

Vladimír Brůna <sup>1</sup>, Kateřina Křováková <sup>2</sup>

## ANALÝZA ZMĚN KRAJINNÉ STRUKTURY S VYUŽITÍM MAP STABILNÍHO KATASTRU

### Úvod

V rámci studií zabývajících se krajinou a jejími složkami, ať se jedná o hodnocení krajinného rázu, návrhy revitalizačních postupů či určování nevhodnějšího managementu území, se stále častěji přihlíží také k historickému vývoji krajiny, zkoumá se její podoba v minulosti a vlivy dřívějšího hospodaření na současné krajinné funkce.

Významným zdrojem poznání charakteru historické krajiny jsou staré mapy a další zdroje dat např. historické letecké snímky, které podávají detailní informace o struktuře krajinných složek v době svého vzniku.

V závislosti na přesnosti a zachovalosti těchto podkladů je lze převést do digitální formy a implementovat do prostředí geografického informačního systému (GIS), což otvírá další možnosti hodnocení struktury historické krajiny a její komparace se současným stavem.

Příspěvek seznamuje čtenáře s dílčími výsledky studie (BRŮNA, NEDBAL, KŘOVÁKOVÁ, 2003), jež byla pro Odbor ekologie krajiny MŽP ČR zpracována laboratorně v roce 2003, a na tuto studii navazující výsledky diplomové práce (KŘOVÁKOVÁ, 2004). Zatímco studie byla zaměřena především na získání a zpracování vybraných mapových podkladů, stanovení základních postupů jejich interpretace v prostředí GIS, jejich vzájemné porovnání a statistické zhodnocení výsledků interpretace, v diplomové práci je řešeno použití získaných dat při analýze změn prostorové struktury krajiny řešeného území v posledních přibližně 150 letech.

Aplikace starých mapových děl při studiu časoprostorových změn struktury krajiny je ve studiích laboratorně prováděna jak pomocí map středních měřítek (I., II. a III. vojenské mapování), tak i na mapách měřítka velkého (Stabilní katastr), blíže o studiích a projektech na <http://projekty.geolab.cz>.

### Metoda a její aplikace v modelovém území

Jako metodický základ byla převzata metoda klasiků krajinné ekologie FORMANA a GODRONA (1993) popisující hodnocení charakteristické konfigurace krajinné mikrostruktury na základě výskytu jednotlivých krajinných složek

---

<sup>1</sup> Ing. Vladimír Brůna, Laboratoř geoinformatiky UJEP, Dělnická 21, 434 80 Most, e-mail: bruna@geolab.cz,

<sup>2</sup> Ing. Kateřina Křováková, Laboratoř geoinformatiky UJEP, Dělnická 21, 434 80 Most e-mail: cariad@geolab.cz

podél linií položených na mapu daného území. Tato metoda byla přizpůsobena pro aplikaci na data vytvořená v prostředí GIS, což při předchozím zpracování mapových podkladů (vektorizaci) usnadnilo celý postup a přineslo další výsledky.

Pod pojmem charakteristická konfigurace autoři původní metody rozumějí takové nenáhodné seskupení krajinných složek, které je pro danou krajinu typické. Při sledování této krajinné charakteristiky jsou podél linie hodnoceny následující aspekty:

- počáteční a konečná pozice každé krajinné kategorie,
- agregace (shlukování) či pravidelnost rozmístění složek,
- prostorové vztahy mezi složkami různých kategorií.

Pokud se zabýváme vývojem krajinné struktury, je velmi přínosné sledovat také proměny výše uvedených aspektů v čase.

V modelovém území o celkové rozloze 11,25 km<sup>2</sup> zahrnujícím čtyři katastry v okrese Prachatice v Jihočeském kraji (Záblatí, Saladín, Řepečín a Zvěřence) byly vedeny dvě linie o délce 4,2 km.

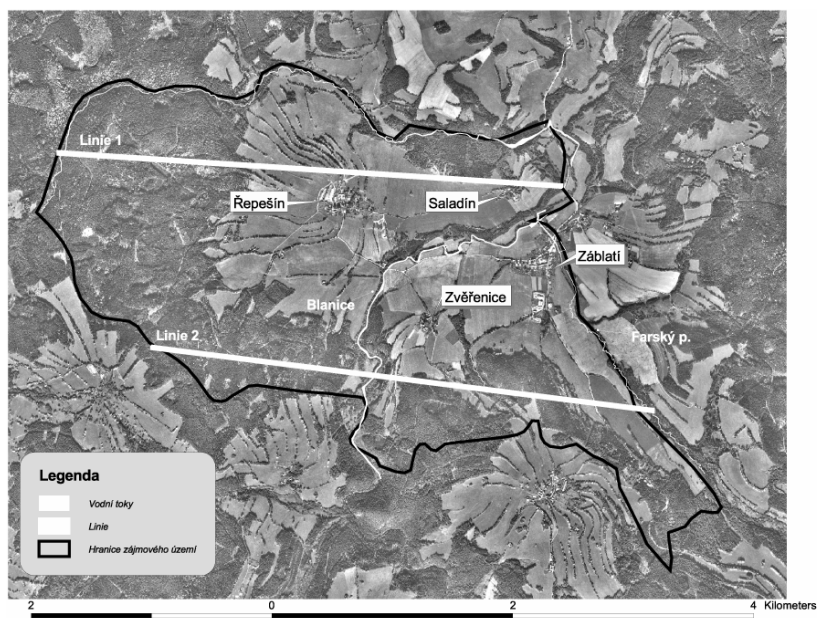
Linie č. 1 probíhá od severozápadního okraje území k východu, dotýká se severního okraje obce Saladín a končí na hranici sledovaného území. Linie č. 2 je vedena o cca 1,5 km jižněji přibližně stejným směrem, překračuje tok Blanice a jejího pravostranného přítoku a končí u Farského potoka (Obr. 1).

Obě linie byly rozděleny na 21 úseků o délce 200 m, přičemž pro každý úsek byl zjišťován výskyt jednotlivých krajinných kategorií. Tento proces byl proveden celkem třikrát, neboť charakteristické konfigurace krajinných složek se sledovaly na mapě Stablního katastru z r. 1843, historickém leteckém měřičkém snímku z r. 1949 a černobílé ortofotomapě z r. 2001 (viz níže).

Při této analýze bylo využito dovednosti GISu a již dříve zpracovaných vektorových vrstev vzniklých interpretací zmíněných mapových podkladů, což usnadnilo celý analytický proces a umožnilo získat i další údaje. Původní metoda totiž spočívá v prostém položení linie na mapu, rozdělením na úseky a určením výskytu krajinných kategorií a jejich četnosti. Výstupem je jednoduchá tabulka symbolů (výskyt v úseku ano/ne) a procento četnosti. Pokud je takto sledován malý počet linií či jsou rozděleny na menší počet úseků, náročnost zpracování je ještě únosná. Při větším objemu dat by však zpracování touto cestou bylo velmi náročné a výstupy by mohly ztrácet přehlednost.

V prostředí programu ArcView 3.2 byly prosté linie nahrazeny dvěma obdélníky o šířce 30 m (z důvodu větší transparentnosti pro obrazové výstupy). Pomocí nástroje *Prostorové operace* byly vrstvou těchto dvou obdélníků ořezány postupně všechny vrstvy kategorií krajinného pokryvu (tj. vodní toky, komunikace, budovy, zahrady, zastavěná plocha, travní porosty - TP, les, orná půda - OP a na leteckém snímku a ortofotomapě také rozptýlená zeleň).

Takto vzniklé „vzorky krajiny“ se rozdělily do úseků a poté hodnoceny dle původní metodiky. Navíc byl pro každou plošnou kategorii vypočítán její podíl na celkové délce linie, což představuje do určité míry referenční hodnotu k četnosti výskytu kategorie v jednotlivých úsecích.



Obr. 1 Zájmové území se zobrazením linií na ortofotomapě

Výstupem analýzy v prostředí GIS je tedy tabulka výskytů kategorií, četnost a procentuální podíl na délce linie ( Tab. 1), dále pak prostorový kontext obou linií – profilové grafy, což umožňuje další hodnocení závislosti výskytu složek na charakteru terénu. Tyto údaje byly zpracovány pro každé ze tří hodnocených období, tj. roky 1843, 1949 a 2001.

Tab. 1 Ukázka výstupu z hodnocení linií

Stabilní katastr  
Linie 1

Úsek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Četnost	Podíl na linii (%)
vodní toky	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,76	x
vodní plochy	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,00
zahrady	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	9,52	2,73
ostatní zastavěná plocha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	9,52	0,48
stavby	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	19,05	0,63
komunikace	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	42,86	x
TTP	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	85,71	47,84
les	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28,57	20,35
ostatní plocha (orná půda)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	+	+	52,38	26,34

Legenda:

- + v úseku se vyskytuje
- v úseku se nevyskytuje
- x podíl na délce linie nevýznamný (liniové prvky)

## Charakteristika použitých dat a jejich interpretace

Jako podklady pro hodnocení změn krajinné struktury byly zvoleny originální mapy Stablního katastru z r. 1843, historické letecké měřické snímky z r. 1949 a černobílé ortofotomapy (upravené letecké snímky) z r. 2001. Důvodem pro jejich použití je zejména jejich datace, neboť Stablní katastr zachycuje území v období jeho zemědělské prosperity a relativně vysoké krajinné diverzity, letecké snímky pak zobrazují krajinu těsně před začátkem kolektivizace a ortofotomapy představují současný stav. Při porovnávání těchto podkladů je však nutno si uvědomovat jejich odlišný charakter – zatímco letecké snímky a ortofotomapy zachycují krajinu přímo ve všech detailech (jejichž interpretace je limitována pouze rozlišením a kvalitou snímků), originální mapy jsou již mapovým dílem, jež podává údaje podstatné pro původní účel mapování (vyměření daní) a ostatní informace opomíjí.

### Originální mapy Stablního katastru

Mapy Stablního katastru byly vyhotoveny nejčastěji v měřítku 1:2 880, při podrobnějších měřeních (centra měst) také 1:1 440 a 1:720. Originální mapy porizované přímo v terénu zachycují stav v době mapování, tj. 1826-1843 (Čechy) a 1824 -1836 (Morava a Slezsko). Jejich pozdějším překreslením vznikly známější povinné císařské otisky, které se pro řešené území bohužel nedochovaly. Mapy Stablního katastru společně s částí písemného a oceňovacího operátu jsou uloženy v Ústředním archivu zeměměřictví a katastru (UAZK) v Praze.

Ve zvolených katastrálních územích jsme v prostředí GIS interpretovali originální mapy z roku 1843 na základě legendy popsané v odborné literatuře (SEMOTANOVA, 2001), která byla pro účely této analýzy v zájmu sjednocení legendy s ostatními podklady zjednodušena.

### Historické letecké měřické snímky

Vojenské letecké snímkování na území ČR probíhá v nepravidelných intervalech už od 30. let 20. století. Pro zájmové území jsme získali pozitivní leteckých snímků z roku 1949 a při jejich interpretaci jsme vycházeli z prvků rozpoznatelných na snímcích a z kategorií legendy Stablního katastru. Novou kategorií, která se na originálních mapách nevyskytuje, je rozptýlená zeleň, většinou dřevinný doprovod původních polních cest či drobné náletové plošky, které přispívají k pestrosti krajiny.

Na leteckých snímcích byla problematická zejména interpretace orné půdy. Velmi často nebylo možno jednoznačně určit, zda se v případě světlejšího tónu šedi jedná o ornou půdu pokrytou vzrostlejší plodinou nebo o posečenou louku. Do kategorie orné půdy byly proto zahrnuty jen velmi světlé až bílé plochy, skutečný podíl této kategorie je však pravděpodobně o mnoho vyšší.

### Ortofotomapy

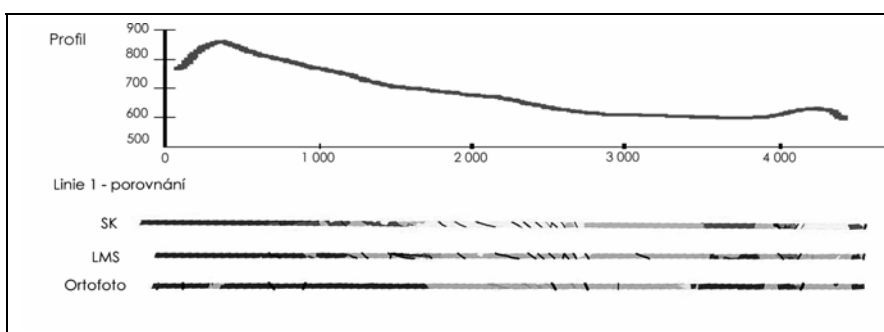
V letech 1999 – 2001 probíhalo letecké snímkování České republiky za účelem získání dostatečně přesných a kvalitních podkladů pro vytvoření systému IACS (Integrovaný administrativní a kontrolní systém), zejména pro aktualizaci katastrálních map. Ortorektifikované snímky byly zároveň převedeny do souřadného systému (georeferencovány), což umožňuje jejich používání v GIS.

Černobílé ortofotomapy zájmového území z roku 2001 jsme získali od Ministerstva životního prostředí, jejich interpretace byla v podstatě totožná jako u historických leteckých snímků.

## Souhrn výsledků

Při pohledu na linii č. 1 (Obr. 2) zobrazenou na historických podkladech (Stabilní katastr - SK a letecký snímek - LMS) můžeme téměř jednoznačně vymezit tři typy konfigurací:

1. relativně souvislý lesní porost na západním okraji linie
2. mikroheterogenní mozaiku polí, TP a na leteckém snímku zachycených liniiových porostů, jež jsou hustě protkány polními cestami; tyto struktury jsou situovány přibližně uprostřed linie
3. sídelní komponenty (stavby, zahrady, komunikace) na východní části linie v blízkosti toku Blanice



Obr. 2 Linie č. 1

Agregace krajinných složek je tedy (zvláště na Stabilním katastru) velmi vysoká, počátek a konec výskytu každé kategorie lze poměrně jednoznačně určit.

Prostorové vazby mezi jednotlivými kategoriemi lze vysledovat také poměrně snadno. Pozitivní vazba je například mezi budovami sídla a zahradami či ostatní zastavěnou plochou, která je doprovází. Situace není tak jednoznačná v případě komunikací, neboť je nutno brát v úvahu také polní cesty, jež se vyskytují zcela mimo sídlo. Negativní prostorové vztahy existují mezi lesem a ornou půdou, stejně tak jsou v opozici k lesním prvkům i sídelní struktury.

Co se týče časových změn, na první pohled je možno pozorovat postupnou unifikaci krajinných struktur, které vykazovaly největší pestrost na LMS, zejména na rozhraní západního lesního celku a zemědělsky využívané krajiny. Ortofoto-mapa už podává zcela jiný obraz krajiny – v souvislém lesním porostu zanikly drobné louky, komunikace i osamělá budova viditelná na historických podkladech na okraji lesa. Naproti tomu ve střední části linie dominují travní porosty a jako prvky krajinné diverzity fungují liniiové porosty – dřívější polní cesty, stejně tak malý rybník, který na leteckém snímku není, byl tedy založen po roce 1949. Nový výskyt komunikací v lesním komplexu na západě zřejmě souvisí s těžbou dřeva.

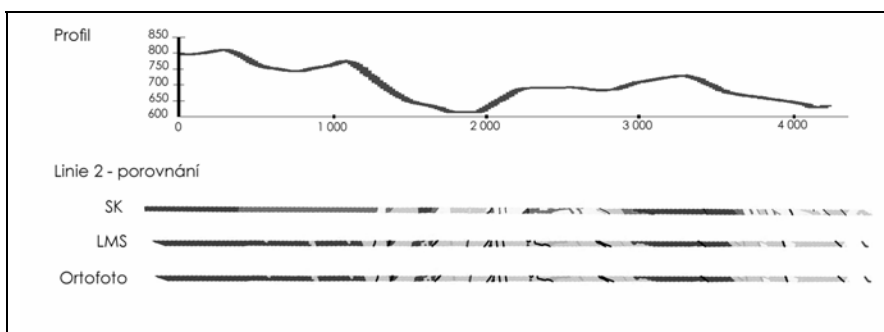
Také v intravilánu obce Saladín došlo ke změnám – některé domy zanikly a tudíž se zástavba ocitla zcela mimo linii, zachycené jsou pouze plochy zahrad a komunikace.

Největší změnu ze všech sledovaných kategorií krajinného pokryvu však zaznamenala orná půda. Významný pokles rozlohy lze sledovat již na LMS (kde je však částečně způsoben potížemi při interpretaci, viz výše), avšak na ortofo-

tomapě, jejíž interpretace byla ověřována i v terénu, již pole ve sledovaném úseku zcela chybí.

Pokud porovnáme rozmístění jednotlivých kategorií se sklonitostí terénu, je jasně patrná snaha o umístění sídla do co nejrovnější části území s nejnižší nadmořskou výškou, zatímco ve svažitých a výše položených partiích na západě dominuje po celé sledované období les.

V případě linie č. 2 (Obr. 3) není tak jednoduché vymezit oblasti odlišující se výskytem krajinných složek jako u linie č. 1. Pokud opět hodnotíme počáteční stav území podle mapy Stablního katastru a LMS, můžeme si všimnout, že lesní porosty jsou tentokrát koncentrovány na vrcholy kopců (s výjimkou porostu na terase nivy Blanice poblíž středu linie) a tudíž diferencovány do několika (v případě Stablního katastru čtyř) ploch. V průběhu dalšího vývoje dochází k jejich spojování. Za zmínku stojí nepřerušovaná kontinuita travních porostů v západní části linie – dokládá intenzivní využívání i těchto ploch poměrně vzdálených od obce.



Obr. 3 Linie č. 2

Také u orné půdy lze mluvit o jisté agregaci, podél linie je možno definovat dvě skupiny výskytu – bráno od západu je první z nich spíše v oblasti vlivu obce Řepešín a Zvěřenice, druhá jednoznačně patří k Záblatí.

Komunikace jsou rozptýleny hlavně na pravém břehu Blanice, na mapě Stablního katastru nebyly v blízkosti linie zakresleny, neboť se jedná o část území velmi vzdálenou od Řepešína a veškeré polní cesty končí těsně před linií. Na LMS však rozeznatelné byly, proto byly také interpretovány, odtud zvýšení výskytu komunikací na levém břehu řeky.

Pokud se zaměříme na vzájemné prostorové vazby jednotlivých krajinných kategorií, můžeme konstatovat, že rozptýlená zeleň doprovází opět ornou půdu, a to i v případě, že se změnilo její využití (převod na TP zobrazený na leteckém snímku). Negativní prostorová vazba (opozice) kategorií se zde v podstatě nevykazuje, naopak lze mluvit o koexistenci lesa, TP, orné půdy i rozptýlené zeleně, jejichž pravidelné střídání je nejlépe patrné na LMS. V tomto období (1949) již můžeme také registrovat postupné zarůstání krajiny lesem a expanzi lesnatých ploch do zemědělsky využívaných pozemků.

Vzhledem k tomu, že lidské aktivity jsou v daném období a území hlavním činitelem diverzity krajinné struktury, je možno pro účely zhodnocení změn podél linie rozdělit území, kterým tato linie prochází, na tři oblasti. Základem pro stanovení hranic těchto oblastí je vymezení sfér vlivu obcí Řepešína, Zvěřenic a

Záblatí, přičemž první hranicí (i katastrální) je tok Blanice a druhou poslední zalesněný vrch. V těchto třech částech probíhal vývoj poněkud odlišně.

Jelikož řepešínský úsek linie leží na skutečné periférii katastrálního území a je z jihu výrazně ovlivňován formujícím se lesním celkem, lze již na LMS pozorovat výrazné zvýšení podílu lesa na úkor TP a zejména orné půdy, která na tomto úseku zcela vymizela. Také v sousedním úseku (zřejmě ve vztahu ke svažitosti pozemků) lze pozorovat úbytek OP, avšak v krajinně zachycené na LMS se neobjevuje žádná změna lesního porostu. V posledním úseku linie (Záblatí) se situace (až na zmenšení plochy OP, jež však může být způsobeno interpretací) v podstatě nezměnila.

Významné změny však dokumentuje ortofotomapa. Řepešínský úsek je až na drobné enklávy TP v blízkosti toku Blanice pokryt lesem, také ve zvěřenické oblasti se zformoval nový lesní porost a zaujal místo původních TP, do tohoto úseku rovněž z východu expandoval les tvořící hranici se záblatským úsekem. V posledně jmenovaném úseku došlo k definitivnímu zániku ploch OP, rozšíření původně úzkých pásů liniové zeleně a ztrátě funkce u jedné z komunikací, ovšem výměra lesa zůstala i nadále beze změny.

Můžeme tedy konstatovat, že zatímco v prvních dvou úsecích se vzhledem k jejich poloze vůči sídlům a jejich geomorfologickému charakteru velmi rychle projevil snížení intenzity využívání krajiny, třetí, lépe dosažitelný úsek v blízkosti největší obce oblasti (tj. Záblatí) v příznivém terénu údolí Farského potoka, zůstal do jisté míry nezměněn, zachovaly se některé krajinné struktury (např. rozptýlená zeleň) a k výraznému zarůstání krajiny zde narozdíl od prvních dvou úseků nedošlo.

Pokud porovnáme celkové výsledky hodnocení obou linií, je zřejmé, že zatímco linie č. 1 reprezentuje vzrůstající gradient antropogenního ovlivnění krajiny (FORMAN, GODRON, 1993) směrem na východ, linie č. 2 zachycuje průřez z hlediska intenzity využívání relativně homogenní oblasti, jinak řečeno je vedena kolmo na směr gradientu. Tento fakt dokladuje rozdílný charakter změn krajinné struktury, v případě linie č. 1 dominoval posun lesního porostu směrem na východ, u linie č.2 bylo převažujícím procesem spojování původně izolovaných porostů.

## Závěr

Uvedená metoda pro hodnocení změn krajinné struktury představuje přístup integrující staré mapové zdroje, již osvědčené postupy z oblasti krajinné ekologie a moderní nástroje reprezentované GIS. Předložená forma není samozřejmě definitivní, je zde možno vylepšit přípravu vstupních dat (např. při interpretaci Stabliního katastru zachytit rovněž hranice parcel, které představují prvky významné pro diverzitu krajiny) či samotnou metodu, tj. v závislosti na rozloze zájmového území použít větší počet linií, vést je různými směry apod.

Ačkoliv se uvedené analýzy mohou na první pohled jevit jakožto pouhé teoretizování bez praktického významu, získané údaje je možno aplikovat zejména při návrhu krajinného managementu, ochraně vzácných a ohrožených druhů živočichů a rostlin či při ochraně vodních zdrojů. Na základě znalosti procesů formování krajinné struktury až k současnému stavu lze do jisté míry předpovědět, jak bude vývoj při stávajících podmínkách pokračovat dál a jakým způsobem je možno jej usměrnit v zájmu zachování a zvýšení krajinné diverzity.

## Literatura

- BRŮNA, V., NEDBAL, V. KŘOVÁKOVÁ, K. (2003). Povodí horní Blanice v prostředí GIS: využití historických mapových podkladů pro sledování změn krajinného pokryvu. Závěrečná zpráva studie pro OEKL MŽP ČR. Nепublikováno.
- FORMAN, R.T.T., GODRON, M. (1993). Krajinná ekologie. Praha, Academia. Str. 196-211.
- KŘOVÁKOVÁ, K. (2004). Sledování změn krajinné struktury v povodí horní Blanice s využitím historických mapových podkladů - diplomová práce. Fakulta životního prostředí UJEP.
- SEMOTANOVÁ, E. (2001). Mapy Čech, Moravy a Slezska v zrcadle staletí. Praha, Libri.

## S u m m a r y

### The Stabile Cadaster Maps as a Source for the Analysis of Landscape Structure Changes

Landscape history became one of the important perspectives in landscape studies. Old maps, written records and historical aerial photographs give us information about past character of the landscape and influences of historical management on recent landscape functions. When dealing with a detailed landscape structure of some smaller area the most valuable sources are the maps of a large scale, such as the Stabile Cadaster dated 1826-1843. This great collection of various maps and written records was formed for the taxation purposes and gives a good picture of land use in the middle of 19<sup>th</sup> Century.

This paper brings an example of integration of the old map sources, methods of landscape ecology and modern GIS tools in order to observe landscape structure changes of the selected area in the past 150 years. The base of the method used lies in analysing the landscape structure through the occurrence of various patches along the line drawn on the map and divided into segments of a certain length (FORMAN, GODRON, 1993). This method was modified for the use in the GIS environment and applied on the map sources of different date of origin. The chosen map sources were the original maps of Stabile Cadaster (1843), historical aerial photographs (1949) and orthogonalised aerial photographs (2001). The observed landscape categories were arable lands, grasslands, forests, buildings, gardens, communications, streams and on the aerial photos also sparse woods as an important element of landscape diversity.

The outcomes of the process are the tables of occurrence of landscape categories in the segments, the frequency of their occurrence and the percentage of their share on line length (see Tab. 1). The GIS tools help especially with the work with rough data but give also the profile graphs of the lines which enable us to study the interaction between the landscape patterns and the terrain configuration (see Fig. 2 and Fig. 3). All of the outcomes were used for determining the main processes which formed the contemporary landscape.

Tab. 1 Example of the analysis output – line 1 on the Stabile Cadaster (+ presence of landscape category in the segment, - category is not present, x irrelevant value)

Fig. 1 Area of interest and the lines on the orthogonalised aerial photo (2001)

Fig. 2 Line 1 – profile graph and the registered landscape categories (SK – Stabile Cadaster, LMS – aerial photograph 1949)

Fig. 3 Line 2 – profile graph and the registered landscape categories (SK – Stabile Cadaster, LMS – aerial photograph 1949)