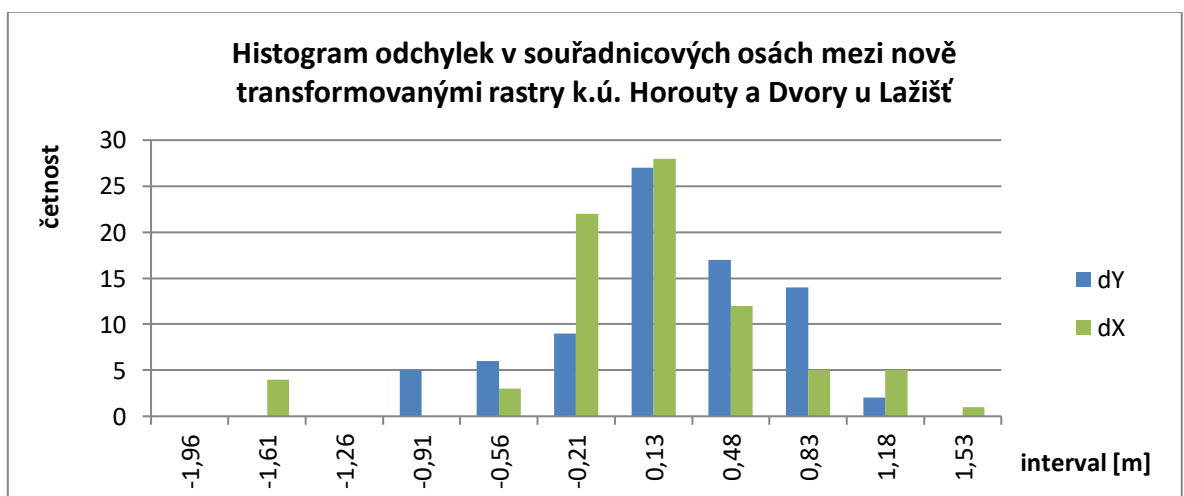
	d_Y [m]	d_X [m]	d [m]
Průměr	-0,01	-0,07	0,62
Medián	0,03	-0,04	0,55
Směrodatná odchylka	0,49	0,58	0,44
Maximum absolutní odchylky	1,16	1,96	2,03



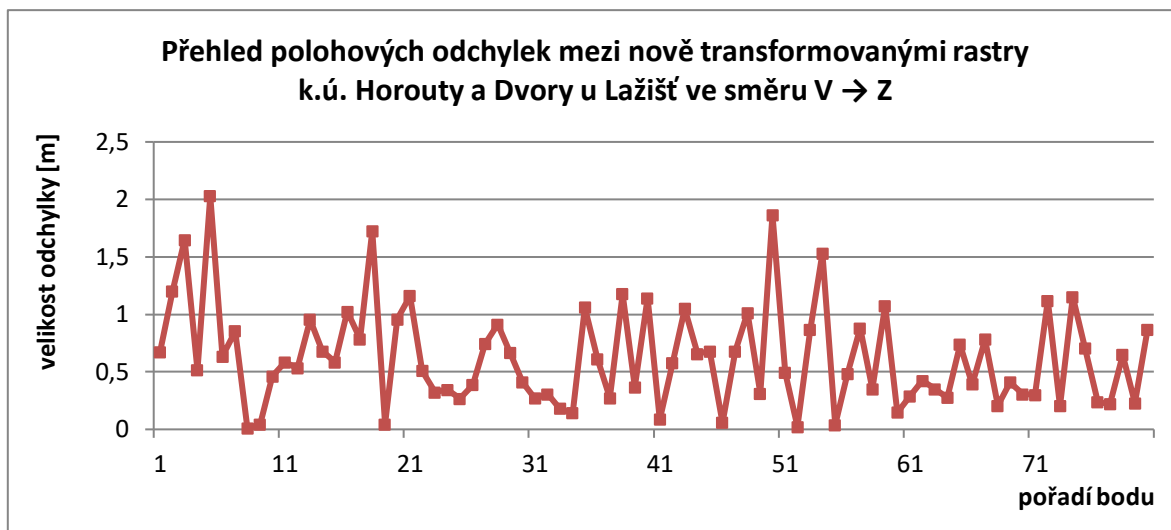
Obr. 32 Rozložení posuzovaných bodů na hranici mezi k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť



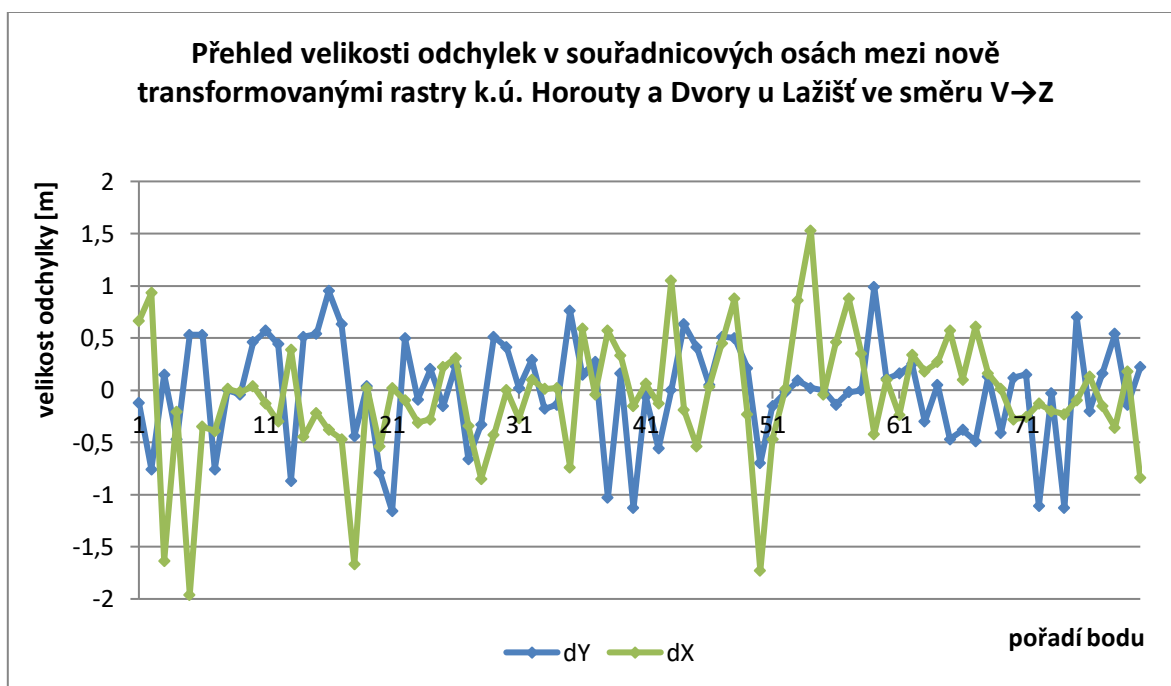
Obr. 33 Histogram polohových odchylek mezi nově transformovanými rastry k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť



Obr. 34 Histogram odchylek v souřadnicových osách mezi nově transformovanými rastry k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť



Obr. 35 Přehled polohových odchylek mezi nově transformovanými rastry k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť ve směru V → Z



Obr. 36 Přehled velikosti odchylek v souřadnicových osách mezi nově transformovanými rastry k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť ve směru V→Z

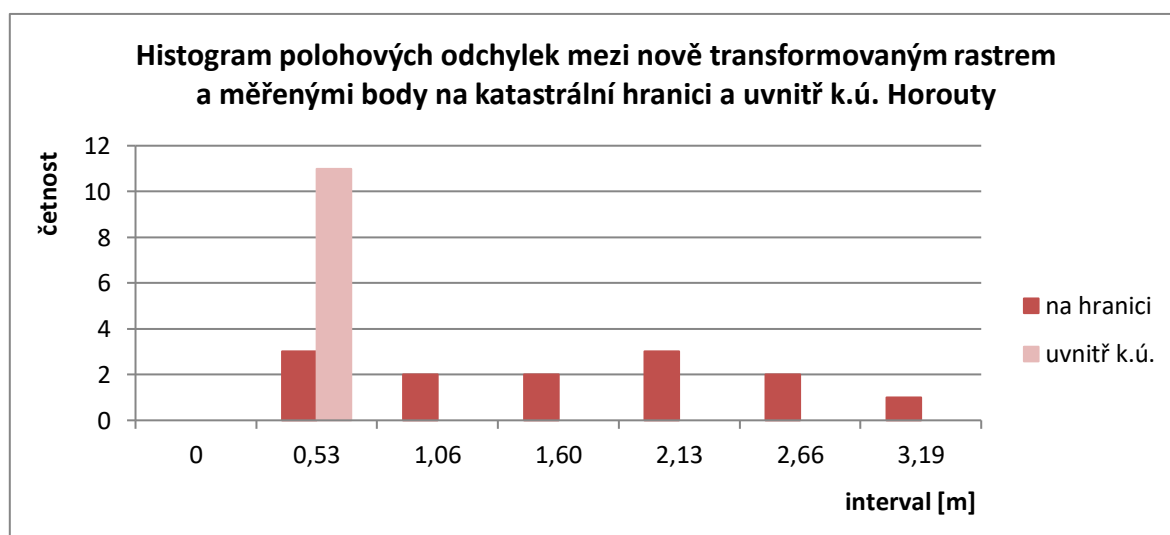
12.2 Odchyly nově transformovaných rastrů od měřených bodů v k.ú. Horouty

Po transformaci došlo k výraznému zmenšení odchylek na katastrální hranici a uvnitř k.ú. Horouty. Průměrné hodnoty se dostaly k 0, směrodatné odchylky na katastrální hranici klesly v souřadnicových osách o třetinu, v poloze o polovinu, uvnitř k.ú. klesly přibližně o 90 %. Uvnitř k.ú. Horouty nabývají odchylky velikosti do 20 cm, tj. velikosti pixelu. Vzhledem k tomu, že odchylky uvnitř k.ú. mají podstatně menší rozptyl, byly zaneseny do

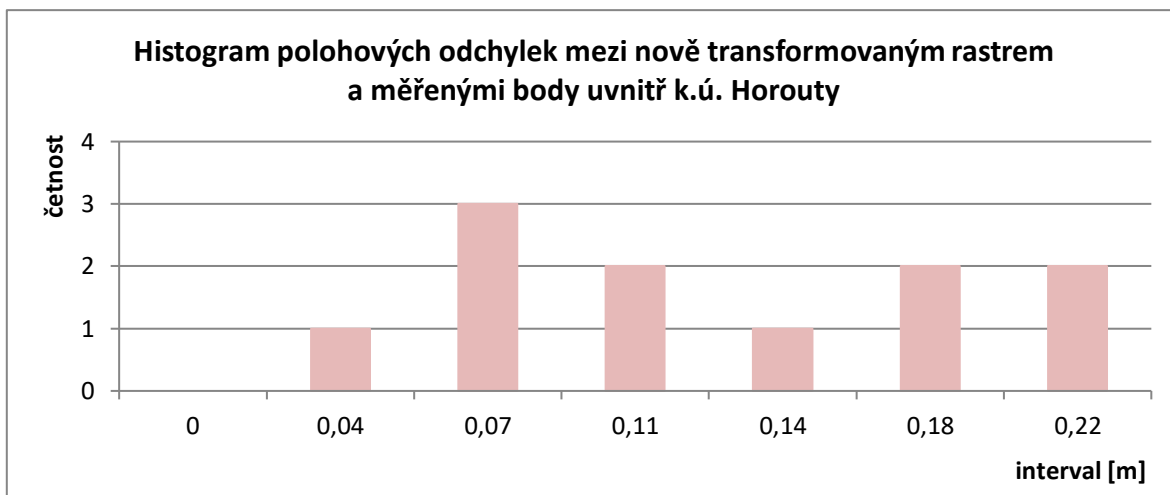
histogramu ještě zvlášť. Na tuto pozitivní změnu zejména v intravilánu má vliv transformace, ke které byly použity body ze stejných míst. Vše je znázorněno v tabulce Tab. 7 a v grafech níže (obr. 37-40).

Tab. 7 Souřadnicové a polohové odchylky mezi měřenými body a nově transformovanými rastry v k.ú. Horouty

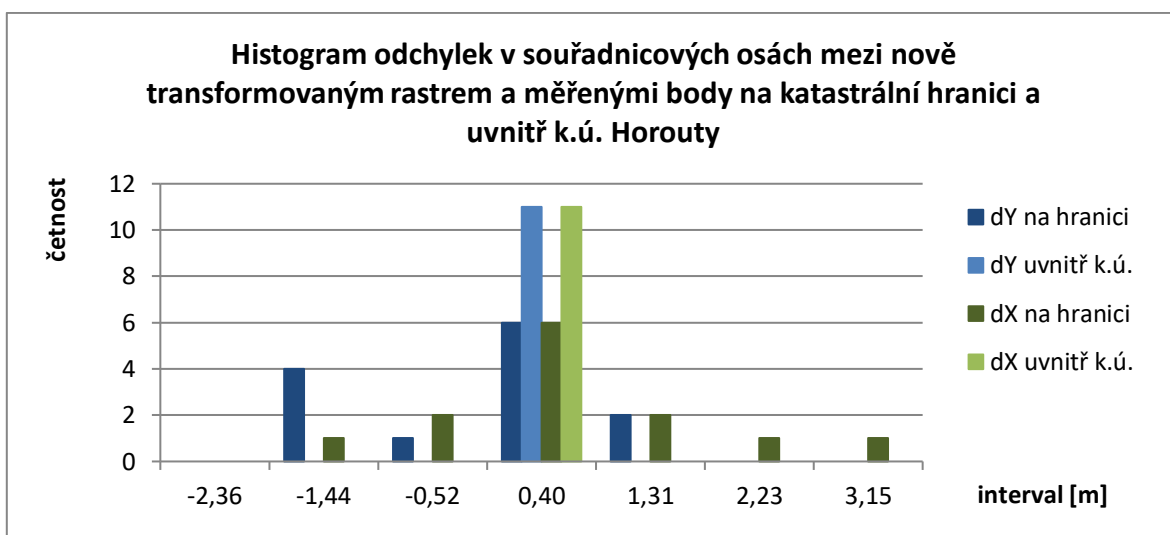
	Na katastrální hranici		
	d_y [m]	d_x [m]	d [m]
Průměr	-0,64	0,20	1,45
Medián	-0,23	0,18	1,51
Směrodatná odchylka	1,00	1,21	0,90
Maximum absolutní odchylky	2,36	3,15	3,19
	Mimo katastrální hranici		
	d_y [m]	d_x [m]	d [m]
Průměr	0,00	-0,02	0,11
Medián	0,01	-0,02	0,08
Směrodatná odchylka	0,09	0,08	0,06
Maximum absolutní odchylky	0,20	0,18	0,22



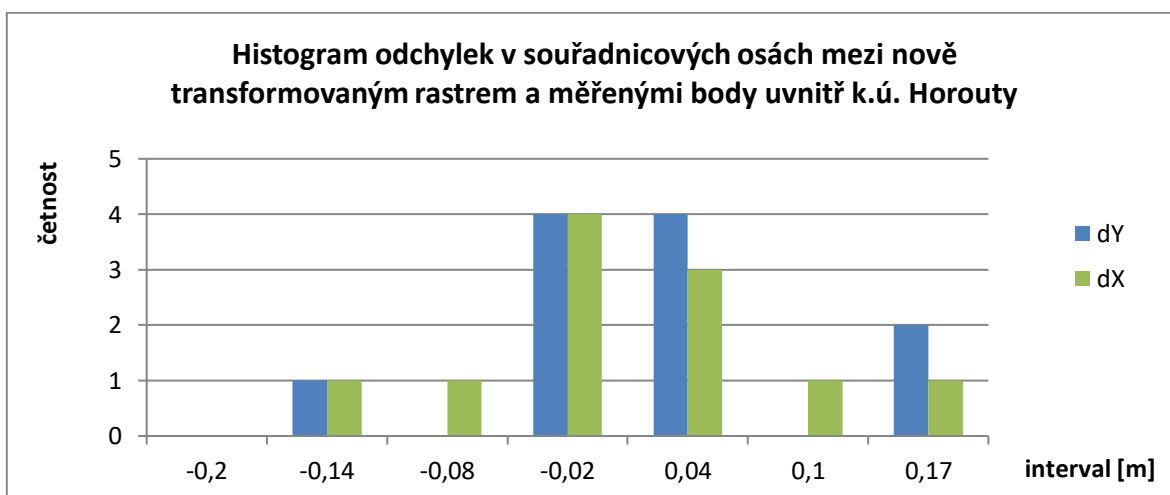
Obr. 37 Histogram polohových odchylek mezi nově transformovaným rastrem a měřenými body na katastrální hranici a uvnitř k.ú. Horouty



Obr. 38 Histogram polohových odchylek mezi nově transformovaným rastrem a měřenými body uvnitř k.ú. Horouty



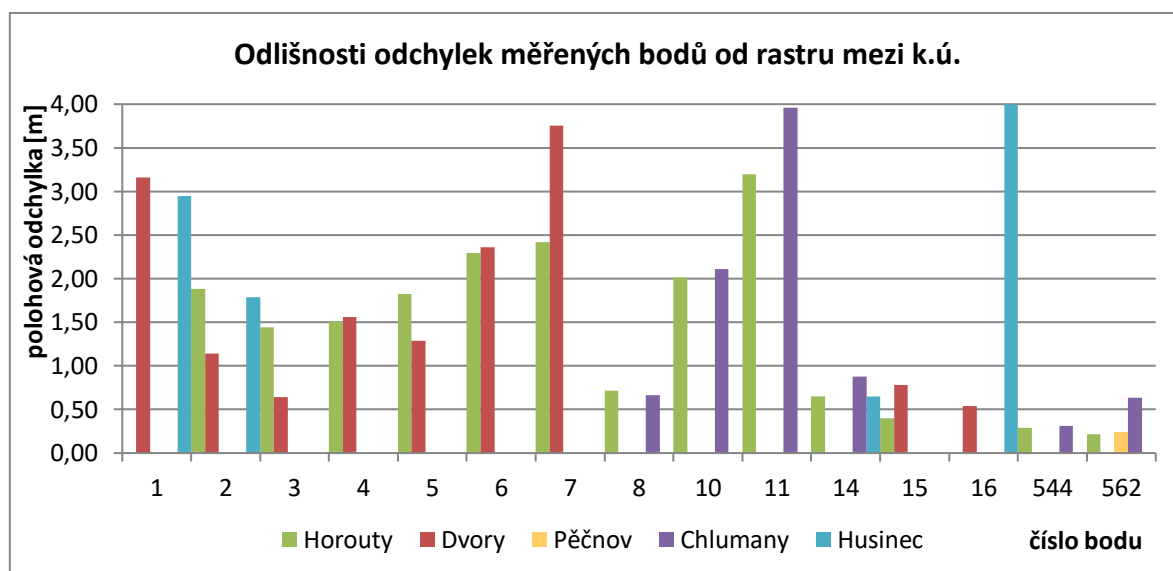
Obr. 39 Histogram odchylek v souřadnicových osách mezi nově transformovaným rastrem a měřenými body na katastrální hranici a uvnitř k.ú. Horouty



Obr. 40 Histogram odchylek v souřadnicových osách mezi nově transformovaným rastrem a měřenými body uvnitř k.ú. Horouty

12.3 Porovnání odchylek měřených bodů od zákresu na katastrální hranici v rastru mezi k.ú. Horouty a sousedními rastry

Z grafu na obr. 41 je vidět, že polohové odchylky na katastrální hranici zakreslené v rastru k.ú. Horouty jsou v 11 případech ze 13 menší než na katastrální hranici zakreslené alespoň v jednom ze sousedních rastrů. Přesto jich sedm překračuje hodnotu 1,5 m. Největší odchylky pozorujeme u bodu číslo 16 od rastru k.ú. Husinec, u bodu 11 od rastru k.ú. Chlumany a u bodu číslo 7 od rastru k.ú. Dvory u Lažišť. Všechny dosahují až téměř 4 m. Na bodě 11 dosahuje největší hodnoty také odchylka od rastru k.ú. Horouty. Nejmenší odchylky jsou na bodech 544 a 562, na které byla provedena transformace. Relativně špatné výsledky transformace katastrální hranice můžeme vysvětlit vybranými body pro transformaci, které se nachází převážně v intravilánech. Rozmístění posuzovaných bodů je vyobrazeno na obr. 42 níže.

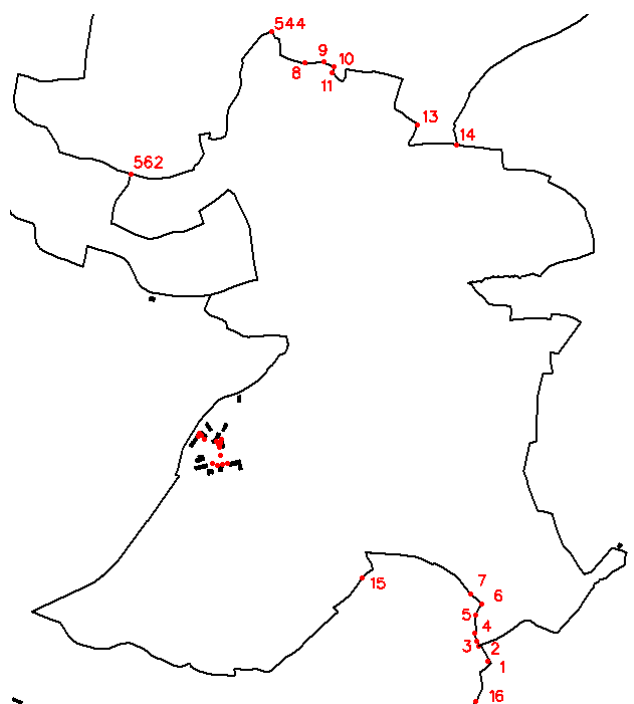


Obr. 41 Porovnání odchylek měřených bodů od zákresu v rastru mezi k.ú. Horouty a sousedními k.ú.

U bodů 9 a 13, které byly zaměřeny v linii kamenného valu, byla posuzována jejich kolmá vzdálenost od linie v rastru. Odměřené hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce (tab. 8). Je vidět, že zde linie v terénu a v rastru korespondují.

Tab. 8 Kolmé vzdálenosti měřených bodů od zakreslené linie valu v rastru

Kolmá vzdálenost od linie v rastru k.ú.:	Horouty [m]	Chlumany [m]
9	0,17	0,08
13	0,60	0,73



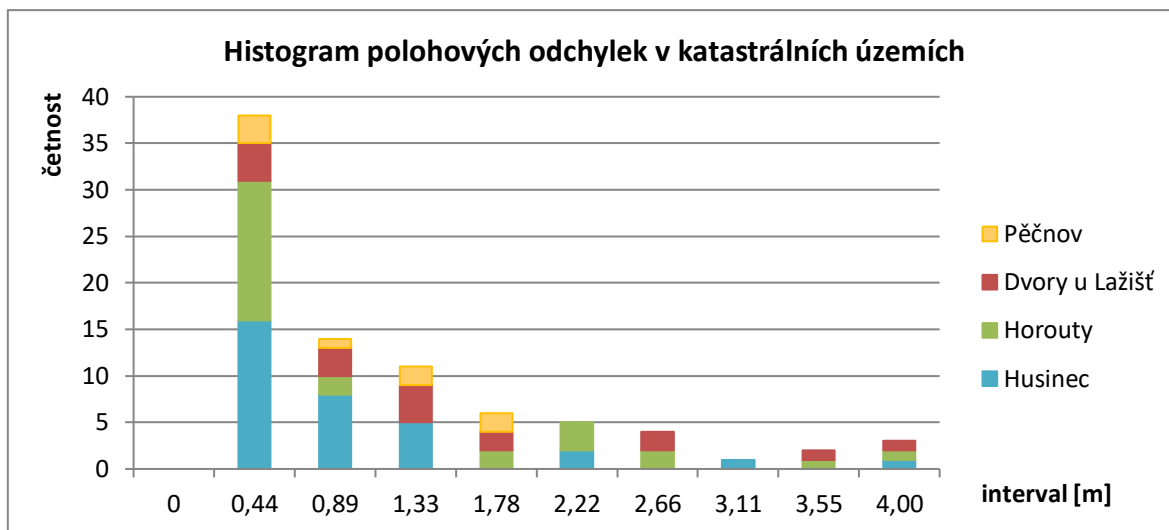
Obr. 42 Rozmístění zaměřených bodů na katastrálních hranicích

12.4 Celkové vyhodnocení

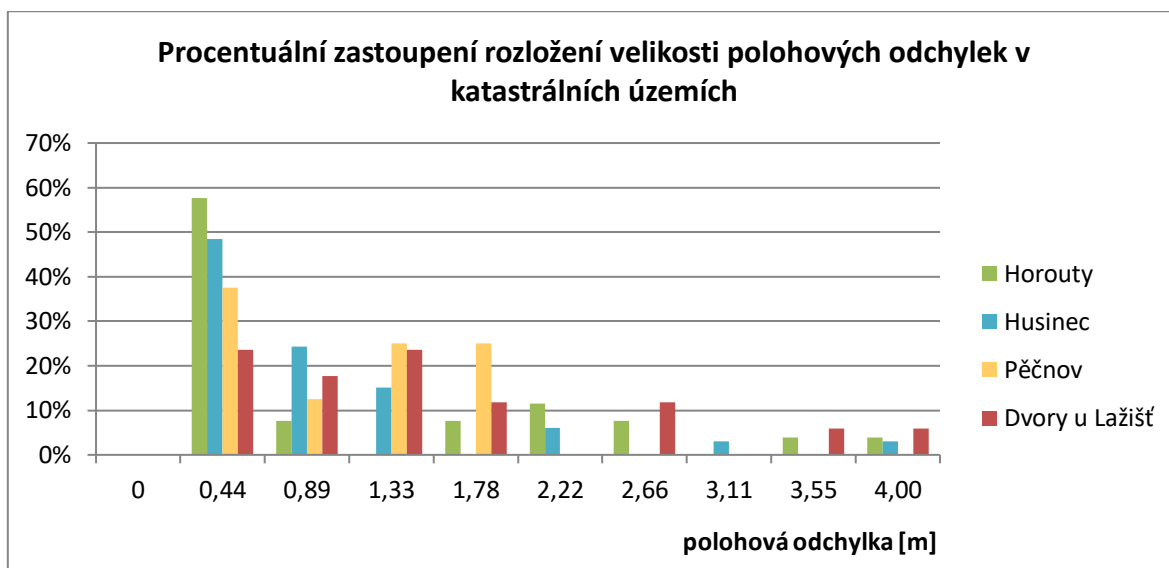
Velikost polohových odchylek z celé vyšetřované oblasti lze po vynesení do histogramu (obr. 43) aproximovat polovinou Gaussovy křivky. 38 polohových odchylek nabývá velikosti do 0,44 m, v rozmezí 0,44-0,89 m se nachází 14 polohových odchylek, mezi hodnotami 0,89 m a 1,33 m jich je 11. Dále je četnost v jednotlivých intervalech vyjádřena v jednotkách a má přibližně sestupný charakter.

Z grafu je patrné, že celkově nejmenší odchylky pozorujeme v k.ú. Pěčnov. Tam ale na druhou stranu nevykazují typické normální rozdělení. To je způsobeno nízkým počtem posuzovaných bodů (8). Naopak nejvěrněji normální rozdělení vystihuje rozložení polohových odchylek v k.ú. Husinec, kde bylo posuzováno nejvíce bodů (33).

V druhém grafu (obr. 44) je zobrazeno procentuální zastoupení polohových odchylek v jednotlivých intervalech histogramu. Zde si lze všimnout, že nejvíce převládají relativně nízké polohové odchylky v k.ú. Horouty, kde jich velikosti do 0,44 m nabývá 58 %. V dalších intervalech mají polohové odchylky k.ú. Horouty zastoupení kolem 10 % a méně. Zde se pozitivně projeví účinky transformace, neboť k.ú. Horouty se nachází zhruba uprostřed území, kde byly voleny identické body pro transformaci. U k.ú. Dvory u Lažišť a Pěčnov lze opět pozorovat odlišnosti od normálního rozdělení.



Obr. 43 Histogram polohových odchylek v katastrálních územích



Obr. 44 Procentuální zastoupení rozložení velikosti polohových odchylek v katastrálních územích

13. Závěr

Cílem práce bylo posouzení transformace rastru k.ú. Horouty pozemkového katastru v S-SK do S-JTSK na katastrální hranici. Rastr k.ú. Horouty spolu s rastry sousedních k.ú. (Dvory u Lažišť, Husinec, Chlumany, Pěčnov) mi poskytlo katastrální pracoviště v Prachaticích. Rastry již byly přibližně transformovány do JTSK pomocí GTK.

Tyto rastry jsem dotransformovala afinní transformací s Jungovou dotransformací na identické body s kódem kvality 3 ležící zejména v intravilánech obcí k.ú. Horouty a sousedních k.ú. Transformace byla posuzována na základě odchylek v poloze a souřadnicových osách v terénu nalezených identických bodů od zákresu v nově transformovaném rastru. Pro přehlednost byly odchylky zaneseny do grafů.

Nejdříve proběhlo vyhodnocení návaznosti kresby v nově transformovaných rastroch mezi k.ú. Horouty a Dvory u Lažišť, kde bylo vyhodnocováno 80 bodů. Ke stejnému vyhodnocení došlo i před transformací. Průměrné odchylky v souřadnicích mezi nově transformovanými rastry se pohybují kolem 0, avšak rozdíly mezi maximy a minimy se zvětšily. Vzrostly také směrodatné odchylky. Celkově hodnotím odchylky v zákresu katastrální hranice na nově transformovaných rastroch jako více rozkolísané.

Dále byly posuzovány odchylky měřených, v terénu nalezených, identických bodů od nově transformovaných rastrů. Body byly měřeny na katastrální hranici k.ú. Horouty, ale z důvodu nízkého počtu, byly zaměřeny také body v intravilánech obcí Dvory, Husinec a Pěčnov. Odchylky vyšly výrazně menší v intravilánech, kde se v k.ú. Horouty vešly do 20 cm, tj. velikosti pixelu. Na katastrálních hranicích byly porovnávány odchylky měřených bodů od zákresu na nově transformovaných rastroch mezi sousedními k.ú. 14 polohových odchylek ze 33 překračuje hodnotu 1,58 m, tedy hodnotu aritmetického průměru. Nejmenší odchylky jsou na bodech 544 a 562 (kolem 30 cm), na které byla prováděna transformace. Velké odchylky na katastrální hranici jsou zapříčiněné transformací na body v intravilánech.

Z celkového vyhodnocení polohových odchylek měřených bodů od zákresu v rastroch zjistíme, že 42 % z nich nepřekročí hodnotu 0,5 m, což je z mého pohledu uspokojivý výsledek. Zde je ovšem velký podíl bodů měřených v intravilánech.

Závěrem lze shrnout, že v důsledku absence pro transformaci vhodných identických bodů na katastrálních hranicích byly vybrány identické body nacházející se v intravilánech.

Proto nemohlo dojít k přesnější transformaci katastrální hranice. Polohové odchylky od kontrolně zaměřených bodů pro možnost posouzení na katastrální hranici dosahují v extrémních případech až 4 m. Vliv transformace můžeme pozorovat zejména v intravilánu obce Horouty, kde dosahují polohové odchylky maximálně velikosti pixelu.

14. Citovaná literatura

- [1] *Vyhláška č. 357/2013 Sb., o katastru nemovitostí.*
- [2] Huml, Milan a Michal, Jaroslav. *Mapování 10.* Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2006. str. 320.
- [3] Pažourek, Jiří, Reška, Josef a Busta, Jan. *Mapování.* Brno : Nakladatelství VUT v Brně. ISBN 80-214-0454-X.
- [4] Bumba, Jan. *České katastry od 11. do 21. století.* Praha : Grada Publishing a.s., 2007. ISBN 978-80-247-2318-1.
- [5] Plánka, Ladislav. *Kartografie I - Státní/úřední kartografická zobrazení na území ČR.* [Online] [Citace: 10. únor 2020.]
https://www.hgf.vsb.cz/export/sites/hgf/544/.content/galerie-souboru/planka/kartografie_I/KARTOGRAFIE_I_08_ZOBRAZENI_UREDNI_STUDEN TI.pdf.
- [6] Plzeň, Geomatika. *Zobrazení užitá pro ČSR a ČR.* [Online] [Citace: 14. únor 2020.]
http://old.gis.zcu.cz/studium/mk2/multimedialni_texty/index_soubory/hlavni_soubory/cechy.html.
- [7] Plánka, Ladislav. *GE18 Kartografie a základy GIS, M01 Úvod do kartografie.* Brno : Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební, 2006.
- [8] ČÚZK. *ČÚZK.* [Online] [Citace: 8. únor 2020.] <https://www.cuzk.cz/Katastr-nemovitosti/O-katastru-nemovitosti/Historie-pozemkovych-evidenci.aspx>.
- [9] Kutálek, Stanislav. *Katastr nemovitostí I, M01 Vývoj katastru nemovitostí.* Brno : Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební, 2005.
- [10] *Zákon č. 256/2013 Sb., o katastru nemovitostí.*
- [11] *Výroční zpráva 2019.* kolektiv Českého úřadu zeměměřického a katastrálního. Praha : Český úřad zeměměřický a katastrální, 2020. ISBN 978-80-88197-18-8.
- [12] Novotný, František. *Nauka o rakouském katastru a o knihách pozemkových.* Praha : Alois Wiesner, 1912.
- [13] *Zákon č. 177/1927 Sb., o pozemkovém katastru a jeho vedení.*

- [14] *Vládní nařízení 64/1930 Sb., jímž se částečně provádějí hlavy II., III. a IV. zákona o pozemkovém katastru a jeho vedení.*
- [15] Nevosád, Zdeněk, Vitásek, Josef a Bureš, Jiří. *Geodézie IV.* Brno : Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební, 2002. ISBN 80-214-2301-3.
- [16] Hampacher, Miroslav a Radouch, Vladimír. *Teorie chyb a vyrovnávací počet 10.* Praha : ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02833-X.
- [17] ČÚZK. *Geoprohlížeč.* [Online] [Citace: 14. únor 2020.]
<https://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>.
- [18] Kurzy.cz, spol. s r.o., AliaWeb, spol. s r.o. *kurzycz.* [Online] [Citace: 7. únor 2020.]
<https://regiony.kurzy.cz/katastr/ku/649694/>.
- [19] Kurzy.cz, spol. s r.o., AliaWeb, spol. s r.o. *kurzycz.* [Online] [Citace: 6. duben 2020.]
<https://regiony.kurzy.cz/katastr/ku/679518/>.
- [20] Kurzy.cz, spol. s r.o., AliaWeb, spol. s r.o. *kurzycz.* [Online] [Citace: 6. duben 2020.]
<https://regiony.kurzy.cz/katastr/ku/649708/>.
- [21] Kurzy.cz, spol. s r.o., AliaWeb, spol. s r.o. *kurzycz.* [Online] [Citace: 6. duben 2020.]
<https://regiony.kurzy.cz/katastr/ku/651711/>.
- [22] *Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb.*
- [23] VÚGTK. *Monitoring permanentních stanic GNSS.* [Online] [Citace: 17. duben 2020.]
http://oko.pecny.cz/monitor/statusall.php?output=&net_sel=CZEPOS&from=01-Jan-2000&to=31-Dec-2029.
- [24] Válka, Jan. *rozhovor s vedoucím oddělení OKO na KÚ České Budějovice.* 28. únor 2020.
- [25] ČÚZK. *Návod pro převod map v systémech stabilního katastru do souvislého zobrazení v S-JTSK.* Praha : ČÚZK, 2004.
- [26] ČÚZK. *Pokyn č. 32 čj. 1014/2004 – 22 ve znění Dodatků 1, 2, 3.* Praha : ČÚZK, 2004.

15. Použité zkratky

ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DKM	Digitální katastrální mapa
FÚO	Fotogrammetrická údržba a obnova
GNSS	Global Navigation Satellite System (globální navigační satelitní systémy)
GPS	Global Positioning System (globální polohový systém)
GTK	Globální transformační klíč
HTÚP	Hospodářsko-technické úpravy pozemků
JEP	Jednotná evidence půdy
JZD	Jednotné zemědělské družstvo
KMD	Katastrální mapa digitalizovaná
KÚ	Katastrální úřad
k.ú.	Katastrální území
OKO	Obnova katastrálního operátu
PK	Pozemkový katastr
RTK	Real Time Kinematic (měření v reálném čase)
S-JTSK	Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
S-SK	Souřadnicové systémy stabilního katastru
SG	Středisko geodézie
SK	Stabilní katastr
THM	Technicko-hospodářská mapa
ZMVM	Základní mapa velkého měřítka

16. Seznam příloh

1. Výpočetní protokol
2. Přehledný náčrt pomocné měřické sítě
3. Protokol o transformaci
4. Přehledný náčrt zaměřených bodů a identických bodů pro transformaci