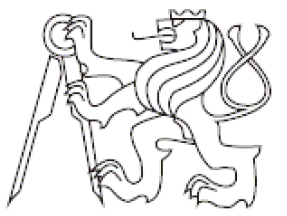


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Studijní obor: Geodézie a kartografie



**ANALÝZA KLAUDYÁNOVY MAPY
V PROSTŘEDÍ GIS**

Analysis of Klaudyán's map in GIS

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:
Ing. Jiří Cajthaml

Autor:
Aneta Pomykaczová

Praha, duben 2007



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

studijní program: Geodézie a kartografie

studijní obor: Geodézie a kartografie

akademický rok: 2006/2007

Jméno a příjmení studenta: Aneta Pomykaczová

Zadávající katedra: katedra mapování a kartografie

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Cajthaml

Název bakalářské práce: Analýza Klaudyánovy mapy v prostředí GIS

Název bakalářské práce
v anglickém jazyce: Analysis of Klaudyán's map in GIS

Rámcový obsah bakalářské práce: V prostředí ArcGIS proved'te vektorizaci prvků Klaudyánovy mapy Čech z roku 1518. Obsahové prvky klasifikujte do tříd, navrhnete strukturu jejich atributů.

Pokuste se určit přesnost mapy a její měřítko. Využijte k tomu identických bodů, pro které je možné jednoduše určit souřadnice v současném souřadnicovém systému.

Datum zadání bakalářské práce: 26.2.2007 Termín odevzdání: 5. 6. 2007

Neodevzdá-li student bakalářskou práci včas, je povinen tuto skutečnost předem písemně zdůvodnit, pokud bude omluva (předaná prostřednictvím stud. odd.) děkanem uznána, určí děkan studentovi náhradní termín konání státní závěrečné zkoušky (zůstávají 2 termíny SZZ). Pokud tuto skutečnost řádně neomluví, nebo omluva nebude děkanem uznána, určí děkan studentovi termín pro opakování státní závěrečné zkoušky, SZZ je možné opakovat pouze jednou. (SZŘ čl 22, odst. 3, 4.)

Student bere na vědomí, že je povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V PRAZE**

**Fakulta stavební
Katedra mapování a kartografie**
Thákurova 7
166 29 Praha 6

Cajthaml
vedoucí bakalářské práce

[Signature]
vedoucí katedry

Zařazení bakalářské práce převzal dne: 27.2.2007

[Signature]
student

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x student, 1x studijní odd. (zašle katedra)

Nejpozději do konce 2. týdne výuky v semestru odešle katedra 1 kopii zadání BP na studijní oddělení a provede zápis údajů do informačního systému fakulty KOS.
(Směrnice děkana pro realizaci stud. programů a SZZ na FSv ČVUT čl. 5, odst. 7)

Jméno a příjmení autora: Aneta Pomykaczová
Název bakalářské práce: Analýza Klaudyánovy mapy v prostředí GIS
Název práce v angličtině: Analysis of Klaudyán's map in GIS
Katedra: Mapování a kartografie
Vedoucí bakalářské práce: Ing. Jiří Cajthaml
Rok obhajoby: 2007

Abstrakt

Předmětem bakalářské práce „Analýza Klaudyánovy mapy v prostředí GIS“ je provedení vektorizace prvků Klaudyánovy mapy Čech z roku 1518 v prostředí ArcGIS 9.2. Obsahové prvky jsou klasifikovány do tříd a je navržena vhodná struktura jejich atributů. Práce je dále zaměřena na určení přesnosti mapy, k tomu jsou využity identické body definovány souřadnicemi v současném souřadnicovém systému.

Abstract

Focus of the bachelor thesis „Analysis of Klaudyán's map in GIS” is the vectorisation of Klaudyán's 1518 Bohemia map elements in the ArcGIS computer environment. The content elements will be classified into classes and the appropriate structure of their attributes will be suggested. The study furthermore attempts to assess the map's accuracy and its scale factor. To make this, identical points defined by coordinates in the current coordinate system will be used.

Klíčová slova

Mikuláš Klaudyán, první mapa Čech, geografické informační systémy, vektorizace, transformace map, geografická data

Keywords

Mikuláš Klaudyán, the first map of Bohemia, the geographical information systems, vectorisation, map transformation, geographical data

Prohlášení

Prohlašuji, že bakalářskou práci na téma „Analýza Klaudyánovy mapy v prostředí GIS“ jsem vypracovala samostatně za odborného vedení Ing. Jiřího Cajthamla. Použitou literaturu či jiné odborné zdroje uvádím v přiloženém seznamu literatury.

V Praze dne 29. dubna 2007

.....

Podpis autora

Poděkování

Chtěla bych vyjádřit poděkování Ing. Jiřímu Cajthamlovi za cenné připomínky, odborné rady a podněty k zamyšlení během vypracování bakalářské práce. Dále děkuji společnosti ARCDATA PRAHA, s.r.o. za bezplatné poskytnutí software ArcGIS 9.2.

OBSAH

1	ÚVOD.....	8
2	PRVNÍ SAMOSTATNÁ MAPA ČECH.....	9
2.1	Mikuláš Klaudyán	9
2.2	Předloha Klaudyánovy mapy Čech	10
2.3	Obsah Klaudyánovy mapy Čech	11
2.4	Kopie Klaudyánovy mapy Čech.....	16
3	GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY	19
3.1	Základní princip.....	19
3.2	Funkce GIS	19
3.3	Dělení dat.....	20
3.4	Využití	21
3.5	Prostředí software ArcGIS	22
4	TECHNICKÉ ZPRACOVÁNÍ MAPY	23
4.1	Digitalizace metodou skenování.....	23
4.2	Hustota skenování a barevná hloubka	23
5	PRÁCE S RASTREM A VEKTOROVÝMI DATY	24
5.1	Georeference rastru.....	24
5.2	Vektorizace mapy: tvorba tříd a atributů	25
6	METODY GEOMETRICKÝCH TRANSFORMACÍ	29
6.1	Podobnostní transformace	29
6.2	Afinní transformace.....	30
6.3	Polynomické transformace druhého a vyšších řádů	31
6.4	Projektivní transformace.....	32
6.5	Transformace s nadbytečným počtem identických bodů	33
6.6	Transformace typu: „adjust“, „spline“ a „rubbersheet“.....	33

7	PŘESNOST MAPY	35
7.1	Zkoumání přesnosti mapového obrazu.....	35
7.2	Zkoumání přesnosti zvektorizovaných vrstev	36
7.3	Zhodnocení výsledků transformací	37
7.4	Měřítko mapy	37
8	ZÁVĚR.....	39
9	OBSAH PŘÍLOH A PŘILOŽENÉHO CD	I
10	SEZNAM LITERATURY.....	II
11	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	IV
12	SEZNAM OBRÁZKŮ	V
13	SEZNAM TABULEK	VI
14	SEZNAM PŘÍLOH	VII

1 ÚVOD

S rozvojem společnosti paralelně roste i potřeba proniknout do tajů geografického prostředí, poznat jeho zákonitosti, vytvořit si jeho představu a především pak znázornit zemský povrch nebo jeho části. Z této potřeby se vyvinula v průběhu tisíciletí schopnost člověka znázorňovat okolní krajinu na mapě, zachycující podobu Země a poskytující možnost orientace v zeměpisném prostředí. Výsledkem těchto snah jsou první dochované mapové památky z počátku 16. století, které mapují jak současné, tak historické české země, tedy Čechy, Moravu a části Slezska. Jsou to hlavně díla kartografů, kteří vycházeli převážně ze starších map svých předchůdců. Snaha zachytit podobu zemí co nejpravdivěji byla často ovlivňována technickým vybavením a nutností podřizovat se zájmům světské i duchovní vrchnosti. Takto vzniklá omezení jsou většinou na úkor samotného obsahu mapy, posuzujeme-li však mapová díla kriticky, můžeme z nich i dnes získat cenné kvalitativní informace.

První dochovaná samostatná mapa historických českých zemí je reprezentována mapou Mikuláše Klaudyána z roku 1518. Klaudyánova mapa je však již natolik podrobná, že ji s největší pravděpodobností nelze považovat za první zobrazení naší země vůbec. Neznáme sice žádnou podrobnější mapu středoevropského prostoru ze 14. a 15. století, nepochybně však takové mapy existovaly, jelikož se dochovaly návody, jak je sestavit. Nejpodrobnějším pramenem tohoto druhu jsou souřadnicové tabulky z doby okolo roku 1422, které udávají polohu asi 100 našich míst vůči středu celé velké kruhové mapy, jež podle nich mohla být sestavena. [1]

Cenné archiválie, v podobě starých map, jsou uschovány ve státních archivech, čímž se pro běžného uživatele stávají nedostupnými. V této souvislosti se zdá být žádoucí jejich digitální zpracování a implementace do prostředí GIS¹⁾. Díky rozvoji informačních technologií je možné výsledná data publikovat na internetu a zpřístupnit je tak široké veřejnosti, odborníkům i laickým badatelům mapových děl.

Z výše uvedeného textu je patrné, že hlavním cílem bakalářské práce je převést Klaudyánovu mapu Čech do podoby geografických dat, tedy počítačově zpracovatelné formy informace, která zaznamenává obojí současně, jak vlastní údaje o objektu, tak údaje o jeho poloze. Dalším cílem je shrnout výsledky výzkumu dané mapy z hlediska přesnosti mapového obrazu.

¹⁾ GIS - Geografické informační systémy

2 PRVNÍ SAMOSTATNÁ MAPA ČECH

2.1 Mikuláš Klaudyán

Mikuláš Klaudyán, vlastním jménem Kulha²⁾, byl nejen významným přívržencem Jednoty českobratrské a mladoboleslavským lékařem, ale i vynikajícím knihtiskařem. Lze soudit, že jeho charakteristickými vlastnostmi byla nejen učenost, ale i praktické a podnikavé schopnosti. Od roku 1507 řídil v Norimberce tisk českého vydání bratrské Apologie a později i vydání latinského, se kterým byl roku 1511 vyslán do Antverp k Erasmu Rotterdamskému za účelem vytvoření posudku. Čeští bratři se jím řídili při opravě vlastních omylů nebo při obraně proti svým odpůrcům. Během psaní posudku Klaudyán procestoval především severní Německo.

Následující léta trávil Klaudyán v Mladé Boleslavi. V tomto období se rozhodl vydat „Herbář aneb zelinář“ Jana Černého, ale vzhledem k tehdejšímu nedostačujícím technickým možnostem byl nucen roku 1517 znovu odcestovat do Norimberka. Zde dal do dřeva vyřezat potřebná vyobrazení, osobně také dohlížel na tisk knihy. Při této příležitosti nepochybně vznikly vhodné podmínky i pro zhotovení velkých dřevořezů Klaudyánovy mapy, v nichž vlastní mapa zabírá jen třetinu tiskové plochy. Celé dílo spatřilo světlo světa v dílně Jeronýma Höltzla. Vydání se ale neobešlo bez cenzury norimberské městské rady, která sice udržovala v zájmu tamních živností a řemesel dobré styky s Čechy, ale zároveň dbala na to, aby si učení českých bratří nezískalo stoupence mezi místním obyvatelstvem. Mapa tak byla podrobena prohlídce znalce českého jazyka, jenž na ní neshledal nic závadného, co by bylo proti náboženskému přesvědčení Norimberčanů, oddaných víře katolické. Posouzení mapy proběhlo v lednu roku 1517, Klaudyánova mapa tedy byla v rukopisu hotova již v roce 1516.

Od roku 1518 Klaudyán řídil českobratrskou tiskárnu v Mladé Boleslavi, jejíž činnost započala vydáním překladu Nového zákona. O dva roky později odcestoval z neznámých důvodů do Lipska, kde právě řádila morová epidemie. Zde 28. srpna 1521 sepsal svou závěť a krátce na to, roku 1522 zemřel; přesné datum jeho úmrtí není známo. Jeho poslední vůle je zdrojem zajímavých informací, týkajících se jeho rodinného života a majetkových poměrů. Vyplývá z ní, že měl značné movité i nemovité jmění, byl ženatý

²⁾ Pravděpodobně odvozeno od jeho nápadné tělesné vady; v latinském jazyce claudianus = kulhavý a odtud zpět na Klaudyán.

a měl tři děti. Po Klaudyánově smrti vedl tiskárnu nejprve Jiřík Štrsa a od roku 1531 bratrský kněz Jindřich Šturm, bohužel po čtyřech letech dílna zanikla. [1]

2.2 Předloha Klaudyánovy mapy Čech

Předlohou Klaudyánovy mapy se staly mapy střední Evropy od Erharda Etzlauba (obr.1), s nimiž se mohl seznámit v Norimberku při styku s tamními rytci a tiskaři nebo i během četných cest po Německu. V té době pro Norimberk a jeho široké okolí existovalo několik podrobnějších cestovních map sahajících až k českým hranicím. Etzlaubovy mapy měly sloužit především poutníkům na cestě do Říma během milostivého léta roku 1500; tyto mapy mají jižní orientaci, aby je poutníci nemuseli na cestě do Říma obracet. Obecně se tento typ map ve středověku používal především proto, že kompas byl tehdy spojen s malými slunečními hodinami. Když si uživatel zorientoval mapu, stál na jejím severním okraji a nemohl si stínit. Také její písmo proto muselo být nasměrováno tak, aby bylo při jižní orientaci čitelné. V dnešní době je právě netradiční jižní orientace jednou z nápadných odlišností Klaudyánovy mapy.

Na první mapě je kromě jiného zakresleno také 22 českých, moravských a slezských měst: Praha, Most, Žatec, Locket, Cheb, Tachov, Plzeň, České Budějovice, Kutná Hora, Jihlava, Telč, Třebíč, Znojmo, Mikulov, Brno, Vyškov, Olomouc, Lipník nad Bečvou, Nový Jičín, Ostrava, Frýdek a Těšín. Na druhou mapu byly přidány Louny, Beroun, Příbram, Horažďovice, Nymburk, Litoměřice, Bělá pod Bezdězem, Šternberk, Opava a Uherský Brod. Na mapách jsou vyznačené i cesty, na první mapě je pouze cesta z Krakova přes Moravu do Vídně a na druhé mapě jsou doplněny následující cesty: Praha – Norimberk, Praha – Kutná Hora – Jihlava – Třebíč – Brno a Olomouc – Vratislav.

Klaudyán se norimberským kartografem inspiroval, zvláště pak zakreslením cest na jeho mapách. Při malém měřítku Etzlaubových map na nich řady milníků samy o sobě stačily znázornit cesty. Avšak Klaudyán na své mapě tyto mílové značky zakreslil ne příliš podrobně, jejich vzdálenost je různá, kolísá kolem 13,5 mm, ale v širokých mezích od hodnot polovičních až skoro do dvojnásobných. Do mapy byly pravděpodobně dokresleny dodatečně a svým počtem udávají mílové vzdálenosti o hodnotě 9,5 km. Na závěr se cesty mezi milníky dokreslovaly, jinak by jejich smyslu většina uživatelů mapy nerozuměla. Na litoměřickém tisku jsou cesty doplněny štetcovými tahy v hnědé, dnes již značně vybledlé barvě, takže nelze bezpečně určit, které všechny cesty měly být

zakresleny. Doplnění cest pravděpodobně nebylo provedeno na všech výtiscích, které se dostaly do oběhu. Kopie Klaudyánovy mapy, tištěné i rukopisné, jsou převážně bez tohoto doplňku. [2]

Obr. 1: Etzlaubovy mapy [4]



2.3 Obsah Klaudyánovy mapy Čech

Klaudyánova mapa Čech je známa z jediného originálního tisku, který je uložen ve Státním oblastním archivu v Litoměřicích. Vlastní mapa zaujímá jen spodní třetinu a má rozměry 45 x 55 cm, zato celý tisk je 126 cm vysoký a 64 cm široký. Mapa nemá titul a její původce je připomenut poznámkou: „Mikulass Klaudian. Letha Bozieho Tysycziho pietisteho Sedmnaczteho“, uprostřed pravého okraje mapového listu. V levém horním rohu mapy jsou otištěny dva štíty, na prvním místě je štít s Klaudyánovým knihařským znamením a iniciály N. C. (Nicolaus Claudianus). Na druhém štítu jsou počáteční písmena V. K., jde zřejmě o zrcadlově vyrytá písmena A. K. (Andreas Kaschauer) Ondřeje Košického, jež byl autorem řezby, pod štíty je letopočet 1518. Je také pravděpodobné, že právě u Košického byla Klaudyánova mapa v lednu roku 1517, kdy se o ní zajímala norimberská rada.

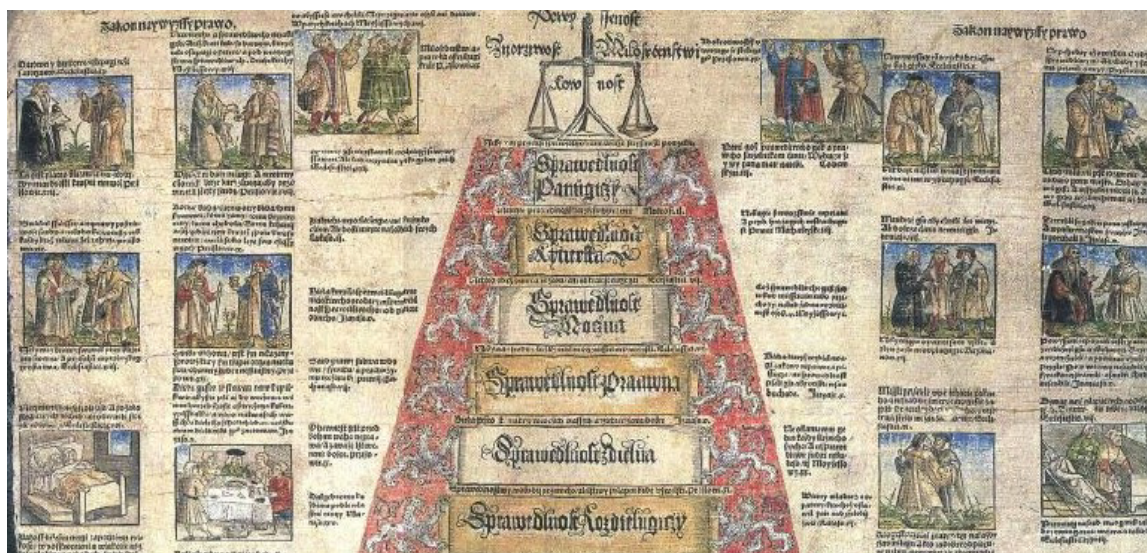
Jen stěží lze s přesností říci, k jakému účelu byla vlastně mapa vydána. Horní dvě třetiny tisku nemají s praktickým užitím mapy nic společného. V záhlaví celého tisku je umístěna postava krále Ludvíka Jagellonského, který vládl tehdejšími zemím Koruny české a uherské, jak sedí na trůně. Po obou stranách jsou erby zemí, kterým vládí: Čechy, Morava, Slezsko, Lužice a Uhersko, ale i zemí, na něž si král ze svého panovnického titulu dělал nároky: Chorvatsko, Dalmácie, Lucembursko (obr.2).

Obr. 2: Horní část Klaudyánovy mapy: král Ludvík Jagellonský a erby zemí [4]



Níže se nachází alegorie spravedlnosti, znázorněna tradičním symbolem - váhami a pod nimi je vypsáno sedm druhů spravedlnosti. Po stranách alegorie je rozmístěno celkem čtrnáct ilustrací doplněných výroky z Písma, jež společně tvoří jakési zrcadlo mravů (obr.3).

Obr. 3: Zrcadlo mravů [4]



Další dvě části zrcadla mravů již leží ve střední části mapy, která se dále skládá ze znaků významných českých rodů, včetně nejvyšších zemských hodnostářů a členů Zemského i Komorního soudu a znaků tří předních měst: Prahy, Kutné Hory a Žatce.

Poslední tři řady erbů mají zřejmě zobrazovat šlechtice a města, kteří se měli podílet na obnově Českého království, tomu odpovídá i uvedený nápis nad tímto seskupením erbů a jmen: „Tito dole psaní z pánů pomocníci obecného dobrého mají býti“. Na okrajích střední části jsou jména rytířů a nižších šlechticů, kteří také zasedali na soudech (obr.4). [3]

Obr. 4: Střední část Klaudyánovy mapy [4]



Nad vlastním mapovým listem se vyskytuje alegorie na dobové poměry v Čechách (obr.5). Skládá se ze dvou částí, které jsou kresebně nejsložitější a neobyčejně zdařilé. Vyobrazení vlevo připomíná neradostné poměry v rámci církevních obcí v Čechách na začátku 16. století. Znárodnuje je vůz, k němuž jsou vpředu i vzadu připředení koně, které dva vozkové pohánějí každý opačným směrem, zatímco dva muži zadržují kola za loukotě. Alegorie znázorňuje boj církví o věřící - ti jsou zobrazeni jako rozhádaní cestující ve voze, kteří se chtějí dostat do království nebeského, zatímco kočí, tedy zástupci různých církví, řídí koně každý jiným směrem. A tak vůz nemůže z místa, čemuž ještě napomáhají obě postavy u kol. Menší pravá část alegorie obsahuje kritiku neutěšených bezpečnostních poměrů na cestách v době vlády slabých Jagellonců. Obrázek představuje tlupu ozbrojenců, jak vyráží z lesa a vrhá se na kupecký povoz, který se marně snaží uniknout.

Obr. 5: Alegorie na dobové poměry v Čechách [4]



Z analýzy obrazové části Klaudyánovy mapy vyplývá, že autorovým cílem bylo vyjádřit skutečný stav dvou předních soudů Českého království a vliv určité skupiny, příslušníku vyšší a nižší šlechty tří předních královských měst, na politickou správu. Jako doplnění navrhl návod dobré, správné vlády a určitých hlavních zásad, kterými se má řídit konání spravedlnosti a život každého jednotlivce, hlavně však soudců a úředníků spravujících zemi. Uvedené sestavení soudů vystihuje zasedání Zemského soudu od dubna 1514 do poloviny roku 1517 a stav Komorního soudu, nejspíše od dubna do listopadu roku 1515. Seřazení erbů a jmen odpovídá někdejšímu zasedání členů těchto soudů. Klaudyánův tisk je možná jediným historickým pramenem o složení soudních orgánů činných v 16. století. [4]

Mapa obsahuje tématické informace týkající se sídel. Města jsou zřetelně rozlišena značkami a druhem písma. Primárně se dělí na města královská, kterým je přiřazen obraz koruny, a na města panská, se značkou zobrazující štít (hlava koně). Oboje pak jsou popsány větším písmem. Následujícím prvkem z obsahové části mapy je řada míst lokalizovaných a současně klasifikovaných neúplně uzavřeným kroužkem, a také veliký počet hradů, zámků, klášterů a tvrzí lokalizovaných a klasifikovaných obrázkem věže. Druhotné dělení královských i panských měst se ještě rozlišuje dle náboženské příslušnosti na města katolická, lokalizována obrázkem dvou zkřížených klíčů, a města kališnická (utrakvistická) zobrazená v podobě kalicha. Klaudyánova mapa byla první mapou na světě, kde byla sídla rozdělena dle náboženského vyznání. Přestože tato symbolika není nikde na Klaudyánově mapě slovně objasňována, současníci jí rozuměli velmi dobře,

a na některých výtiscích Münsterovy kopie bylo vysvětlení těchto značek uvedeno správně. [5]

Mapa celkem obsahuje 273 sídlištních značek a názvu: 37 královských měst (7 katolických a 30 kališnických), 52 měst panských (31 katolických a 21 kališnických), 59 městeček a 125 hradů, zámků, klášterů a tvrzí. Návosloví Klaudyánovy mapy je české a pozoruhodně správné. Až na jedno místo s názvem Hrad, se dají všechna ostatní místa uvedena v mapě spolehlivě identifikovat. Na rozdíl od pozdějších map, na kterých je identifikace míst ztížena kvůli zkomoleným názvům a polohovým chybám, zaviněnými autory a ještě častěji rytci. Mapa je také výjimečná svým znázorněním hlavních silničních tahů a řek, řadí se tak mezi první podrobné mapy s komunikačním obsahem.

Značka listnatého porostu, kterou je v mapě znázorněn výškopis, zároveň symbolizuje lesy i pohoří. Hory na mapě obklopují celé území Čech a Kladska, kromě Chebska, jež bylo z věnce lesů zobrazujícího pohoří vyňato. V pohraničním lesním pásu při prameni Labe je naznačené pohoří Krkonoš názvem „Krkonoss“. Skupina lesů zakreslená v severních Čechách na jih od cesty Trutnov – Broumov – Kladsko pravděpodobně představuje masiv Žaltmanu. Výběžek pohraničních lesů na jih od Frýdlantu naznačuje Orlické hory a Ještěd. Směrem na jih od tohoto výběžku se nachází lesní věnec, jež může znázorňovat Bezděz a Ralsko. Dále na jih mezi Lysou nad Labem a Mělníkem jsou další lesní plochy. Mezi Českou Lípou a Děčínem je značka pro lesy v místech Českého středohoří a na východ od Prahy je znázorněna plocha černokosteleckých lesů. Následuje zakreslení lesů na severním Strakonicku, Plánicku, severním Nepomucku, mezi Rokycany a Přešticemi a mezi Plzní a Stříbrem. Mezi Rokycany a Březnicí jsou táhlým tvarem zakresleny Brdy a rozsáhlý les se také nachází na východ od Kralovic, na střední Mži. Lesy na střední Vltavě, nad Zvíkovem, jsou vykresleny po obou březích řeky a na Českomoravské vrchovině jsou zobrazeny mezi Havlíčkovým Brodem a Pelhřimovem. Železné hory jsou zachyceny jako táhlé lesní pásmo. Lesy se dále nacházejí po obou stranách Sázavy, pod Zručí nad Sázavou, a mezi dolním tokem Sázavy a Vltavou. Především v jižní části Čech jsou lesy a hory poměrně špatně identifikovatelné. Klaudyán rozlišoval nízké stromy nebo křoviny znázorňující lesy v rovině či pahorkatině značkou listnatého porostu, kdežto pro naznačení výšky pohraničního valu použil obrazu vysokokmenných stromů. [2]

V Klaudyánově mapě jsou zakresleny a popsány i některé české řeky, k názvu je připojen přívlastek „rzeka“, patří sem: Vltava, Labe, Ohře, Jizera, Orlice a Sázava.

Nepopsány jsou Berounka, Lužnice a Otava. Vzhledem k ostatnímu obsahu mapy jsou řeky zastoupeny v dosti plném a úměrném počtu.

Jednou z nepřesností mapy je nesouhlas rámu mapy se světovými stranami. Praha a Cheb leží přibližně ve stejné zeměpisné šířce, jejich spojnice, tedy pražská rovnoběžka a s ní jižní část pražského poledníku jsou stočeny od polohy rovnoběžné se stranami mapového rámu asi o 9° k západu. Severozápadní výseč mezi pražskou rovnoběžkou a směrem vltavsko-labským je na Klaudyánově mapě stlačená k západu ze správných 80° na 50° středového úhlu a naopak severovýchodní díl mapy je rozšířen ze 100° na 130°; tímto chybným zakreslením Labe byly směry na důležitá města v severních a severozápadních Čechách stržena k západu. V jižní polovině mapy jsou směry na důležitá města zachována. [1]

2.4 Kopie Klaudyánovy mapy Čech

Klaudyánova mapa se po světě rozšířila zásluhou basilejského kartografa Šebastiána Münstera, který od roku 1545 zařazoval zmenšenou kopii Klaudyánovy mapy do geografických a kosmografických knih, které v té době vydával. Münsterovy tisky mapy nekolovaly nikdy samostatně, ale vždy byly vevázány do knih, Ptolemaiovy Geografie nebo Kosmografií. První kopie se do třetího vydání Ptolemaiovy Geografie dostala v roce 1545. Klaudyánovo jméno se ale do Münsterova dřevořezu nedostalo a český původce nejstaršího samostatného obrazu Čech byl na dlouhou dobu zapomenut. V Ptolemaiově Geografii dal Münster mapě Čech titul: „Bohemiae nova descriptio tab. XVII“. V latinském vydání Kosmografie měla mapa titul: „Bohemiae descriptio iuxta insigniores eius civitates et oppida“ a v německém: „Bemher künigreich mit bergen und wälden gerings umb beschloossen“. Ve všech případech se jedná o otisk téhož štočku, jež byl zmenšený vůči původní mapě asi o 3/5. Münster uvedl mnoho míst dvojjazyčně, basilejský rytec tak nebyl schopen všechen obsah předlohy ztvárnit. Z královských měst tak vynechal Ústí nad Labem, z pánských Trutnov, z hradů, zámků a tvrzí polovinu a z městeček dokonce více než polovinu. Vysvětlil zato použité značky koruny, štítu, kalichu a dalších. Pohraniční les ztvárnil jako skutečnou horskou hradbu, zachoval tvar vodních toků, ale vyryl zřetelnější výtok Labe z Čech a u Blatné přidal velkou vodní plochu. Milníky zachoval, ale nezávislé na předloze doplnil mezi Třebíčem a Znojmem cestu na Vídeň a přidal také měřítko znázorňující 14 německých mil.

Kresba i popis ve štočku Klaudyánovy mapy byly řezány ručně, kdežto Münsterův štoček je kombinací dřevořezu a typografické sazby. Názvosloví měst a řek je vysázené z kovových liter zasazených a zatmelených do výřezu v dřevěné formě, popis tak mohl být pro jednotlivá vydání měněn. Často však docházelo k vydrolování a vypadávání nápisu, které musely být nahrazovány, jednotlivé výtisky se tak mohou v podrobnostech lišit.

Kromě pěti latinských a dvaceti německých vydání Münsterovy Kosmografie, je ještě šest francouzských, dvě italská a jedno české. České vydání obstaral Zigmund z Puchova a vydal je jeho strýc Jan u tiskaře Jana Kosořského z Kosoře roku 1554. Otisk byl pořízen z dvojazyčného basilejského štočku, přestože německé názvy byly převedeny do češtiny a německé dublety vynechaný, zůstaly někde německé litery jako Milevßko, Kaßperk. Nahoře a po stranách štočku byly přidány erby 15 českých pánů. Po vytištění byl basilejský štoček upraven do původní podoby a použit k tisku ještě v roce 1679.

V roce 1550, tedy o pět let později, vzniká druhá kopie v Münsterových Kosmografiích v podobě malé mapky Čech. Jako předloha opět posloužila Klaudyánova mapa. Odkud Münster předlohu pro pořízení obou kopií získal není známo. Před vydáním Kosmografie shromažďoval mapový materiál pro topografii Německa, kterou chtěl doplnit atlasem map. V roce 1528 vytiskl spisek, v němž žádal všechny milovníky „geografického umění“ o zaslání náčrtů a map. Münster ke spisku doložil i návod, jak nakreslit okolí jednotlivých měst až do vzdáleností 6-8 mil a v roce 1550 již měl náčrtky 250 míst. Z Čech získal asi jenom obraz Chebu, který zařadil do Kosmografie. Obdržel i stručné údaje o dalších českých městech: v Kutné Hoře se doluje ryzí stříbro, v Litoměřicích máji dobré víno, v Lounech mnoho pšenice a ovoce, v Rakovníku zas vaří dobré pivo, v Berouně dolují železo a podobně. Některé z těchto informací použil později kartograf Abraham Ortelius, když jako první přetlumočil Crigingerovu mapu.

Mnohem později se v Münsterových Kosmografiích vyskytuje nová mapa Čech, opět orientovaná k jihu, ale již s údaji zeměpisných šířek. Titul má shodný s titulem německého vydání Münsterovy mapy a její měřítko je asi 1: 933 600. Jedná se o kompilaci Klaudyánova a Crigingerova obrazu, lze tedy předpokládat, že první tisk byl uskutečněn až po vydání Crigingerovy mapy. Kresba i nápisy jsou řezané do dřeva, tudíž se výtisky v různých vydáních Kosmografie od sebe vůbec neliší. Čerpáním ze dvou předloh, ve výsledné mapě vznikla chaotická místa, nejlépe je to viditelné v kresbě vodních toků.

Klaudyánovy mapy se zhostil i italský rytec Zalteri, jež ji převedl z dřevořezu na mědirytinu a změnil také orientaci na severní. Ovšem z důvodu neznalosti frakturního

písma se dopustil mnoha chyb a většinu českých místních jmen přečetl chybně. Například ve východních Čechách si přimyslel dvě nová města: Gradec a Traloue. Tomu se bohužel nevyvarovali ani mnohem zkušenější kartografové jeho doby. Přesto je Zalteriho kopie nepochybně velmi vzácným tiskem, jež je součástí vzácných atlasových souborů římského vydavatele map Antonia Lafreriho, pro něhož Zalteri pracoval. Celá italská práce nejspíše pochází z let 1564 – 1570.

Kopii Klaudyánovy mapy není moc, přesto mají zásluhu na tom, že obsah první české mapy se stal všeobecně známý. Velký podíl mají i kartograf Bernard Mercator, jež dle Münsterovy kopie v roce 1554 vykreslil Čechy na své velké mapě Evropy, a vídeňský kartograf Wolfgang Lazius, který pro svou rukopisnou mapu šmalkaldských tažení použil původní Klaudyánův tisk. Vznikaly i nákladné ručně malované kopie, z nichž se dochovaly dvě: jedna na zámku v Rychnově nad Kněžnou, druhá jako olejomalba na platně v Národním muzeu v Praze. Obě jsou považovány za kopie ze 16. století. Poté nastala doba, kdy se o Klaudyánovo dílo nikdo nezajímal, až počátkem 19. století jej oživil rukopisnými a tištěnými kopiemi František Jakub Jindřich Kreibich. [1]

3 GEOGRAFICKÉ INFORMAČNÍ SYSTÉMY

3.1 Základní princip

Většina objektů a jevů existuje ve vztahu k určitému místu na zemském povrchu, na kterém se vyskytuje, současně dochází v daném prostoru k jejich vzájemnému ovlivňování. Znalost umístění a prostorových souvislostí mezi objekty může být rozhodujícím faktorem v mnoha oborech lidské činnosti, je tedy důležité zaznamenat obojí současně: vlastní údaje o objektu a údaje o jeho poloze. Takový typ dat je znám pod názvem „geografická“ nebo také „prostorová data“ a počítačovému systému, jež je umožňuje ukládat či využívat, byl přiřazen termín „geografické informační systémy“, zkráceně GIS. Hlavními složkami GIS jsou počítačová technika, programové vybavení a geografická data. Soubor uvedených složek dovoluje efektivně získávat, ukládat, aktualizovat, analyzovat, přenášet a zobrazovat všechny druhy geograficky vztažených informací. [6]

3.2 Funkce GIS

Existují následující možnosti získání geografických dat:

- Primární – přímá tvorba nebo měření.
- Sekundární – digitalizace existujících mapových podkladů nebo výkresové dokumentace.
- Importování – existence dat v digitální podobě.

Bakalářská práce je zaměřená na sekundární způsob získání geografických dat, digitalizace tedy probíhá nad naskenovaným mapovým obrazem. Vytvořená data je většinou nutné zkontrolovat a případně upravit; mezi časté chyby patří: přetahy, nežádoucí průsečíky či chyby v hodnotách popisných atributů. Pro další práci je nutné data transformovat do uvažovaného souřadnicového systému.

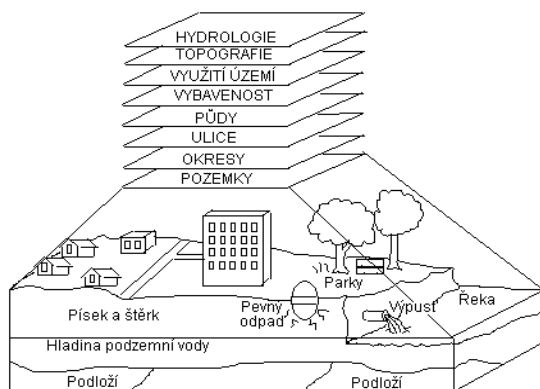
Mezi hlavní funkce GIS se řadí pořizování, využívání a aktualizace databáze s tematicky různorodými geografickými daty, které je dále možné analyzovat nebo kombinovat jejich údaje a tím určit polohu, kvalitu, stav a vývoj objektů či jevů. S jednotlivými objekty nebo skupinou objektů je možné provádět operace typu: vyříznutí, vklepení, vymazání, spojení či provést generalizaci tvarů prvků a agregaci prvků.

Získání požadovaných informací z geografických dat se provádí formou dotazů. Hlavními typy jsou dotazy na polohu, kdy chceme zjistit, které prvky se nacházejí v daném místě. Na ně navazují podmínkové dotazy, kdy ještě musí být splněná nějaká podmínka, třebaže dané prvky musejí ležet do určité vzdálenosti od jistého objektu. Dalšími jsou otázky na trend, jež sledují, jak se prvek mění v určitém období, cestovními otázkami lze zjistit nejlepší cestu mezi dvěma místy a strukturální otázky umožňují v oblasti sociálního nebo životního prostředí popsat a porovnat rozložení nějakého jevu, a pochopit procesy, jež toto rozložení určují. Posledním typem otázek lze ověřit různé modely reálného světa, například které oblasti zůstanou zatopeny při povodních. Takovou analýzou dat vytváříme data nová, která se v původní databázi nevyskytují. Základní operace se provádějí kombinací geografických vrstev, které se řídí vzorci a postupy sestavenými pro konkrétní situaci. Data je možné prezentovat formou map, grafů, tabulek či virtuálním zobrazením části obsahu prostorové databáze, vizualizace je také možná, aniž by byl obsah databáze měněn. [6]

3.3 Dělení dat

Data jako složky reálného světa jsou formou textů, tabulek, grafů, map, družicových snímků uloženy v různých geografických vrstvách³⁾, které lze libovolně nakládat na sebe (obr.6).

Obr. 6: Geografická data znázorňující jednotlivé složky reálného světa do podoby geografických vrstev [4]



³⁾ Z anglického originálu „Shapefile“; používaná terminologie u software ArcGIS.

Mapové informace se dělí na dva základní typy: prostorová data - prostorově lokalizační informace a tématická data - popisné informace o geografických prvcích. V rámci GIS rozlišujeme dva základní typy dat, jež se liší nejen způsobem uložení v databázi, ale i charakterem přiřazení tematické informace, jsou to data rastrová a vektorová.

Rastrová data představují obrázek složený z pravidelné sítě bodů⁴⁾, k nimž jsou vztaženy hodnoty popisující zkoumaný jev na zemském povrchu. Polohová lokalizace jevu je určena souřadnicemi x, y, z bodů sítě. Rastrová data charakterizuje přímá vazba mezi polohovou a tématickou složkou, zadáním souřadnic je tedy okamžitě nalezen bod a k němu vyvolán tématický obsah. Souřadnice z je nejčastěji prezentována nějakou barvou, která může reprezentovat konkrétní hodnotu nějaké tematické vlastnosti (nadmořská výška, výška srážek). Pokud hodnota z nereprezentuje nějakou jasně definovanou vlastnost, mapa je uložena v GIS jen jako obrázek, který sám o sobě k ničemu neslouží, protože nelze přiřadit barevným hodnotám žádné vlastnosti. Takový obrázek se používá jako podklad pro vektorizaci. Hlavní nevýhodou rastrových dat je jejich značná paměťová náročnost, která je daná velikostí bodu.

Vektorová data vyjadřují geometrické vlastnosti jevů na zemském povrchu pomocí základních prvků (bodů, linií, ploch) a vznikají digitalizací mapového podkladu. Prostorová i tématická informace je vázána k identifikátoru objektu. Výhodou vektorových dat je možnost pracovat s jednotlivými objekty jako se samostatnými celky, tomuto typu dat jsou také vlastní menší nároky na paměť. Oproti rastrovým datům mají jistou nevýhodu, složitěji se zjišťuje odpovědi na polohové dotazy a tvoří překryty vektorových vrstev. [6]

3.4 Využití

Geografické informační systémy jsou nejčastěji využívány v přírodovědných disciplínách:

- Vedení grafické dokumentace vědecko-výzkumných projektů a studií.
- Tvorba počítačových map a řady grafických digitálních výstupů.
- Modelování prostorových jevů.

⁴⁾ Bod obrázku neboli pixel je nejmenší jednotkou rastru. Zkratka pixel vznikla z anglických slov „picture element“.

Přestože jsou GIS technologie poměrně drahé, nebrání to jejich značnému rozvoji i u nás. Jednou z nejzákladnějších funkcí GIS je výroba mapových děl, nicméně nepatří mezi nejčastěji využívanou. Častěji se aplikuje pro ukládání a analýzu geografických dat v oblasti politiky, ochrany přírody, pěstování lesa, zemědělství, monitoringu ovzduší, meteorologie a dalších.

3.5 Prostředí software ArcGIS

Nejnovější verze geografického systému ArcGIS⁵⁾ je 9.2, tvoří jej tři části: desktop, server a mobilní. Pro vypracování bakalářské práce byl použit produkt z kategorie ArcGIS Desktop, s názvem ArcView, jež poskytuje rozsáhlé nástroje pro tvorbu map, editaci a prostorové operace. V rámci daného produktu byly využívány následující aplikace: ArcCatalog a ArcMap.

Aplikace ArcCatalog organizuje a spravuje data GIS: mapy, datové sady, modely, metadata a další. Mimo jiné obsahuje sadu nástrojů, jež plní funkce jako: vyhledávání a prohlížení geografických informací, zaznamenání a správu metadat nebo definování, export a import schémat a návrhů z databáze.

Stěžejní aplikací ArcGIS Desktop je ArcMap, který poskytuje souhrnné prostředky pro tvorbu map a je tak určen pro všechny mapové úlohy, prostorové analýzy či editace dat. Poskytuje možnost nahlížet na mapu jako na zobrazení geografických dat, se kterými lze pracovat formou geografických vrstev, lze zde měnit symboliku, analyzovat či kompilovat datové sady. Tyto změny se provádí v tabulce, která je nositelem vlastností vykreslení vrstev. Druhý pohled na mapu je formou zobrazení výkresu mapy, který slouží pro práci s mapovými stránkami, jež kromě geografických dat obsahují i mapové prvky jako legendu a měřítko. Funkce je určená pro tvorbu mapových kompozic. [7]

⁵⁾ Produkt firmy ESRI - Environmental System Research Institute, světového tvůrce software pro geografické informační systémy (GIS). Sídli v Kalifornii, USA.

4 TECHNICKÉ ZPRACOVÁNÍ MAPY

Klaudyánova mapa Čech je kulturní památkou, která je majetkem Biskupství litoměřického, z jehož souhlasem je možné získat mapu na CD nosiči. Originál je uložen ve Státním oblastním archivu v Litoměřicích. Pro účely vypracování bakalářské práce byla použita barevná kopie, kterou poskytla Laboratoř geoinformatiky Univerzity J.E.Purkyně v Ústí nad Labem⁶⁾.

4.1 Digitalizace metodou skenování

Pro potřeby dalšího zpracování v prostředí GIS, bylo nezbytné převést mapu z analogové formy do digitálního záznamu. Metodou skenování, která dovoluje uchovávat informace v celé ploše předlohy se všemi detaily, je možné z hlediska prostorového i kolorimetrického pořídit věrnou kopii. Naskenovaný obrázek se uloží v bitmapovém formátu TIF, čímž vznikne rastrový soubor mapy.

4.2 Hustota skenování a barevná hloubka

Při skenování je velmi důležitým parametrem hustota skenování, která je udávána v jednotkách dpi, což je zkratka pro „dots per inch“, tedy body na palec. Pro běžné zpracování se používají rozlišení v rozmezí 200 až 400 dpi, v závislosti na jemnosti kresby a účelu. Při rozlišení pod 200 dpi již dochází k mírným ztrátám v detailech, hlavní informace je přesto stále dobře čitelná. Naopak, při hustotě skenování vyšší než 400 dpi, nedochází k výraznému zlepšení obrazu. Volba nejvhodnější hustoty ale vždy závisí na konkrétní mapě, v případě Klaudyánovy mapy Čech byla volena hodnota hustoty 300 dpi, jež byla shledána jako dostatečná pro zachování optimální kvality záznamu.

Dalším nastavitelným parametrem je barevná hloubka, tedy počet barev, které skener dokáže rozlišit a převést do počítače. Zpracovávaná mapa je barevná, a proto pro ni byla použita metoda 24-bitového snímání obrazu pro tři barevné složky RGB, někdy označované jako „true color“. Pro 24-bitový barevný druh obrazu je počet barev roven $2^{24} = 16\,777\,216$. [8]

⁶⁾ V rámci projektu 205/04/0888 GA ČR - Georeferencování a kartografická analýza historických mapování Čech, Moravy a Slezska, se zabývá problematikou georeference a kartografické analýzy starých map; <http://oldmaps.geolab.cz>.

5 PRÁCE S RASTREM A VEKTOROVÝMI DATY

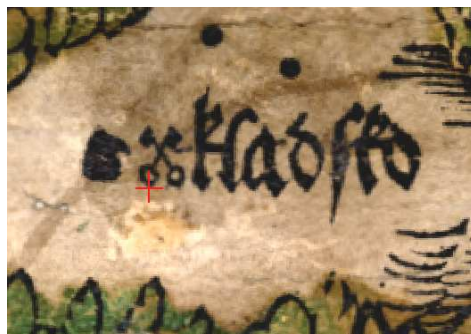
5.1 Georeference rastru

Získaný rastr byl importován do prostředí GIS, postrádal však jednu velmi důležitou charakteristiku a to umístění v prostoru, tedy jednoznačné definování jeho polohy pomocí souřadnicového systému. Tento krok byl proveden v prostředí ArcCatalog, kde byl zvolen jako vhodný souřadnicový systém S-JTSK⁷⁾, jehož počátek byl automaticky umístěn v levém dolním rohu rastru. Software ArcGIS používá opačnou orientaci i znaménko u souřadnicových os systému S-JTSK, proto kladná osa x, vložená do spodní hrany rastru, směřuje na východ a kladná osa y na západ. V takto definovaném souřadnicovém systému byla provedená podobnostní transformace, neboli georeference, obrazového záznamu do vlastní souřadnicové soustavy. K tomu byla využita sada nástrojů „Georeferencing“, jež je nejsnazší zvolenou metodou, jakou software ArcGIS nabízí.

Vlastní georeferencování se provádí buď manuální metodou pomocí identických bodů, jinak zvaných vlíčovací body, nebo přímým zadáním souřadnic. V obou případech jsou určitému pixelu rastru určeny konkrétní mapové souřadnice. Následně se každému pixelu výsledného obrazu přiřadí nová hodnota vypočtená na základě obrazu původního, jedná se o takzvané převzorkování. Volila jsem druhou možnost, přímé zadání souřadnic, kdy bod o souřadnicích $X = Y = 0$ m, byl zvolen v městě Kladsko (dnes polské město Kłodzko) a další bod o souřadnicích $X = 1000$ m a $Y = 0$ m byl zvolen v městě Frýdlant (dnes město Frýdlant). Body byly umístěny v levé spodní části sídlištní značky klíče (obr.6). Zadáním dvou dobře identifikovatelných bodů byla definována kladná osa x. Oba body byly s rozvahou vybrány tak, aby jejich spojnice co možná nejpřesněji kopírovala spodní hranu rastru a během transformace došlo k jeho minimálnímu natočení.

⁷⁾ S-JTSK: Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální; systém byl založen na konformním kuželovém zobrazení v obecné poloze roku 1922 Ing. Křovákem. Zeměpisná šířka a délka jsou charakterizovány na Besselově elipsoidu. Pro převod do kartézského souřadnicového systému S-JTSK, jež je znám jako Křovákovo zobrazení, se používá Gaussova koule. Osa x je orientována k jihu a osa y na západ. Více informací na <http://gis.vsb.cz>.

Obr. 7: Umístění bodu označeno červeným křížkem



V určeném vlastním souřadnicovém systému bude probíhat další zpracování rastru, vektorizace. Na závěr je důležité uložit umístění rastru, v menu „Georeferencing“ pomocí „Update Georeferencing“. Tím se vytvoří externí soubor ve formátu TFW, který obsahuje informaci o umístění rastru v obecném dvourozměrném souřadnicovém systému, a soubor ve formátu AUX, který definuje o jaký souřadnicový systém se jedná. Data jsou dále tvořena trojicí souborů TIF, TFW a AUX. [9]

5.2 Vektorizace mapy: tvorba tříd a atributů

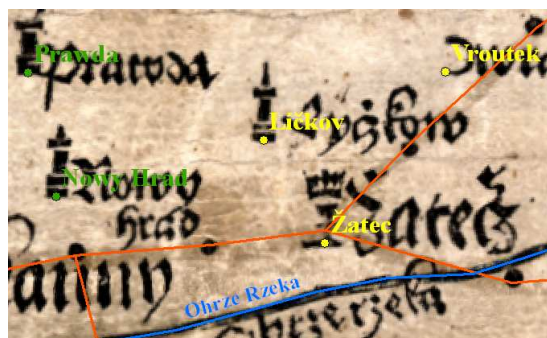
Tvorba vektorových dat vzniká na základě vektorizace rastrového podkladu. Digitální vektorová forma, na rozdíl od rastru, umožňuje další práci s takto získanými daty, například připojení atributových dat k danému vektoru, což jinak řečeno znamená přiřazení různých informací k jednotlivým objektům reprezentovanými čarami nebo symboly. Prvním krokem je výběr objektů, které budou ze zdrojových rastrových dat vektorizovány. Poté se v prostředí ArcCatalog vytvoří geodatabáze⁸⁾, ve které se založí nové třídy⁹⁾ pro jednotlivé objekty. V každé třídě je nutné definovat její název, geometrický typ, atributy prvků a zvolit jednotný souřadnicový systém. Dále se v prostředí ArcMap každému symbolu, který je používán v rámci jedné třídy, přiřadí vlastnosti jakými jsou barva, velikost či tloušťka.

Nad rastrem mapy byly snímány tyto objekty: města, městečka, hrady, zámky, kláštery, tvrze, dále říční a cestní sítě. Vzhledem k tomu, že hradům, zámkům, klášterům a tvrzím Mikuláš Klaudyán přiřadil jednotnou značku, je pro ně vytvořena i jedna třída s názvem „hrady“. Sítě cest byly vektorizovány po tečkových milnících (obr.7).

⁸⁾ Označení databáze, z anglického originálu „Personal Geodatabase“, používané terminologie u software ArcGIS.

⁹⁾ Z anglického originálu „Feature Class“, používané terminologie u software ArcGIS.

Obr. 8: Ukázka vektorizace: žlutě města, zeleně hrady, modře řeky, oranžově sítě cest



Celkem tedy bylo vytvořeno pět tříd, tři z nich jsou tvořeny bodovými prvky a dvě líniovými prvky (tab.1). Jedna ze tříd s názvem „města“ obsahuje města, městečka a zaniklé či dochované hrady, zámky, kláštery a tvrze, v místě kterých do dnešního dne vznikly obce nebo části obcí. Ve třídě s názvem „zaniklá“ se nachází jeden objekt, s původním názvem Hrad, který nebylo možné pomocí žádných dostupných zdrojů identifikovat.

Tab. 1: Přehled tříd s definovaným názvem, geometrickým typem a určeným počtem objektů

Třída	Název	Geometrický typ	Počet objektů
1.	města	bod	240
2.	hrady	bod	32
3.	zaniklá	bod	1
4.	řeky	linie	9
5.	cesty	linie	264

Nové atributy, jež byly vytvořeny pro třídy vektorizovaných objektů, jsou jakousi vazbou na negrafické informace typu: původní a nový název objektu, specifikace dělení měst, souřadnice ve vlastním souřadnicovém systému a v S-JTSK (tab.2).

Tab. 2: Přehled názvů vytvořených atributů pro dané třídy

Název třídy	Název atributu						
města	starý název	nový název	druhy měst	sx	sy	SXOB	SYOB
hrady	starý název	nový název					
řeky	starý název	nový název					
zaniklá	starý název						

Poslední dvě zmiňované položky jsou přiřazeny pouze třídě s názvem „města“ a budou použity v dalším zpracování rastrových a vektorových dat, kdy poslouží k sestavení transformačního klíče a budou provedeny různé metody transformací. Mapové souřadnice x, y (dle názvu atributu sx, sy) ve vlastním souřadnicovém systému byly automaticky přepočteny v atributové tabulce pomocí funkce „Calculate Geometry“. Souřadnice X, Y (dle názvu atributu SXOB, SYOB) v systému S-JTSK byly získány z dat Českého statistického úřadu, který na svých internetových stránkách zpřístupnil prohlížeč UIR-ZSJ. Územně identifikační registr (ÚIR) obsahuje názvy, kódy, vzájemné vazby a doplňující informační údaje o obcích, katastrálních územích a základních sídelních jednotkách (ZSJ). Získaný soubor s názvem „obce“, ve formátu dBase IV s příponou DBF, byl upraven v programu Excel tak, aby výsledná tabulka obsahovala pouze sloupce s názvy obcí a jejich souřadnicemi. Těm je nutné, pro jejich správné zobrazení v ArcGIS, předřadit znaménko mínus. Vzhledem k tomu, že dBase a ArcGIS pracují s jinými národními znakovými sadami (Latin 2, Win1250), byl soubor převeden pomocí konvertoru kódování češtiny prevod10.exe¹⁰⁾, který pracuje v systému MS-DOS. Po konverzi kódování jsou data připravena a formou externí tabulky je lze připojit k dané vrstvě na základě funkce „Join“. Propojovací položkou pro všechny tabulky je položka „nový_název“. Takto byly získány souřadnice obcí v současně platném souřadnicovém systému S-JTSK. Avšak Klaudyánova mapa Čech obsahuje i části obcí a čtyři polské města, jejichž souřadnice byly určeny jiným způsobem. Pomocí digitálního atlasu IZGARD¹¹⁾ byly určeny souřadnice S-JTSK částí obcí. Pro lokalizaci polských měst byla použita služba Mapy.cz¹²⁾ a funkce GPS¹³⁾, která zobrazuje geografické souřadnice, zeměpisnou šířku a délku, v systému WGS84¹⁴⁾.

¹⁰⁾ Volně šiřitelný konvertor kódování češtiny prevod10.exe, jehož autorem je David Voříšek.
Dostupné z: <http://www.volny.cz/vorisekd>.

¹¹⁾ IZGARD - Intranetový zobrazovač geografických armádních dat; volně dostupná aplikace na internetových stránkách Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu: <http://izgard.cenia.cz>.

¹²⁾ Použití mapové aplikace serveru <http://www.mapy.cz>.

¹³⁾ GPS – Global Positioning System – Globální polohový systém; navigační systém pro určování polohy na zemském povrchu.

¹⁴⁾ WGS84 – World Geodetic System 1984 – Světový souřadnicový systém; určen elipsoidem WGS84 z roku 1984. Definován souborem pozemních stanic GPS. Zaveden roku 1998 ve vojenském a civilním letectvu a v Armádě ČR je běžně používán v rámci kooperace s armádami NATO a standardizace v geodézii a kartografii. Více informací na: <http://krovak.webpark.cz>.

Pro vzájemný převod mezi souřadnicovými systémy WGS84 a S-JTSK byl použit geografický kalkulátor VB106¹⁵⁾.

Pod názvem atributu „druhy měst“ se skrývá informace o dělení osídlených oblastí, jež se v 16. století používalo. Města jsou rozlišena na dvě základní skupiny: královská a panská a dvě podskupiny: katolická a kališnická. Pro vytvořené třídy dále platí, že atribut pojmenovaný jako „starý název“ obsahuje údaje o původních názvech použitých na mapě a atribut „nový název“ je nositelem informace soudobého názvu. Jelikož dnešní podoba sítě komunikací je natolik vzdálená vyobrazení Klaudyánovu, nebyl pro třídu zvektorizovaných silnic vytvořen žádný atribut.

¹⁵⁾ Geografický kalkulátor VB106 je jedním ze základních modulů obsažených v software Visual Matkart 2004, který poskytl Prof. Ing. Bohuslav Veverka, DrSc. z katedry mapování a kartografie fakulty stavební ČVUT v Praze.

6 METODY GEOMETRICKÝCH TRANSFORMACÍ

Transformace, provedená formou přímého zadání souřadnic, již byla použita po importování rastru do prostředí GIS, kdy byla definována jeho poloha pomocí vlastního souřadnicového systému. Aby mohla být zjištěna přesnost mapového obrazu, je takový rastr nutné připojit na již existující souřadnicová data, tedy současně používaný souřadnicový systém S-JTSK. Transformace tedy vychází z existence dvou různých záznamů stejného území a převod z jedné souřadnicové soustavy do druhé se provádí pomocí identických bodů. Obzvláště v případě starých map jsou voleny tak, aby byly spolehlivě identifikovatelné na obou záznamech a vzhledem ke konfiguraci terénu či kulturním tradicím nezměnily svou zeměpisnou polohu. U Klaudyánovy mapy Čech byly jako identické body určeny města a transformační klíč byl sestaven z jejich souřadnic v obou systémech. Tedy ze souřadnic x, y ve vlastním souřadnicovém systému získaných vektorizací mapového obrazu a souřadnic X, Y v aktuálním systému S-JTSK. Identických bodů je celkem 240.

Pro transformaci mapového obrazu byl použit nástroj „Georeferencing“, který nabízí pět metod transformace: polynomickou 1. řádu (afinní), polynomickou 2. a 3. řádu, „adjust“ a „spline“. Aplikace nástroje „Spatial Adjustment“ naopak umožňuje transformaci zvektorizovaných vrstev pomocí čtyř metod transformace: afinní, projektivní, podobnostní a „rubbersheet“. Transformační klíč byl sestaven v textovém formátu a v obou zmíněných případech je třeba jej před samotnou transformací načíst do „link table“ neboli spojovací tabulky, ve které se pro provedení transformace vypočtou střední kvadratické odchylky na jednotlivých identických bodech, ale i výsledná odchylka celé transformace. Výsledek transformace je dále možné upravit postupným odstraněním bodů, na kterých má odchylka největší hodnotu. Avšak je důležité dbát na rozmístění bodů, jež musí být v rámci celé plochy rovnoměrné. Pokud by byl vytvořen v jedné části shluk více bodů, ač budou celkové hodnocení zpřesňovat, budou mít na celkovou transformaci spíše negativní vliv, neboť bude preferována oblast s větším počtem bodů.

6.1 Podobnostní transformace

Lineární konformní transformace, která v sobě zahrnuje následující čtyři operace: posun ve směru x , posun ve směru y , pootočení a změnu měřítka, která je v obou směrech souřadnicových os stejná. Přitom se předpokládá, že koeficienty charakterizující

tyto operace jsou konstantní v celé transformované oblasti. K výpočtu postačují dva identické body, vnitřní úhly se zachovávají a nedochází tak k žádné deformaci tvaru, čtverec zůstává čtvercem.

Transformační vztah má tvar:

$$X = a.x + b.y + \Delta x$$

$$Y = a.y - b.x + \Delta y$$

kde

$$a = q.\cos(\omega)$$

$$b = q.\sin(\omega).$$

Pro jednotlivé koeficienty platí označení¹⁶⁾: Δx , Δy jsou posuny počátku souřadnicového systému ve směrech příslušných souřadnicových os, q je změna měřítka, ω je úhel rotace mezi původním a novým systémem. Dále x , y jsou souřadnice bodu ve zdrojovém systému, ze kterého transformujeme a X , Y souřadnice bodu v cílovém systému, do kterého transformujeme. Jestliže je $q \neq 1$ jedná se o podobnost, pro $q = 1$ o shodnost. [10]

6.2 Afinní transformace

Speciální případ polynomicke transformace, konkrétně 1. řádu, která obsahuje šest následujících operací: posun ve směru x , posun ve směru y , pootočení, změnu měřítka ve směru x , změnu měřítka ve směru y a změnu úhlu, kterou svírají osy x , y . Transformace je jednoznačně určena třemi identickými body. Dochází zde ke změně vnitřních úhlů, která se projevuje deformací tvaru, ze čtverce tedy může být obdélník nebo kosodélník. Vlastnost odlišné změny měřítka ($M_x \neq M_y$) ve směru os x , y lze využít například v případě, že je nutné eliminovat ovlivnění souřadnicového systému některými vedlejšími faktory, jako je srážka papírových map v různých směrech.

¹⁶⁾ Označení koeficientů platí pro všechny vzorce uvedené v bakalářské práci.

Transformační vztah má tvar:

$$X = a_0 + a_1.x + a_2.y + a_3.xy + a_4.x^2 + a_5.y^2 + \dots$$

$$Y = b_0 + b_1.x + b_2.y + b_3.xy + b_4.x^2 + b_5.y^2 + \dots$$

Pro 1. stupeň transformace se vztah zjednoduší na:

$$X = a_0 + a_1.x + a_2.y$$

$$Y = b_0 + b_1.x + b_2.y$$

respektive:

$$X = a.x + b.y + \Delta x$$

$$Y = c.y - d.x + \Delta y$$

kde

$$a = q_x \cdot \cos(\omega_x)$$

$$b = q_y \cdot \sin(\omega_y)$$

$$c = q_y \cdot \cos(\omega_y)$$

$$d = q_x \cdot \sin(\omega_x).$$

Pro koeficienty platí: q_x a ω_x jsou změna měřítka a stočení v ose x, q_y a ω_y změna měřítka a stočení v ose y. [10]

6.3 Polynomické transformace druhého a vyšších řádů

Transformace, která se vrůstajícím řádem, dovoluje přidáním většího počtu identických bodů zpřesňovat polohu uvnitř mapy. U polynomů vyšších řádů již dochází k lokálním deformacím dle kvadratické nebo kubické plochy. V oblastech mimo identické body je mapová kresba výrazně deformována. V případě polynomu druhého řádu je zapotřebí znát souřadnice minimálně šesti identických bodů, při použití polynomu třetího řádu pak deseti identických bodů. V praxi se používají pouze polynomické transformace 2. a 3. řádu, jelikož vyšší řády nepřinášejí podstatnější zvýšení přesnosti. Je vhodná pro transformaci map, které doznaly deformaci kvůli vlhkosti, třeba z důvodu nevhodného uskladnění. [11]

Transformační vztah polynomické transformace 2. řádu má tvar:

$$X = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot y + a_3 \cdot xy + a_4 \cdot x^2 + a_5 \cdot y^2$$

$$Y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot y + b_3 \cdot xy + b_4 \cdot x^2 + b_5 \cdot y^2$$

Transformační vztah polynomické transformace 3. řádu má tvar:

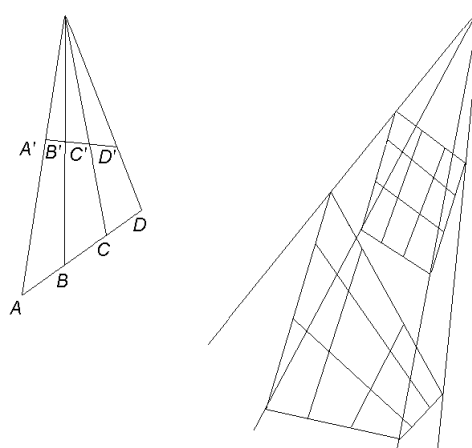
$$X = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot y + a_3 \cdot xy + a_4 \cdot x^2 + a_5 \cdot y^2 + a_6 \cdot x^2 y + a_7 \cdot xy^2 + a_8 \cdot x^3 + a_9 \cdot y^3$$

$$Y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot y + b_3 \cdot xy + b_4 \cdot x^2 + b_5 \cdot y^2 + b_6 \cdot x^2 y + b_7 \cdot xy^2 + b_8 \cdot x^3 + b_9 \cdot y^3$$

6.4 Projektivní transformace

Známa především z fotogrammetrie, princip spočívá v zobrazení bodů pomocí středového promítání z jedné roviny do druhé. Tato transformace není konformní a měřítko není konstantní, zachovává se dvojpoměr v rámci čtveřice bodů ležících na přímce (obr.9).

Obr. 9: Projektivní transformace: středové promítání z jedné roviny do druhé [12]



Přímky se zobrazují opět jako přímky. Přímky rovnoběžné v originále po transformaci směřují do společného bodu, úběžníku. Pro určení osmi neznámých koeficientů (a, b, c, d, e, f, g, h) je potřeba nejméně čtyř identických bodů v obou soustavách. [10]

Transformační vztah má tvar:

$$X = \frac{a.x + b.y + c}{g.x + h.y + 1}$$

$$Y = \frac{d.x + e.y + f}{g.x + h.y + 1}$$

6.5 Transformace s nadbytečným počtem identických bodů

U všech výše uvedených základních typů transformace platí: máme-li k dispozici nadbytečný počet identických bodů, lze vypočítat neznámé koeficienty transformace metodou nejmenších čtverců (MNČ). Musí být splněná podmínka minimalizace součtu druhých mocnin odchylek na identických bodech. Odchyly jsou vyjádřeny rovnicemi oprav, jež se z dané podmínky odvodí. Ve většině případů se jedná o nelineární vztah a je proto nutné provést linearizaci: přibližně se odhadne hledané koeficienty pomocí identických bodů a dále se již vychází z předpokladu, že vztah mezi přibližnou hodnotou a hodnotu hledanou je lineární, tímto způsobem se získají linearizované rovnice oprav. Z podmínky MNČ dále plyne, že je třeba najít minimum druhých mocnin linearizovaných rovnic oprav, následuje hledání nulové derivace, což vede k soustavě výsledných lineárních rovnic. [12]

6.6 Transformace typu: „adjust“, „spline“ a „rubbersheet“

Jedná se o specifické transformace, jejichž principy fungování jsou poměrně složité, zejména určení tvarů transformačních rovnic a koeficientů. Většina publikací zabývajících se transformacemi se o těchto druhých speciálních transformací zmiňuje jen obecně, ani tato práce nebude výjimkou a u každé transformace charakterizují pouze její princip.

„Adjust“ transformace je optimálním typem transformace, zejména ve využití metody nejmenších čtverců, ale i z důvodu zachování lokální přesnosti. Jejím základem je algoritmus, který kombinuje polynomickou transformaci a interpolační techniku TIN¹⁷⁾. Pomocí interpolační techniky TIN jsou identické body spojeny s nejbližšími body v okolí

¹⁷⁾ TIN - zkratka anglických slov „triangulated irregular network“, jedná se o trojúhelníkovou nepravidelnou síť.

liniemi, vzniká tak síť nepřekrývajících se trojúhelníků. K provedení transformace je zapotřebí minimálně tří bodů¹⁸⁾.

Speciální transformace „spline“ používá matematicky generované křivky, které následně modelují daný povrch. Pro metodu spline křivek je typické, že generují hladký povrch, procházející vstupními body. Tato transformace patří do skupiny nereziduálních transformací, to znamená, že dotahuje identické body zdrojové soustavy na body cílové soustavy beze zbytku (rezidua). [9]

Do obdobné kategorie nereziduálních transformací spadá i typ “rubbersheet“. U této metody dochází k lokální deformaci podle identických bodů. Mezi nimi je prováděna lokální transformace po trojúhelnících, zpravidla afinní, s dodatečnou podmínkou plynulého přechodu na hraně trojúhelníků. Tak je zajištěno, že na identických bodech nejsou žádné odchylky. Osvědčí se zejména při velkém množství bodů, u transformací starých map bez geodetického základu do současných referenčních systémů, kdy je důležité, aby objekty (města) ležely ve správné poloze a úměrně tomu byly deformovány mezilehlé prostory (lesy, cesty). [11]

¹⁸⁾ Informace získány z manuálu obsaženého v rámci software ArcGIS.

7 PŘESNOST MAPY

7.1 Zkoumání přesnosti mapového obrazu

Vzhledem k tomu, že u funkce „Georeferencing“ nelze hodnoty odchylek na jednotlivých identických bodech zobrazit v „link table“ vzestupně, bylo obtížné po vyřazení bodu sledovat, jak se přepočtené hodnoty odchylek na jednotlivých identických bodech mění. Přesto jsem u polynomicke transformace 1. řádu (afinní) postupně vyřadila 33 bodů s největšími odchylkami, přitom bylo zachováno rovnoměrné rozmístění bodů v rámci celé plochy. Přepočtené hodnoty odchylek měly kolísavý charakter, u některých bodů vzrostly nebo se naopak snížily o přibližně stejnou hodnotu. Stejný princip vyřazování bodů byl použit i u ostatních transformací (tab.3).

Tab. 3: Přehled použitých transformací a hodnot střední kvadratické odchylky

Metoda transformace	Polynomicke			„Adjust“
	1. řádu	2. řádu	3. řádu	
Střední kvadratická odchylka [km]	14,3	12,7	10,5	2,8
Počet vyřazených identických bodů	33	25	2	2
Střední kvadratická odchylka po vyřazení identických bodů [km]	10,6	10,0	10,1	0,6

U polynomicke transformace 3. řádu mohly být vyřazeny jen 2 body, po další eliminaci docházelo k příliš velké deformaci rastru. Obdobný případ nastal u transformace typu „adjust“, kdy další vyloučení bodu způsobilo i zhoršování výsledné hodnoty odchylky celkové transformace. U metody „spline“ nejsou na identických bodech žádné odchylky.

Volbou metody transformace je tedy možné dosáhnout různé přesnosti mapového obrazu. Při použití transformace nižších řádů se zachovávají původní prostorové vztahy, naopak při použití transformace vyšších řádů dochází k co největšímu ztotožnění se současným stavem a obraz se tak částečně deformuje (obr.10).

Obr. 10: Deformace rastru po provedení transformací: zobrazení oblasti Prahy; červené body označují polohu města v systému S-JTSK, modré úsečky znamenají hodnoty odchylek



7.2 Zkoumání přesnosti zvektorizovaných vrstev

Použití funkce „Spatial Adjustment“ umožňuje hodnoty odchylek na jednotlivých identických bodech zobrazit v „link table“ vzestupně. Tak se lze, po vyřazení bodu, ve změně přepočtených hodnot odchylek na zbylých identických bodech lépe orientovat. Obdobný případ nastal u afinní, projektivní a podobnostní transformace, kdy mělo smysl vyřadit jen jeden bod, který měl výrazně vyšší hodnotu odchylky od ostatních identických bodů. Každou další eliminací docházelo k takovému způsobu přepočtu odchylek na zbylých bodech, že vždy u jednoho z nich byla hodnota odchylky výrazně vyšší

a zpřesnění celkové transformace nebylo výrazné. U transformace typu „rubbersheet“ nejsou na identických bodech žádné odchylky (tab.4).

Tab. 4: Přehled použitých transformací a hodnot střední kvadratické odchylky

Metoda transformace	Afinní	Projektivní	Podobnostní
Střední kvadratická odchylka [km]	14,2	13,4	15,5
Počet vyřazených identických bodů	1	1	1
Střední kvadratická odchylka po vyřazení identických bodů [km]	13,9	13,1	15,1

7.3 Zhodnocení výsledků transformací

Různorodost transformací, které ArcGIS 9.2 nabízí, umožňuje zvolit takový typ transformace, jež je z hlediska přesnosti nejvhodnější a zároveň dochází k minimální deformaci rastru.

Ze zkoumání přesnosti mapového obrazu je patrné, že při použití polynomických transformací je výsledná hodnota střední kvadratické odchylky přibližně stejná a pohybuje se kolem hodnoty 10,0 km. Přihlédneme-li k faktu, že polynomické transformace nižších řádů zachovávají původní prostorové vztahy oproti řádům vyšším, jako nejvhodnější se jeví polynomická transformace 1. řádu, tedy afinní. Transformace typu „adjust“ skýtá překvapivé možnosti přesnosti oproti polynomickým transformacím, avšak na úkor deformaci rastru, což je na první pohled patrné. Metoda „spline“ se řadí mezi nereziduální transformace, jež transformuje beze zbytku, na identických bodech tedy nejsou žádné odchylky a rovněž tak dochází k deformaci rastru.

Analýza přesnosti zvektORIZOVANÝCH vrstev ukázala, že výsledná hodnota střední kvadratické odchylky se u afinní, projektivní a podobnostní transformace liší o nepříliš významnou hodnotu, zhruba o 1 až 2 km. Do důsledku lze za nejpřesnější z nich považovat projektivní transformaci z výslednou střední kvadratickou chybou 13,1 km. Výjimku tvoří poslední z použitých transformací typu „rubbersheet“, u níž je zajištěno, že na identických bodech nevznikají žádné odchylky.

7.4 Měřítko mapy

Po dohodě s vedoucím bakalářské práce a s přihlédnutím ke dvěma následujícím faktorům, složitosti určení měřítka mapy a možnosti rozpracovat podrobně

tuto problematiku v samostatné práci, byla hodnota měřítka mapy převzata ze dvou literárních zdrojů. V jedné z uvedených publikací je přibližná hodnota měřítka 1 : 685 000, která byla odvozená od mílových vzdáleností zakreslených v mapě pomocí tečkových milníků, kdy tyto hodnoty byly srovnány se skutečnými vzdálenostmi těchto míst. Další publikace udává měřítko v následujícím rozmezí: 1: 637 000 až 1 : 685 000. [1], [4]

8 ZÁVĚR

Bakalářská práce mapuje celý proces zpracování Klaudyánovy mapy Čech do prostředí GIS. Krok po kroku popisuje problematiku digitalizace, georeference a vektorizace historické mapy, která je neocenitelným zdrojem informací.

Při bližším seznámení s geografickými informačními systémy lze nahlédnout do jejich vývoje, k jakému v uplynulých letech bezesporu dochází. Zaměříme-li svou pozornost na transformace, u kterých kromě jejích základních typů vznikají i různé speciální druhy, lze tento fakt přičítat jedině rozvoji GIS. Díky nim se stalo nutností zpracovat mapy získané z odlišných zdrojů a většinou vytvořené i v různých kartografických zobrazeních. Poté nezbývá než mapy transformovat do jediného zobrazení s jediným rovinným kartézským souřadnicovým systémem a v tomto ohledu význam transformací nepochybně roste.

Analýzu přesnosti, která byla provedená v rámci této práce je třeba vnímat jako subjektivní hodnocení provedených geometrických transformací. Hlavním cílem bakalářské práce bylo získat geografická data, která uložena v geodatabázi, jsou dostupná komukoliv, kdo by se problematice převodu map do prostředí GIS, analýze přesnosti mapy či další práci s geografickými daty, rád věnoval.

Jednou z mnoha možností jak získaná geografická data dále zúročit, je jejich prezentace na internetu formou mapového serveru. Data je možné zpřístupnit i pomocí webových mapových služeb, jež umožňují poskytovat data jiným aplikacím.

9 OBSAH PŘÍLOH A PŘILOŽENÉHO CD

Mezi výsledky této práce se řadí tři přílohy. Na první z nich „Zobrazení českých zemí na Klaudyánově mapě Čech z roku 1518“, jsou zvektorizovaná data v místním systému, jež zobrazují česká města a jejich dělení na dvě hlavní skupiny: královská a panská, a dvě podskupiny: katolická a kališnická. Dále zde jsou zobrazená městečka, hrady, zámky, kláštery, tvrze společně se sítěmi cest a řek. Názvosloví je zachováno dle Klaudyánovy mapy Čech, tedy tak, jak se používalo v 16. století.

Druhá příloha „Zobrazení českých měst po transformaci vůči jejich současné poloze“, zobrazuje polohu zvektorizovaných měst Klaudyánovy mapy Čech po projektivní transformaci vůči jejich poloze v současně používaném souřadnicovém systému S-JTSK.

Třetí příloha „Poloha českých řek po projektivní transformaci“ zobrazuje polohu zvektorizovaných řek Klaudyánovy mapy Čech po projektivní transformaci. Patří sem řeky: Vltava, Labe, Ohře, Jizera, Orlice a Sázava. Mezi původně nepopsané řeky se řadí: Berounka, Lužnice a Otava.

Výše uvedené přílohy jsou dostupné na přiloženém CD společně s následujícími daty:

- Rastrem (soubory TIF, AUX) a TFW souborem v místním souřadnicovém systému.
- Rastrem (soubory TIF, AUX) a TFW souborem po afinní transformaci.
- Zvektorizovanými daty v místním souřadnicovém systému – formou geodatabáze s jednotlivými třídami: města, hrady, zaniklá, řeky a cesty.
- Zvektorizovanými daty po projektivní transformaci – formou geodatabáze s jednotlivými třídami: města, hrady, zaniklá, řeky a cesty.
- Textem bakalářské práce.

Vzhledem k tomu, že bakalářská práce je vypracována v software ArcGIS verze 9.2, je možné s veškerými daty obsaženými na přiloženém CD pracovat pouze v této aktuálně nejnovější verzi.

10 SEZNAM LITERATURY

- [1] KUCHAR, Karel. Vývoj mapového zobrazení Československé republiky I.: Mapy českých zemí do poloviny 18. století. 1. vydání. Praha: Ústřední správa geodézie a kartografie, 1959.
- [2] DRÁPELA, Milan; PODHRÁZSKÝ, Zbyšek; STACHOŇ, Zdeněk; TAJOVSKÁ, Kateřina. Dějiny kartografie: Multimediální on-line učebnice. Brno: Geografický ústav, Přírodovědecká fakulta Masarykovy univerzity, 2006.
Dostupné z: <http://www.geogr.muni.cz/ucebnice/dejiny/obsah.php?show=76>
- [3] ROUČKA, Bohuslav. Výzdoba Klaudyánovy mapy Čech a její obsah. Praha: Kartografický přehled, 1960. Zpracoval: POKORNÝ, Ota. Praha: Český časopis historický, 1961. Rukopis v archivu Historického ústavu AV ČR.
- [4] ČERBA, Otakar. Přednáška z předmětu Tematická kartografie: Významná data v tématické kartografii mezi roky 1500 a 1600 – formou PDF souboru. Plzeň: Západočeská univerzita, 2006.
Dostupné z: http://gis.zcu.cz/studium/tka/Slides/historie_1500_1600.pdf
- [5] KUCHAR, Karel. Naše mapy odedávna do dneška. Praha: NČSAV, 1958. Zpracoval: NOVÝ, Luboš. Praha: Český časopis historický, 1960. Rukopis v archivu Historického ústavu AV ČR.
- [6] PECHANEC, Vilém. Geografické informační systémy (GIS).
Dostupné z: <http://www.gvp.webz.cz./gis.php>
- [7] ARCDATA PRAHA, s.r.o.
Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/software/esri/arcgis/desktop>

- [8] DOLANSKÝ, Tomáš. Metodika zpracování historických mapových podkladů: v rámci projektu: Historická mapová díla na území města Ústí nad Labem – formou PDF souboru. Ústí nad Labem, 2006.
Dostupné z: <http://mapserver.fzp.ujep.cz/hmu/dokumenty/metodika.pdf>
- [9] PACINA, Jan; JANEČKA, Karel. Výukové materiály k předmětu KMA/UGI. Plzeň: Západočeská univerzita, 2006.
Dostupné z: <http://gis.zcu.cz/studium/ugi/cviceni/ch04.html>
- [10] FAJT, Jaromír. Geometrické transformace v GIS. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007. Dostupné z:
<http://gis.zcu.cz/studium/ugi/referaty/05/GeometrickeTransformace/index.html>
- [11] BŘEHOVSKÝ, Martin; JEDLIČKA, Karel. Přednáškové texty: Úvod do geografických informačních systémů – formou PDF souboru. Plzeň: Západočeská univerzita, 2007.
Dostupné z: http://gis.zcu.cz/studium/ugi/e-skripta/ugi_k3b-cinnosti_v_GIS.pdf
- [12] DOUBRAVA, Petr. Zpracování rastrových mapových podkladů pro využití v oblasti aplikací GIS a katastru nemovitostí – formou PDF souboru. Praha, 2005.
Dostupné z: http://projekty.geolab.cz/gacr/a/files/dis_doubrava.pdf

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

GIS.....	Geografické informační systémy
ESRI.....	Environmental System Research Institute
S – JTSK.....	Souřadnicový systém jednotné trigonometrické sítě katastrální
ÚIR.....	Územně identifikační registr
ZSJ.....	Základní sídelní jednotky
IZGARD.....	Intranetový zobrazovač geografických armádních dat
GPS.....	Global Positioning System
WGS84.....	World Geodetic System 1984
TIN.....	Triangulated irregular network

12 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Etzlaubovy mapy [4]	11
Obr. 2: Horní část Klaudyánovy mapy: král Ludvík Jagellonský a erby zemí [4].....	12
Obr. 3: Zrcadlo mravů [4]	12
Obr. 4: Střední část Klaudyánovy mapy [4]	13
Obr. 5: Alegorie na dobové poměry v Čechách [4].....	14
Obr. 6: Geografická data znázorňující jednotlivé složky reálného světa do podoby geografických vrstev [4].....	20
Obr. 7: Umístění bodu označeno červeným křížkem	25
Obr. 8: Ukázka vektorizace: žlutě města, zeleně hrady, modře řeky, oranžově sítě cest....	26
Obr. 9: Projektivní transformace: středové promítání z jedné roviny do druhé [12]	32
Obr. 10: Deformace rastru po provedení transformací: zobrazení oblasti Prahy; červené body označují polohu města v systému S-JTSK, modré úsečky znamenají hodnoty odchylek	36

13 SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Přehled tříd s definovaným názvem, geometrickým typem a určeným počtem objektů.....	26
Tab. 2: Přehled názvů vytvořených atributů pro dané třídy	26
Tab. 3: Přehled použitých transformací a hodnot střední kvadratické odchylky	35
Tab. 4: Přehled použitých transformací a hodnot střední kvadratické odchylky	37

14 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Zobrazení českých zemí na Klaudyánově mapě Čech z roku 1518

Příloha č. 2: Zobrazení českých měst po transformaci vůči jejich současné poloze

Příloha č. 3: Poloha českých řek po projektivní transformaci