

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ -
TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA**
Hornicko-geologická fakulta
Institut geoinformatiky

**SLEDOVÁNÍ DYNAMIKY PLOŠNÉHO
ROZSAHU BEZLESÍ NA ÚZEMÍ NP
PODYJÍ V LETECH 1991 – 2008**

bakalářská práce

Autor: David Baroš
Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Daniela Szturcová, Ph.D.

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Hornicko-geologická fakulta
Institut geoinformatiky

Zadání bakalářské práce

Student: **David Baroš**

Studijní program: B3646 Geodézie a kartografie

Studijní obor: 3646R006 Geoinformatika

Téma: Sledování dynamiky plošného rozsahu bezlesí na území NP Podyjí v letech 1991 - 2008
The Monitoring of Deforested Area Dynamics in Podyjí Region During 1991 - 2008

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je vyhodnotit plošný rozsah bezlesí na vybrané lokalitě NP Podyjí. Nad časovou řadou snímků bude provedena statistická analýza, jejímž výsledkem bude podklad pro další rozhodování v případech zásahů do krajiny NP.

1. Seznamte se s problematikou úlohy, jejíž řešení požaduje NP Podyjí.
2. Proveďte rešerši v oblasti metodik pro vektorizaci analogových snímků.
3. Pro poskytnuté snímky vytvořte vektorové vrstvy v prostředí GIS, analogové snímky digitalizujte.
4. Data analyzujte, navrhněte kategorizaci sledovaných geoprvků a způsob jejich sledování v prostoru lokality NP.
5. Navrhněte způsob, jak vyhodnotit změny plošek bezlesí podle Plánu péče o NP Podyjí.
6. Vytvořte vektorové mapy postihující změnu v krajině včetně ekonomických odhadů prováděných zásahů.

Doporučený rozsah práce: 30 – 40 str.

Seznam doporučené odborné literatury:

Romportl, D., Chuman, T.: Změny struktury krajiny v České republice po roce 1990
Změny využívání krajiny: <http://www.zmeny-krajiny.cz/index.html>
Skokanová, H.: Application of methodological principles for assessment of land use changes trajectories nad processes in South-eastern Moravia for the period 1836-2006. Acta Pruhoniana, 91: 15-21, 2009
PRCHALOVÁ, J.: Použití metod GIS pro analýzu vývoje krajiny - využití archivních leteckých snímků. VŠB – TU Ostrava. 2006

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Daniela Szturcová, Ph.D.**

Datum zadání: 31.10.2012

Datum odevzdání: 30.04.2013



prof. Ing. Zdeněk Diviš, CSc.
vedoucí institutu



prof. Ing. Vladimír Slivka, CSc., dr.h.c.
děkan fakulty

Prohlášení

- *Celou bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.*

- *Všechna poskytnutá data nebudu bez souhlasu Národního Parku Podyjí poskytovat.*

- *Byl(a) jsem byl seznámen(a) s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*

- *Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevydělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).*

- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé bakalářské práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*

- *Souhlasím s tím, že bakalářská práce je licencována pod Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported licencí. Pro zobrazení kopie této licence, je možno navštívit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>*

- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu o komerční využití z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*

- *Bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu komerčnímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

V Ostravě dne 20. 4. 2013

David Baroš
.....
David Baroš

Děkuji vedoucímu této bakalářské práce RNDr. Daniele Szturcové, Ph.D. za cenné rady a pomoc při jednání z Národním Parkem Podyjí. Rovněž děkuji za informace a poskytnutá data Ing. Robertu Stejskalovi, Ph.D. a Bc. Martinu Kouřilovi ze Správy Národního Parku Podyjí. Dále bych poděkoval rodině, přítelkyni a přátelům za podporu.

ANOTACE

Bakalářská práce se zabývá vektorizací pěti snímků, které mají časové rozmezí 16 let a následnou analýzu rozlohy bezlesí. V prvních kapitolách jsou rozebírány kroky seznámení se s problematikou a vymezením území, se kterým se bude pracovat. Další kapitoly se zabývají použitou metodou a postupem zpracování, především v prostředí programu ArcGIS. Poslední část popisuje vývoj bezlesí a stanovuje přibližný odhad, kolik financí mohl Národní park Podyjí vynaložit na správu zadaného území ve sledovaném období 16 let.

KLÍČOVÁ SLOVA: vektorizace, dynamika bezlesí, vektorová mapa, digitalizace snímku, Národní park Podyjí

SUMMARY

The thesis deals with vectorization of five pictures with time range of sixteen years and analysis of deforested area. In the first few chapters the steps of introduction to the problem and demarcation of the working area are being discussed. Further chapters deal with the used method and the elaboration process, mainly the work in ArcGIS application environment. The last part describes deforestation progression and estimates how much money could the National Park Podyjí have spent on the specified area management in the reported time range of 16 years.

KEYWORDS: vectorization, dynamics of deforested area, vector map, image digitization, National park Podyjí

Obsah

ÚVOD	1
1 CÍLE PRÁCE	2
2 REŠERŠE	3
3 VYMEZENÍ ÚZEMÍ	4
3.1 Národní park Podyjí	4
3.2 Zájmové území.....	5
4 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ	7
4.1 Použitá data	7
4.2 Použité programy a jejich nástroje	9
4.3 Zvýraznění snímků.....	11
4.3.1 Zvýraznění snímku z roku 1992	11
4.3.2 Zvýraznění snímku z roku 1999	12
4.3.3 Zvýraznění snímku z roku 2001	12
4.3.4 Zvýraznění snímku z roku 2006	13
4.3.5 Zvýraznění snímku z roku 2008	14
4.4 Postup zpracování	15
5 VYHODNOCENÍ VÝVOJE BEZLESÍ	18
5.1 Vytvořené objekty	19
5.2 Kategorizace.....	20
5.3 Zastoupení bezlesí v celém zájmovém území	21
5.4 Zastoupení bezlesí v částech zájmového území.....	22
5.4.1 Severní oblast	22
5.4.2 Střední oblast	24
5.4.3 Jižní oblast	25

5.4.4 Grafické srovnání všech částí zájmové oblasti.....	26
5.5 Srovnání ruční vektorizace a klasifikace.....	28
5.6 Finanční odhady prováděných zásahů	29
ZÁVĚR.....	30
POUŽITÁ LITERATURA A INTERNETOVÉ ZDROJE	32
SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ.....	34
SEZNAM TABULEK	35
SEZNAM PŘÍLOH	36

Seznam použitých zkratk

ČESKÉ

NP Podyjí	Národní park Podyjí
S-JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
VŠB-TUO	Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

CIZOJAZYČKÉ

DPI	Dots per inch
DvD	Digital Versatile Disc / Digital Video Disc
ESRI	Environmental Systems Research Institute
GPL	General public license
GUI	Graphical user interface
MLC	Maximum Likelihood Classification
MS	Microsoft
PCA	Principal Component Analysis
RMS	Root Mean Square

ÚVOD

Česká republika má mnoho chráněných oblastí na regionální, celorepublikové, ale i na mezinárodní úrovni. Takovým příkladem může být právě Národní park Podyjí, který má určitě mezinárodní úroveň. Nejen proto, že se park rozléhá i k rakouským sousedům, kde pokračuje v podobě Národního parku Thayatal, ale i kvůli své přírodní bohatosti. Jako nejmenší ze čtyř národních parků v České republice nabízí ohromnou druhovou rozmanitost.

Jako všude, tak i zde se krajina mění v čase a vyvíjí. A to hlavně na vřesovištích, o kterých se bude v této práci hovořit. Jejich problémem je tzv. sekundární sukcese, která označuje např. zarůstání luk, v tomto případě vřesovišť. Tomu dopomáhá i přebytek živin v důsledku hromadění biomasy.

Pro národní park jsou tyto oblasti velice důležité, protože zde vytvářejí a udržují podmínky pro ohrožené druhy rostlin a živočichů. Právě to je to hlavní o co jde v těchto oblastech.

1 CÍLE PRÁCE

Z názvu práce je jasné, že se bude pracovat se snímky od roku 1991 do 2008, bohužel došlo k nedorozumění při zadávání práce a proto se bude pracovat s roky od 1992 až do 2008. Tudíž...

Cílem bakalářské práce je analyzovat dynamiku změn bezlesí na základě leteckých snímků. K dispozici jsou letecké snímky pro území východní části Národního Parku Podyjí z roku 1992, 1999, 2001, 2006, 2008. Časové rozmezí činí 16 let.

Snímky v analogové podobě budou převedeny do digitální podoby. Další krok v práci bude vektorizace všech snímků a přiřazení kategorie každému vytvořenému objektu podle velikosti jeho rozlohy.

Výstupem práce bude slovní, statistické i grafické zhodnocení bezlesí ve sledovaném období.

Na základě zjištění bude možné vyhodnotit a uvážit ekonomické zásahy do této oblasti ze strany správy NP Podyjí a pro samotný NP bude jasné, jak se bezlesí změnilo za 16let.

2 REŠERŠE

Před samotným zahájením zpracování snímků je potřebné se seznámit a inspirovat již vytvořenými pracemi podobného rázu, které se zabývaly analýzou změn krajiny a případně byly zároveň řešeny pro státní instituci jako je NP Podyjí.

Práce [10], která se zabývá vývojem krajiny využitím archivních leteckých snímků, byla přínosem z pohledu interpretace a hodnocení změn bezlesí, ale většina této práce se zabývá ortorektifikací a mozaikováním leteckých snímků, což není obsahem této práce.

Webová stránka [5] se zabývá změnami využívání krajiny, a to metodami a analýzami v této oblasti. Prezentované informace byly přínosem hlavně ze začátku prací, ale v pozdějších fázích byly uvedené analýzy zbytečně složité pro zadané řešení NP Podyjí. Navíc tyto analýzy již byly provedeny nad celým NP Podyjí (ukázky některých analýz jsou vyobrazeny v sekci *metodika* -> *analýzy*).

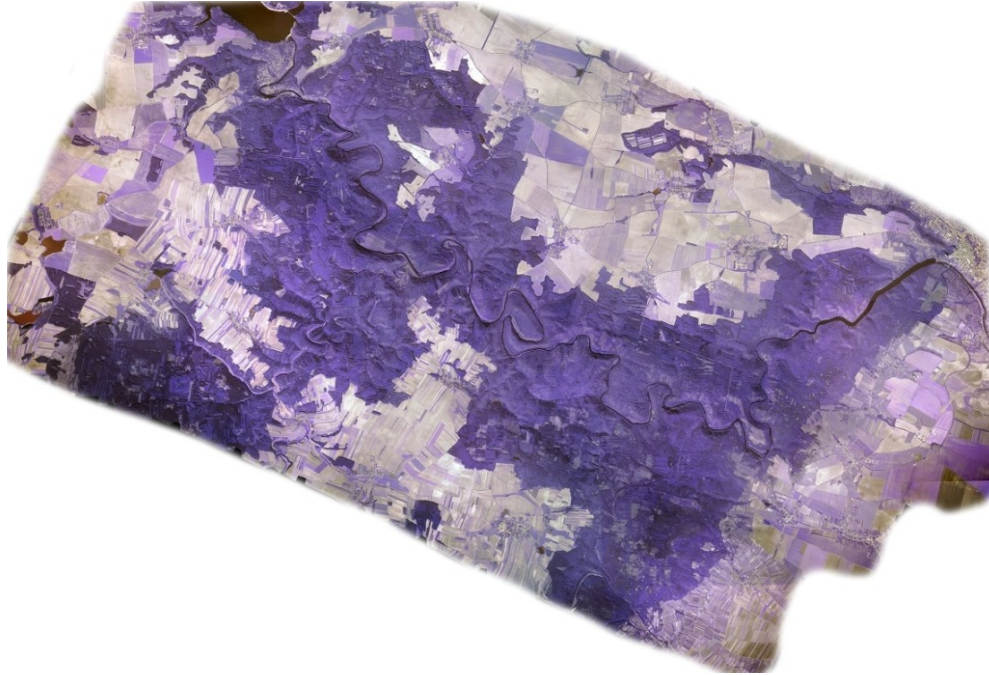
Poslední práce [9] se zabývá vývojem urbanizovaného území na základě leteckých snímků. Práce zahrnuje mozaikování snímků a vektorizaci. Právě informace a metodě a postupech při vektorizaci a statistickém srovnání byly přínosem pro řešenou práci.

3 VYMEZENÍ ÚZEMÍ

3.1 Národní park Podyjí

Jeho celková rozloha je 63 km². Národní park je v současné situaci zalesněn přibližně z 84 %. Převládají zde cenná přírodě blízká lesní společenstva s bohatým zastoupením různých druhů dřevin (všechny naše druhy dubů, vzácné druhy jeřábů apod.). Kromě lesů se v Podyjí vyskytuje i unikátní komplex vřesovišť a stepních trávníků vzniklých dlouhodobou pastvou. [1].

Východní okraj NP Podyjí leží na styku dvou horopisných soustav. Český masiv, představovaný okrajem Českomoravské vrchoviny, se tu stýká s východnější Karpatskou soustavou, která zasahuje k Šatovu a Hnanicím výběžky Dyjskosvrateckého úvalu. Nejvyšší bod NP Podyjí - Býčí hora u Vranova n. D. má nadmořskou výšku 536 m a nejnižší bod - hladina Dyje ve Znojmě pouze 207 m. Okolí údolí Dyje má tvar k jihovýchodu skloněné zvlněné paroviny s výraznějším terénním zlomem na čáře Znojmo-Retz. Geologický podklad oblasti je tvořen převážně velmi starými metamorfovanými a vyvřelými horninami. Reliéf území je velmi pestrý a členitý. Kaňonovité údolí řeky Dyje zaklesnuté do okolního reliéfu místy až 220 metrů, je typické četnými meandry, skalními stěnami a kamennými moři. Všechna podobná údolí v České republice byla v minulosti zničena nebo pozměněna výstavbou přehrad, komunikací, průmyslových a rekreačních objektů [2].



Obr. 1 - Snímek Národního park Podyjí i s Rakouskou stranou parku (zdroj: NP Podyjí)

3.2 Zájmové území

Z předešlé kapitoly a názvu této práce je jasné, že zájmové území se bude nacházet v NP Podyjí.

Z Obrázku 3 je zřetelné, že vybrané zájmové území není vymezeno celým územím národního parku, které se nachází v Jihomoravském kraji na jihozápad od Statutárního města Brno na hranicích s Rakouskem. Z počátku bylo umožněno volně se rozhodnout a stanovit vymezené území. Původní rozloha území byla přibližně 73 hektarů (Obrázek 3 - modré území), ale po vyjádření Správy NP Podyjí byla rozloha zmenšena na první verzi zájmového území na 23,1 hektarů (Obrázek 3 - červeně vyšrafované území). Vymezené území má v nejvzdálenějších bodech šířku 0,43 km a na délku 1 km a nachází se přibližně 1 km na jihozápad od města Znojma.

Vymezené území se nachází na lokalitě dobře vyvinutých podyjských vřesovišť zvané Kraví hora. Vřesoviště zde vznikla po odlesnění kyselých doubrav a dlouhodobé pastvě (řádově stovky let). Ve 20. století byla Kraví hora ovlivněna i činností vojáků, jimž sloužila jako cvičiště. Vřesoviště dobře snášejí suché a teplé podmínky. Půda na vřesovištích bývá neúrodná, kyselá, často písčitá, a proto neudrží vodu. Název vřesoviště je odvozen od keře vřesu obecného (*Calluna vulgaris*), který na nich dominuje. Dorůstá do



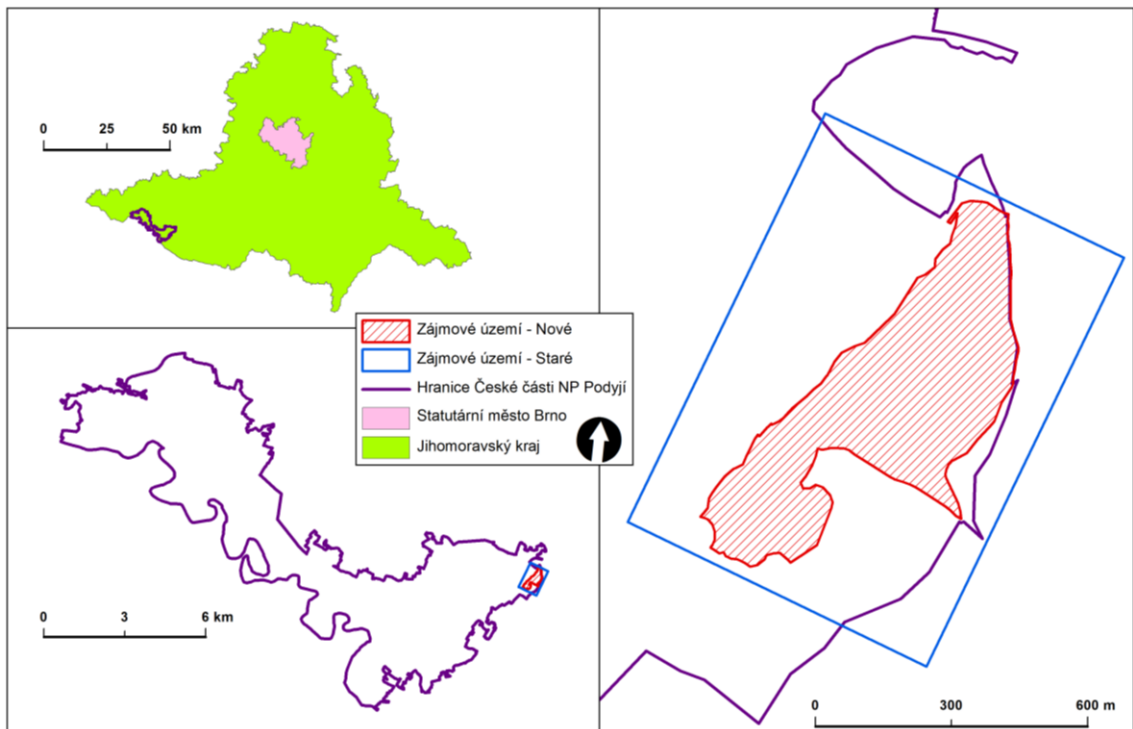
výšky 20 - 50 cm, vzácně do 1 m a může dosahovat stáří několika desítek let [3] [1]. Vřes, jako takový, je i na některých snímcích dobře viditelný.

Současným problémem vřesovišť je jejich zarůstání a přebytek živin v důsledku hromadění

Obr. 2 - Vřes obecný (zdroj: Wikipedia)

biomasy. Dřívější otevřený charakter vřesovišť zajišťovala pastva, sečení trávy a vřesu,

vypalování, ale i činnost vojáků. Pastva zhruba počátkem 20. století zanikla a od té doby vřesoviště a podobné biotopy závislé na pastvě degradovaly. Po vzniku národního parku Správa NP obnovila pastevní využívání Kraví hory a v několika etapách prováděla odstraňování náletové vegetace (zejména borovice, břízy, osiky, růže, duby). Cílem péče je udržet rovnováhu mezi bezlesím vřesovištěm a řídkým náletem dřevin při snaze o minimalizaci nákladů. Bezlesý charakter lokality je potřebný k zajištění vhodných podmínek k výskytu ohrožených druhů rostlin a živočichů [11].



Obr. 3 - Vymezení území

4 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ

V této kapitole bude objasněno, jak se dospělo k výsledkům. Jaké data, software, nástroje a postupy byly při zpracování použity.

4.1 Použitá data

Následující tabulky uvádějí přehled použitých leteckých snímků, včetně základních informací a parametrů důležitých pro další analýzu, vyjma snímku z roku 1992, u kterého se data nepodařilo zjistit.

Tab. 1: Přehled použitých snímků a jejich parametrů

Datum pořízení leteckého snímku	Poskytl	Překryt podélný/příčný	Měřítko snímkování	Velikost pixelu
1992	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno
15.8.1999	GEODIS	60% / 40%	1: 1000	50 cm
13.8.2001	GEODIS	60% / 30%	1: 1000	50 cm
4.8.2006	GEODIS	60% / 30%	1: 3000	20 cm
27.4.2008	GEODIS	60% / 40%	1: 20 800	20 cm

Tab. 2: Přehled použitých snímků a jejich parametrů

Datum pořízení leteckého snímku	Kamera	Ohnisko	Výška letu nad terénem
1992	nezjištěno	nezjištěno	nezjištěno
15.8.1999	RMK TOP 15	152 mm	153 m
13.8.2001	RMK TOP 15	152 mm	153 m
4.8.2006	RMK TOP 15	152 mm	459 m
27.4.2008	UltraCam X	100 mm	2090 m

Snímek z roku 1992

Snímek byl k zpracování předán Správou Národního parku Podyjí v analogové formě černobílého snímku, bohužel bez žádných informací. Pro samotnou vektorizaci musel být snímek digitalizován.

Snímek z roku 1999

Byl pořízen v letním měsíci, tudíž jsou lépe rozeznatelné vyšší dřeviny od nízké trávy a vřesů. Nicméně tento snímek má prostorové rozlišení 50 cm, tudíž má i menší přesnost při ruční vektorizaci, než následující snímky s prostorovým rozlišením 20cm.

Ačkoliv v jižní části (*Obrázek 12*) zájmového území jsou hodně viditelné vřesy, jsou na snímku rozlišitelné hnědým odstínem, takže schopnost rozlišení porostů dřevin nebylo jednoduché.

Snímek z roku 2001

Mezi rokem 1999 a 2001 bylo provedeno znatelné kácení porostu v severní oblasti, které je viditelné na *Obrázku 10*. Podobně jako snímek z roku 1999 byl zaznamenán v prostorovém rozlišení 50 cm. Na první pohled byly pro zpracování skoro stejné podmínky, avšak samotné snímkování pravděpodobně probíhalo v ranních hodinách, tudíž jsou na snímku dlouhé stíny z východního směru (*Obrázek 9*).

Snímek z roku 2006

Od předešlých leteckých snímků má tento prostorové rozlišení 20 cm, což přineslo výrazné zlepšení možnosti rozlišení jednotlivých porostů. Také stíny nejsou tak dlouhé jako u snímku z roku 2001. Stejně jako snímek z roku 1999 má dobře rozlišitelné stíny od dřevin, více v kapitole 4.3.4.

Snímek z roku 2008

Poslední snímek, který bude využíván pro analýzy v této práci, je z roku 2008. Prostorové rozlišení je stejné jako u snímku z roku 2006, a to 20cm. Malým nedostatkem tohoto snímku je slabší kontrast.

4.2 Použité programy a jejich nástroje

Vektorizace a vytvořené výstupy jsou zpracovány v prostředí ArcGIS 10, po aktualizaci programu, a v ArcGIS 10.1 pod licencí ArcInfo. Pro animace ve formátu *GIF* je použit program GIMP.

ArcGis 10.1

Je základním produktem firmy ESRI. Je součástí softwaru ArcGIS Desktop, který je k dispozici ve třech úrovních - ArcInfo, ArcView a ArcEditor. Každý produkt se liší úrovní funkcionality. ArcGIS Desktop produkty mají integrovány aplikace ArcCatalog, ArcToolbox a ArcMap, které mají možnost rozšíření nadstaveb. A jsou použity následující nástroje a funkce:

- Georeferencing

Tímto nástrojem se analogový digitalizovaný snímek, za pomoci několika vřícovacích bodů, umístí do stejného souřadnicového systému jako ostatní dodané snímky (S-JTSK). Samotný georeferencovaný rastr se použije nástroj *Georeferencing* v aplikaci ArcMap (ArcGIS 10.1) a funkce *Rectify* pro přepsání původních (v digitalizovaném, naskenovaném analogovém snímku pochopitelně žádný souřadnicový systém nebyl definován) souřadnic na nové.

- Editor

Tento nástroj umožňuje vytvářet a upravovat několik druhů dat. Může upravit data, která jsou uložena ve formátu *Shapefile* nebo *Geodatabase*, ale i tabulkové data (atributová tabulka). To zahrnuje i body, linie, polygony, texty (anotace a rozměry) a další... Může také například upravit hrany, polygonů a geometrii pomocí topologie a geometrie sítě.

Tento nástroj je součástí každé licence ArcGIS for Desktop Basic, Standard a Advanced. Ale v případě Desktop Basic nelze upravovat složitější Geodatabase (například topologii, rozměry nebo geometrické sítě této geodatabáze)

- Sada nástrojů Multivariate

Vícerozměrná statistická analýza umožňuje zkoumání vztahů mezi různými typy atributu. V programu ArcGIS 10.1 jsou k dispozici dva typy těchto analýz: Klasifikace (řízená, nařízená) a Analýza hlavních komponent (PCA).

- Maximum Likelihood Classification (MLC)

Tento nástroj ze sady nástrojů Multivariate, provádí maximální věrohodnou klasifikaci na sadě rastrových vrstev a vytváří klasifikovaný rastr jako výstup. Tento nástroj patří pod řízenou klasifikaci, tudíž potřebuje jako jeden ze vstupů trénovací plošky (Signature file).

- Raster calculator

Tato funkce je součástí nástroje Map Algebra v aplikaci ArcMap (ArcGIS 10.1).

Map algebra je nástroj umožňující kombinovat mapové vrstvy matematicky. Takto lze vytvářet mapy podle různých matematických vztahů. Operace však lze vykonat jen v rastrové nebo buňkové reprezentaci údajů [3].

- Clip

Pomocí této funkce z balíčku Analysis Toolbox, můžeme vyříznout kus jedné vrstvy, ve vrstvě jiné, a to pomocí vrstvy jedné nebo více. To je zvláště užitečné při vytváření nové vrstvy, známé také jako studijní oblast nebo zájmové území (AOI - Area of Interest).

- Polygon to Raster

Protože vytvořené vrstvy budou ve vektorové podobě a bude se používat Map algebra, musí být tyto vektorové vrstvy převedeny do rastru. K tomu právě slouží funkce *Polygon to Raster*, která je součástí balíčku Conversion Toolbox. Jako jeden ze vstupu se může i nemusí uvést velikost buňky v rastru.

- Raster to Polygon

Je opačná funkce, funkce *Polygon to Raster*. Převedené a zpracované rastry se právě pomocí této funkce převedou zpět na vektorovou podobu.

Program Gimp

Je program pro úpravu grafiky a je zdarma dostupný pod licencí GPL. Používá se zejména na úpravu fotografií, webové grafiky a podobné účely. Je dnes také oficiální součástí projektu GNU [9].

4.3 Zvýraznění snímku

Zvýraznění je důležité, neboť jsem zpracování prováděl pomocí ruční vektorizace, a proto byly třeba zvýraznit špatně identifikovatelné objekty. Pro každý snímek je vybrán jiný způsob zvýraznění anebo nebylo provedeno žádné. To záleží i na perifériích počítače, především na zobrazovacím zařízení a jeho jas, kontrastu a kvalitě zobrazení barev, ale také na oku člověka.

4.3.1 Zvýraznění snímku z roku 1992

Snímek byl zvýrazněn pomocí roztáhnutí histogramu (zvolena byla směrodatná odchylka se standardním nastavením ArcMap 10.1 a při vypnutém gamma roztažení (*Apply Gamma Stretch*)). Na *Obrázku 4* jde vidět vylepšení viditelnosti porostů dřevin. Levá část je zvýrazněná a pravá část je pro srovnání zobrazena v původním nastavení, tak jak ho importoval ArcMap.



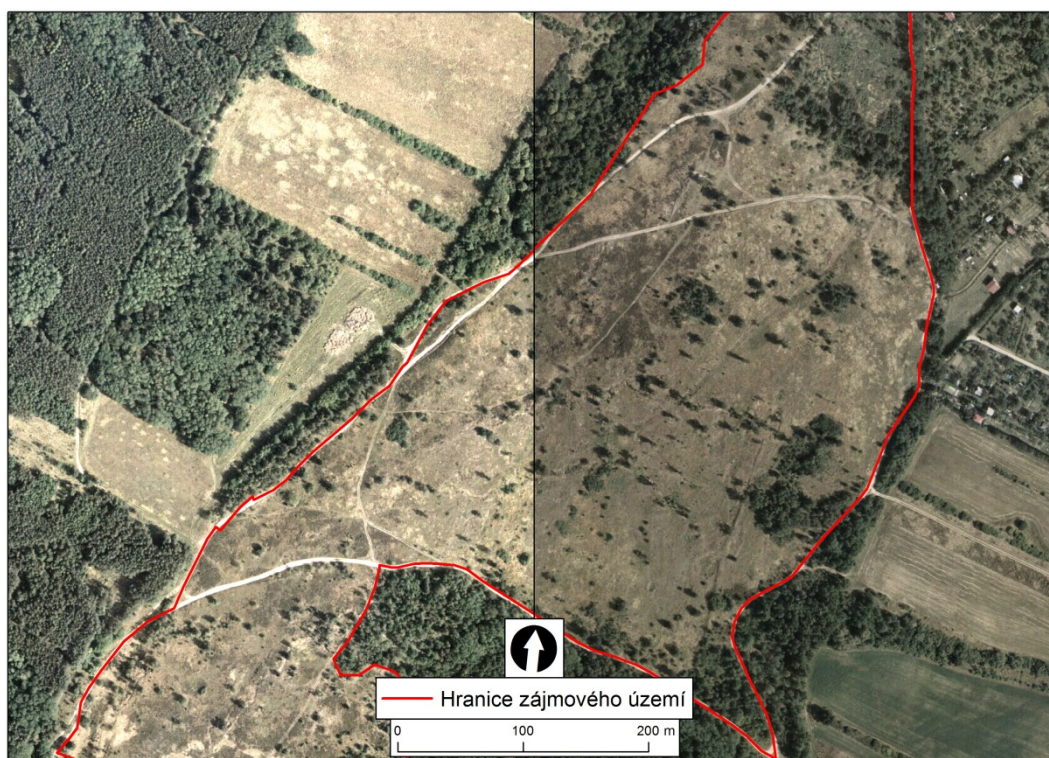
Obr. 4 - Zvýraznění snímku z roku 1992 (vlevo: upraveno, vpravo: původní)

4.3.2 Zvýraznění snímku z roku 1999

Tento snímek nepotřeboval žádné větší úpravy kontrastu nebo jasů, protože je celkově sám o sobě dobře rozlišitelný a téměř bez přítomnosti dlouhých stínů. Problém byl jen na jižní části zájmového území, o kterém bylo zmíněno v kapitole 4.1.

4.3.3 Zvýraznění snímku z roku 2001

S dlouhými stíny, které byly zmíněné v kapitole 4.1.3, se už bohužel nedalo nic dělat, ale bylo možné upravit jas. Ideálním nastavením byla hodnota 15% a kontrast o 35%. Výsledek můžeme vidět v levé části *Obrázku 5*.



Obr. 5 - Zvýraznění snímku z roku 2001 (vlevo: upraveno, vpravo: původní)

4.3.4 Zvýraznění snímku z roku 2006

Původní snímek je tmavý a mírně zašedlý, což se podařilo velice snadno odstranit viz *Obrázek 6*, kde je na pravé části původní snímek a na levé části upravený snímek s 40% kontrastem a 10% jasem.



Obr. 6 - Zvýraznění snímku z roku 2006 (vlevo: upraveno, vpravo: původní)

4.3.5 Zvýraznění snímku z roku 2008

Stejně jako v předešlé kapitole je snímek málo kontrastní, to jsem zase vyřešil přidáním kontrastu o 35% (část obrázku vlevo). Rozdíly můžeme pozorovat na *Obrázku 7*.

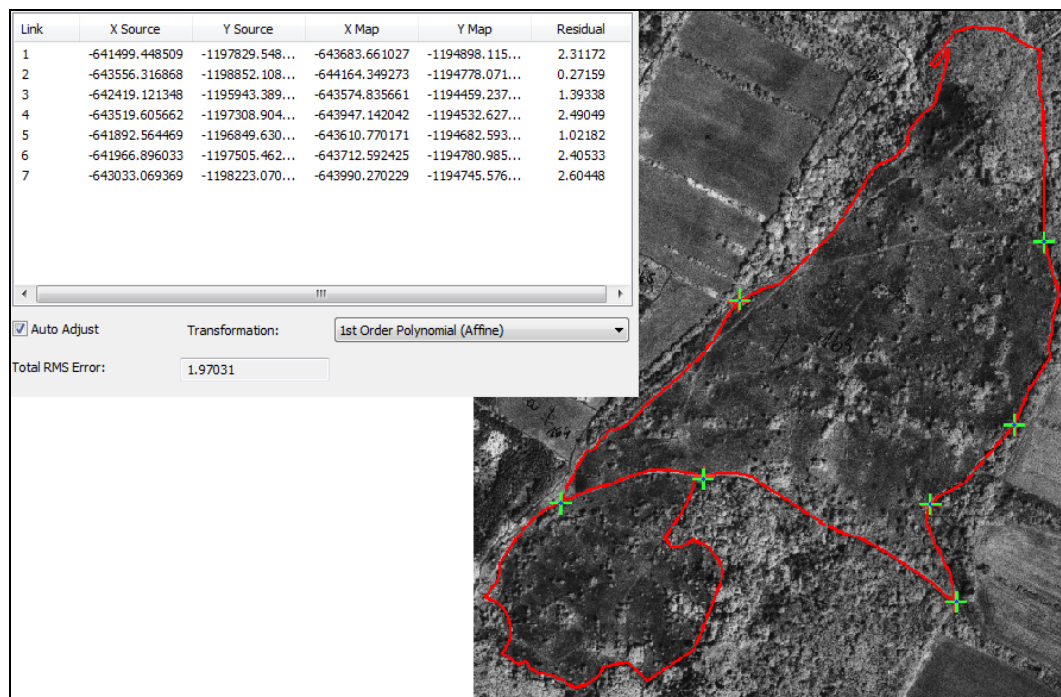


Obr. 7 - Zvýraznění snímku z roku 2008 (vlevo: upraveno, vpravo: původní)

4.4 Postup zpracování

Aby bylo možno přejít k další analýze a zpracování, snímky dodané v analogové formě musely být převedeny do digitální formy. Tato situace nastala jen u snímku z roku 1992.

Digitalizace snímku se provedla skenováním s rozlišením 1200 dpi, což je víc než dostatečné pro ruční vektorizaci. Následovalo umístění do souřadnic tohoto snímku a to do souřadnicového systému, ostatních digitálních snímků, S-JTSK. Tato operace byla provedena pomocí funkce *Rectify*. Snímek byl transformován pomocí polygonové vrstvy zájmové oblasti. Odchyšky (rezidua) jednotlivých vřícovacích bodu jsou vidět na *Obrázku 8*, zelené terčíky na tomto obrázku zobrazují jejich umístění. To bylo zvoleno podle dobré viditelnosti cesty, která se táhne z části podél hranice zájmové oblasti. S vysokou pravděpodobností se tato cesta za 16 let moc nevychýlila ze své původní trasy, a proto tak bylo rozhodnuto. Rast byl poté transformován podle 1. stupně polynomické transformace, neboli podobnostní transformace (afinní). Chyba této transformace se uvádí jako celková střední chyba RMS, v tomto případě byla rovna 1,97.



Obr. 8 - Georeferencování

Po transformaci snímku do správného souřadnicového systému bylo dalším krokem zvýraznění snímků, které je blíže rozepsáno v kapitole 4.3.

Poté následovalo vytvoření polygonových vrstev za pomoci aplikace ArcCatalog, která je součástí ArcGIS. Prvním důvodem tohoto kroku je, že také tyto vektorové vrstvy mají nastaveny souřadnicový systém S-JTSK,umožňující zabránit vzniku chyb při transformaci souřadnicových systémů. Druhým důvodem pak je, že tato práce je zpracovávána pro státní instituci, která využívá tento souřadnicový systém.

Samotná vektorizace bezlesí je provedena pomocí ruční vektorizace, protože se jedná o poměrně malé území. I když je tato metoda časově náročná, splnila svůj účel. Vektorizace probíhala nad dřevinami této oblasti, protože jsou lépe zaznamatelné, než samotné bezlesí. V kapitole 3.2 bylo zmíněno, že bylo vymezeno nejdříve jedno a poté druhé území, bohužel pro mne, jako autora to byla přítěž a vektorizace byla provedena dvakrát. První verze vektorizace byla hodně nepřesná, což způsobilo pravděpodobně to, že jako vstupní ovládací prvek kurzoru na obrazovce byla myš. Vektorizaci bylo tedy nutné provést ještě jednou a to už nad konečnou verzi vymezeného území. Pomocí zapůjčeného grafického tabletu Trust TB-7300, se zároveň podařilo dosáhnout větší přesnosti vektorizace. Problémem přesnosti nebylo jen vstupní zařízení, ale také kvalita snímků a to především již zmíněné stíny porostů dřevin.

Vytvořené vektorové vrstvy jsou publikovány pomocí ArcGIS Online, které mohou být stáhnuty přímo do aplikace ArcMap (pod názvem "*Kravi hora*"). Verze ArcGIS Online, která je zdarma, má omezení na určitý počet objektů (1000) v jedné vrstvě. Vrstvy jsou tudíž publikovány po částech, o kterých se mluví v kapitole 5.4.

Další krok byl ořezání vytvořených vektorových vrstev podle zájmového území, pomocí nástroje *Clip*. Výpočet rozloh jednotlivých plošek porostů dřevin a jejich kategorizace, která byla naprogramována pomocí jazyku PYTHON a knihoven pro tento jazyk. Knihovna *arcpy* pro aplikaci ArcMap je součástí instalace samotného programu ArcGIS 10.1. Vytvořený kód ovládá vybrané funkce z konzole aplikace ArcMap. Tento krok je zvolen proto, že je vytvořeno pět vrstev a pomocí GUI by byl tento krok zdlouhavý.

```

... import arcpy
... from arcpy import env
... arcpy.AddField_management (inFeature, "Area", "DOUBLE", "10", "3", "", "")
... arcpy.CalculateField_management (inFeature, "Area",
"!Shape.Area@SQUAREMETERS!", "PYTHON_9.3")

```

Ukázka kódu z jazyku PYTHON v prostředí ArcGIS 10.1

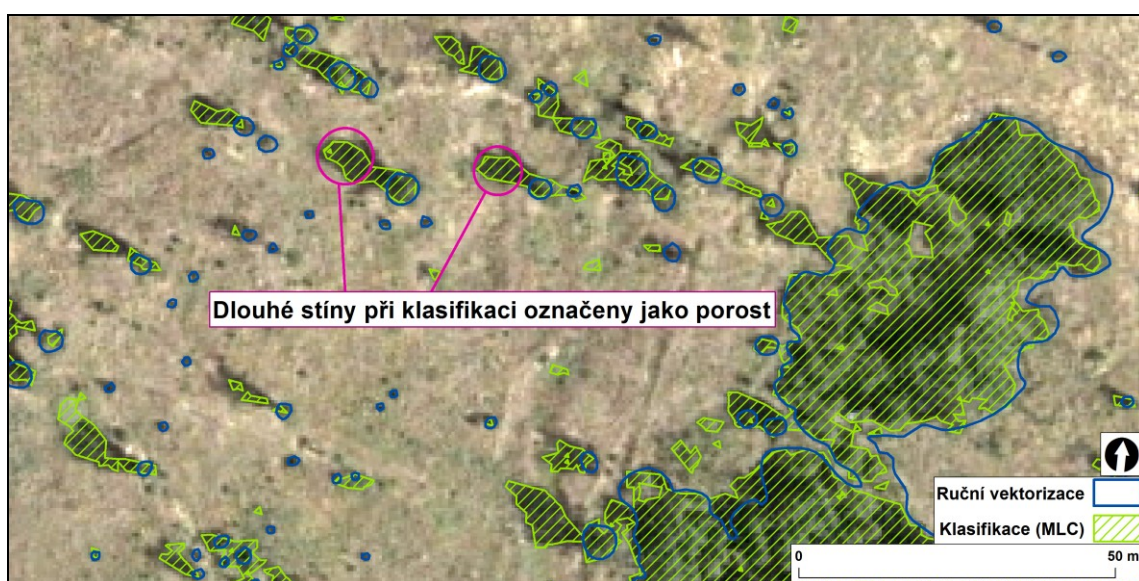
Na ukázce kódu z jazyku PYTHON vidíme, že první dva řádky načítají knihovnu *arcpy* a další dva řádky vytvářejí v atributové tabulce sloupec s názvem "Area" pro který následně poslední řádek vypočítá rozlohu každého objektu z geometrie tohoto objektu. Podobný kód je vytvořen i pro kategorizaci. Pro výpočet samotného bezlesí pro každou vrstvu je vypočtena celková rozloha vytvořených objektů jednoduchým odečtením od celkové rozlohy zájmové oblasti. Tato data o rozlohách byla vyhodnocena a jsou blíže popsána v následující kapitole. Tvorba tabulek a grafů, statistické výpočty nad exportovanými daty probíhaly zejména v tabulkovém programu MS Excel.

Pro vizualizaci změn bezlesí, které proběhly ve sledovaném území během let 1992 až 2008, je použit nástroj Map Algebra aplikace ArcMap (výstupy viz *Příloha 8* a *Příloha 9*). Pro použití Map algebry se musely vektorové vrstvy převést na rastrovou podobu, pomocí funkce *Polygon to Raster* s velikostí buňky rastru 0,1 m. Pro vizualizaci těchto změn bezlesí je užito jednoduchých operací, jako jsou součet a násobení. Po těchto operacích se výsledné rasty převedly zase zpět na vektorovou podobu. Také byl použit program GIMP pro vytvoření souboru ve formátu *GIF*, který funguje jako jednoduchá animace. Tento soubor (*Příloha 4*) byl vytvořen z vyexportovaných map z programu ArcMap a poté použit přechod (transparentnost) mezi jednotlivými snímky.

Druhý postup je proveden pomocí řízené klasifikace v programu ArcGIS 10.1 a to pomocí nástroje Maximum Likelihood Classification. Pro spuštění nástroje je potřeba vytvořit trénovací plošky. Jelikož dodané snímky mají k dispozici jen viditelné spektrum (BAND 1, 2, 3) je provedení klasifikace poměrně náročné. Do výpočtu vstupuje přibližně 150 000 pixelů pro každou klasifikovanou třídu. Dvě třídy jsou dostačující, protože na zájmovém území není žádná zástavba nebo řeka a polní cesty se můžou klasifikovat jako bezlesí. Po klasifikaci je provedena reklasifikace vytvořeného rastru, kde bezlesí bylo reklasifikováno na *NoData* (bez dat) a dřeviny jsou ponechány v původní hodnotě. Další krok je převedení rastru na polygon a jeho následné oříznutí a vypočítání rozlohy dřevin. Protože klasifikovaný rastr obsahuje mnoho malých plošek dřevin (jejich rozloha přibližně

0,1 - 0,5 m²), byly odstraněny pro další výpočty. Další postupy jsou stejné jako u ruční vektorizace.

Řízená klasifikace je provedena jen pro snímky z roku 1999 a 2001, protože jsou použity jako srovnání s ruční vektorizací. Další snímky nejsou klasifikovány, protože dva klasifikované snímky mají velké nepřesnosti. Například u snímku z roku 2001 klasifikační algoritmus zapojil do výpočtu třídy s dřevinami i dlouhé stíny. Přičemž stíny byly vybrány jako bezlesé viz *Obrázek 9*.



Obr. 9 - Dlouhé stíny snímku z roku 2001

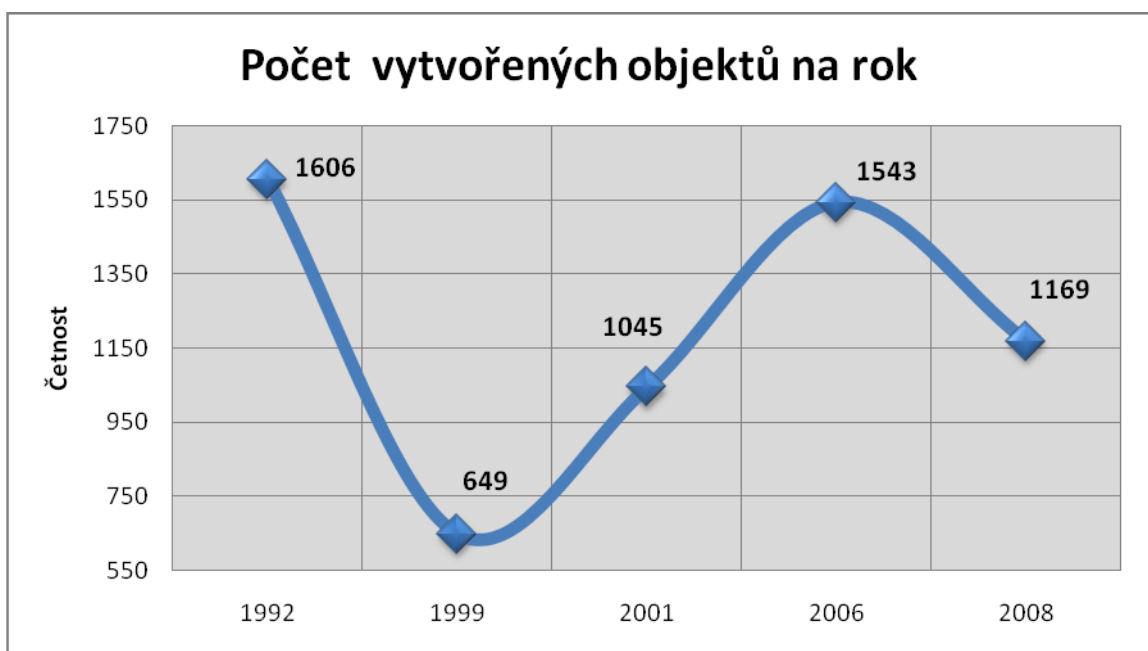
5 VYHODNOCENÍ VÝVOJE BEZLESÍ

V této kapitole bude blíže popsáno, jak se bezlesí změnilo ve sledovaném území během let 1992 až 2008.

Pro přesnější a sofistikovanější metodu vyhodnocení vývoje byla vyzkoušena metoda zmíněná v práci [4] bohužel nebylo dosaženo žádných výsledků. Extenzi pro ArcGIS, kterou autoři použili, Patch Analyst by měla fungovat pro ArcGIS verze 9.2 a 10. Naneštěstí se pracovalo s verzí programu 10.1, kde už extenze nepracuje korektně. Extenze byla vyzkoušena i v ArcGIS 10, ale i v tomto případě bez žádných výsledků.

5.1 Vytvořené objekty

Celkově bylo vytvořeno **6012 objektů**, přičemž pro každý rok je počet objektů odlišný. Na *Grafu 1* můžeme vidět, kolik objektů pro daný rok bylo vytvořeno. Mezi roky 1992 a 1999 je viditelný skok v počtu objektů, to mohlo způsobit, že snímek z roku 1992 byl v analogové formě digitalizován ve vysokém rozlišení. Naproti tomu snímek z roku 1999 má prostorové rozlišení 50 cm. To může být jedno vysvětlení. Jako druhé velmi pravděpodobné vysvětlení může být, že bylo během let prováděno odstraňování náletových dřevin.



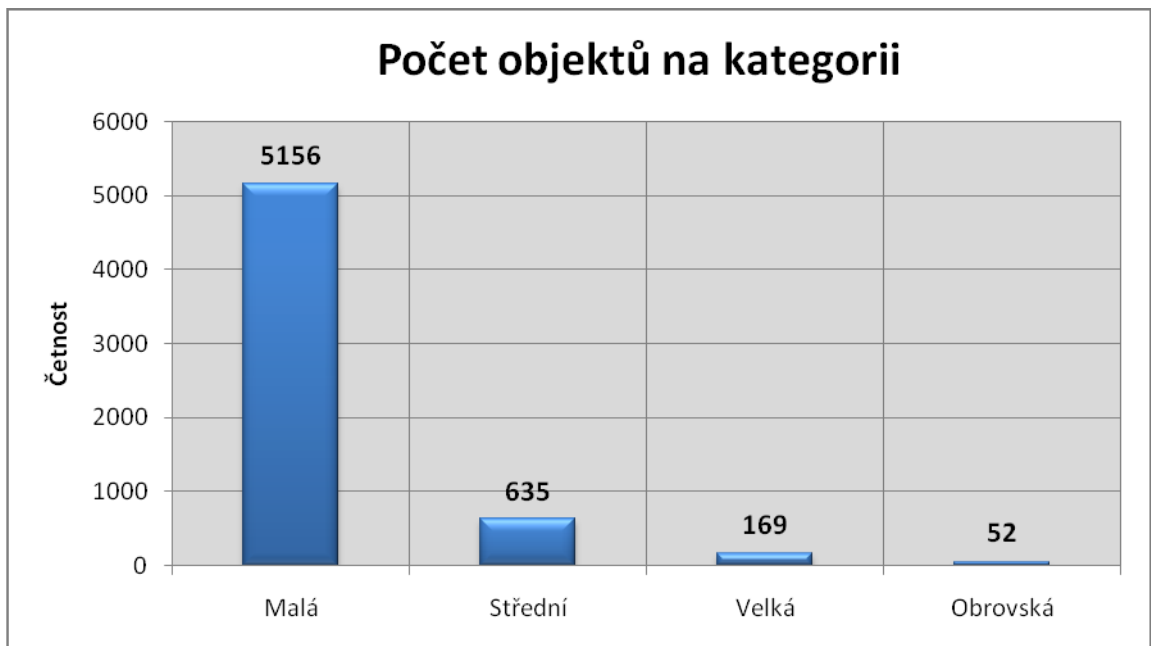
Graf. 1 - Počet vytvořených objektů na rok

5.2 Kategorizace

Dle požadavku NP Podyjí, je kategorizace všech vytvořených objektů rozdělena na 4 třídy, přičemž se četnosti vytvořených objektů velmi liší. Každá třída dostala i svůj slovní název podle velikosti rozlohy plošek. Kategorizace je v atributové tabulce každé vytvořené vrstvy, ve sloupci "*Area_class*". Na *Grafu 2* vidíme, kolik objektů připadlo na každou kategorii. Mapy kategorizací jsou v *Příloze 6* a animace v *Příloze 4*.

Třídy a jejich názvy jsou zvoleny následovně:

pod 30 m ²	-	Malá plocha
30,1 - 100 m ²	-	Střední plocha
100,1 - 500 m ²	-	Velká plocha
nad 500 m ²	-	Obrovská plocha



Graf. 2 - Počet objektů na kategorii

5.3 Zastoupení bezlesí v celém zájmovém území

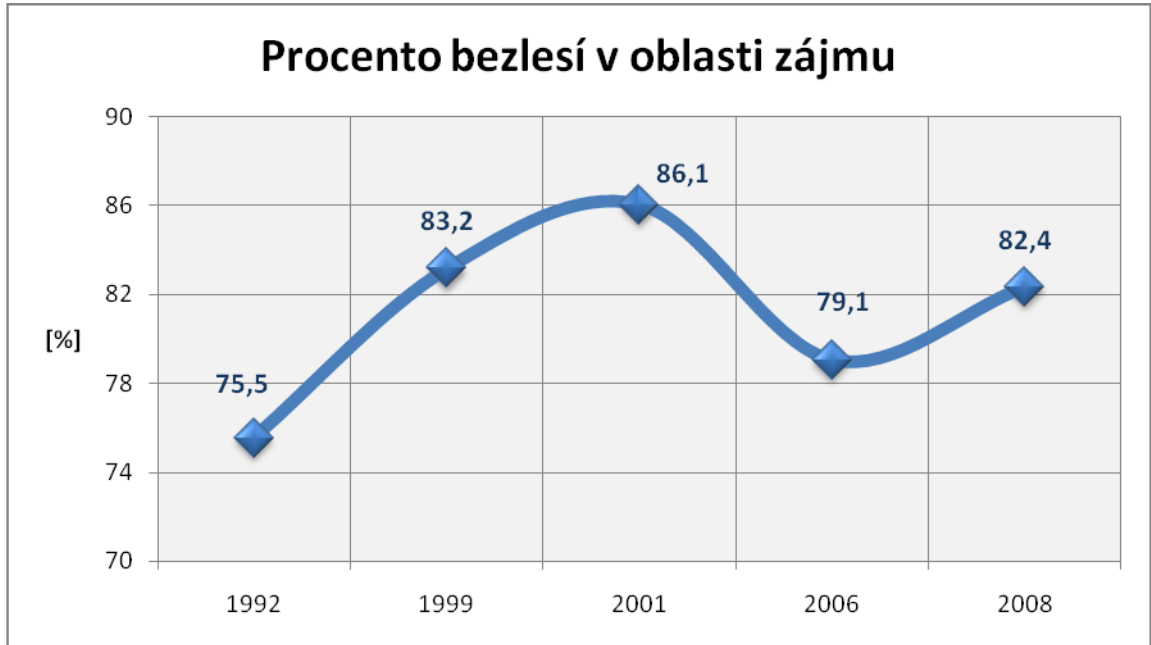
Bezlesí v na této okrajové části NP Podyjí, o rozloze přibližně 23 hektarů, se pohybuje kolem 80% v každém sledovaném roku. Zdá se tedy, že se míru zarůstání vřesoviště dřevinami daří udržovat na vyrovnané úrovni.

Jak je zřejmé z *Tabulky 3* a *Grafu 3* vektorová vrstva z roku 1992 má nejnižší procento bezlesí ze všech dalších vrstev a rozdíl nejvyšší a nejnižší hodnoty procenta je rovna 10,6. Za dalších 7 let, vektorová vrstva z roku 1999, vzrostlo bezlesí o 7,7% (což dělá 1,762 ha). Za další 2 roky se procento bezlesí téměř nezměnilo, vzrostlo pouze o 2,9% (0,665 ha). U následující sledovaného roku 2006 bezlesí nebyl zaznamenán nárůst, nýbrž pokles. Kdybychom porovnali roky 1992 a 2006, tak bezlesí vzrostlo o 3,6% (0,814 ha), což je rozlohou relativně malé území. Poslední sledovaný rok 2008 bezlesí vzrostlo na 82,4% (celková rozloha 19,01 ha) a za poslední dva sledované roky vzrostlo o 3,3%.

Tab. 3: Zastoupení bezlesí v celém zájmovém území

Rok	Procento bezlesí [%]	Rozloha bezlesí [ha]
1992	75,5	17,436
1999	83,2	19,198
2001	86,1	19,863
2006	79,1	18,250
2008	82,4	19,010

Celkově tyto výsledky ukazují jen nepatrné změny plochy bezlesí v jednotlivých letech. Od roku 1992 celková plocha bezlesí mírně vzrostla o 6,9%. Pro větší podrobnost se provedlo rozdělení lokality na tři části, které jsou zobrazeny v podkapitolách kapitoly 5.4. Pro tyto tři oblasti jsou, stejně jako pro celou zájmovou oblast, samostatně vypočteny plochy bezlesí.



Graf. 3 - Procento bezlesí v oblasti zájmu

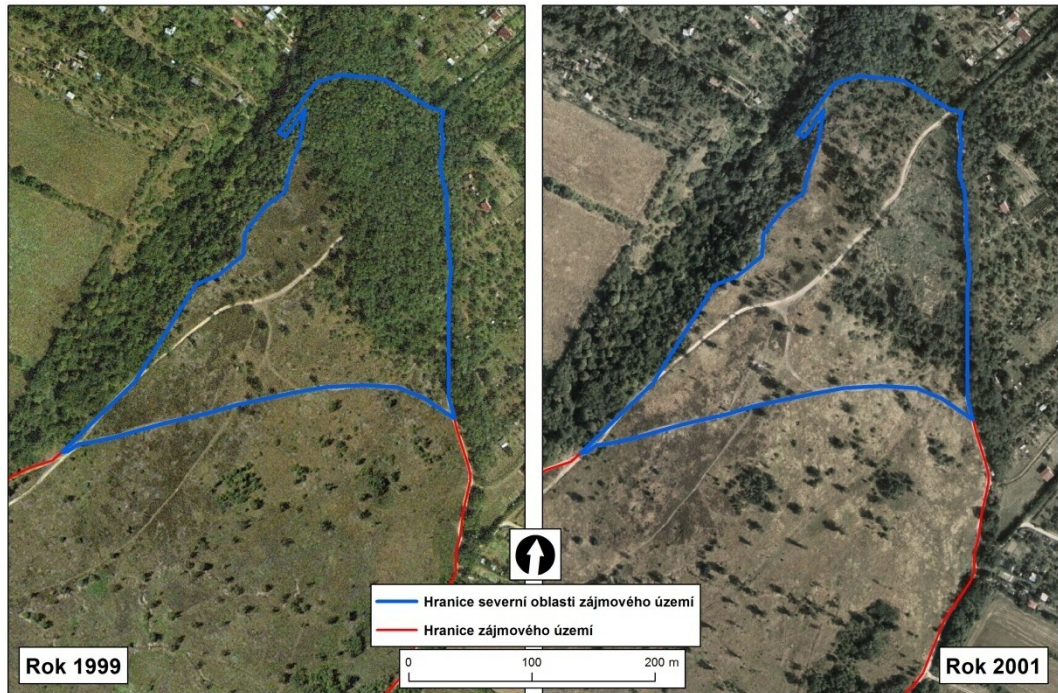
5.4 Zastoupení bezlesí v částech zájmového území

V kapitole bude popsáno, jak se bezlesí změnilo v částech zájmového území. Zájmové území je rozděleno na tři části, přičemž velikosti těchto oblastí nejsou identické.

5.4.1 Severní oblast

Na *Obrázku 10* můžeme vidět jak je tato oblast zvolena a také můžeme pozorovat, proč byla právě tímto způsobem zvolena. Jižní hranice oblasti se táhne podél cesty, která tímto územím probíhá. Důvodem zvolení této oblasti je zásah, který byl proveden mezi roky 1999 a 2001. Tento zásah můžeme vidět opět na *Obrázku 10*.

Rozlohou je tato oblast nejmenší (4,606 ha).



Obr. 10 - Severní oblast zájmového území

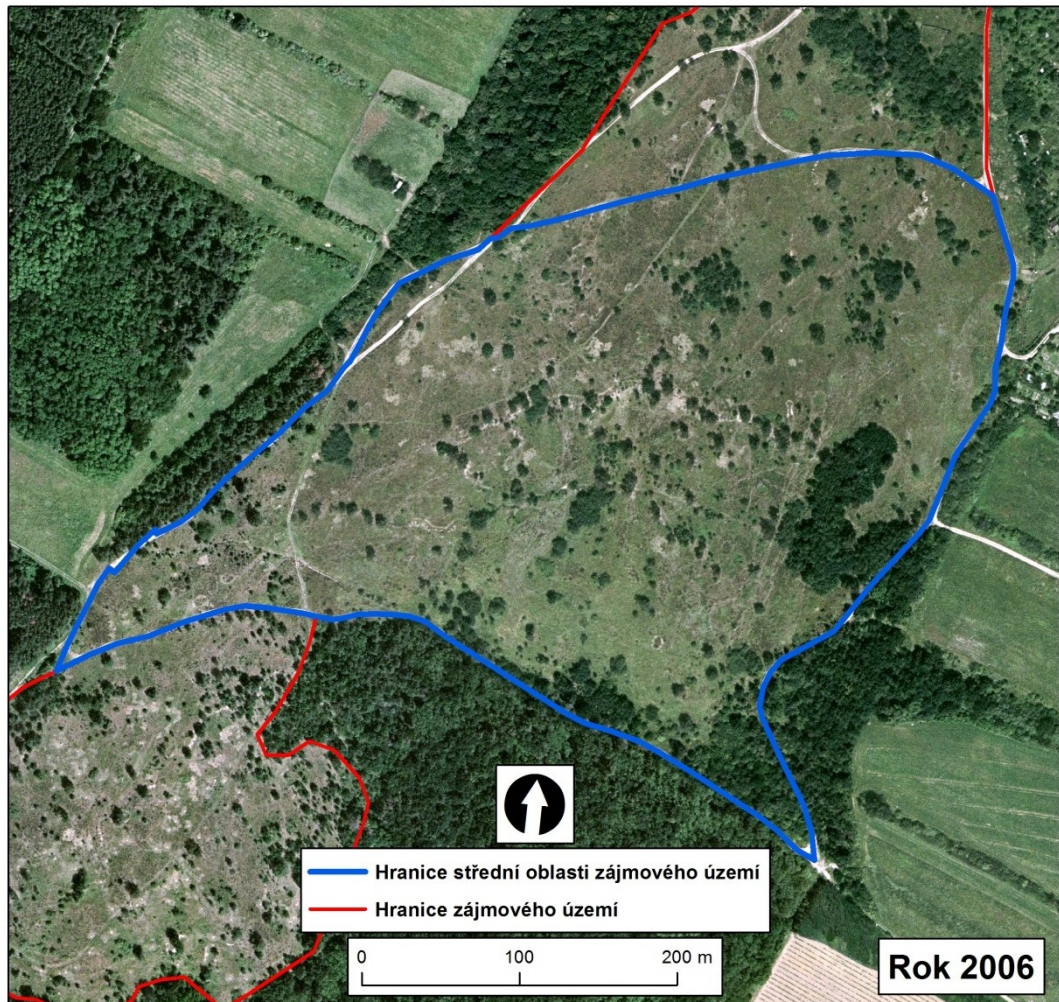
V Tabulce 4 vidíme, že v této oblasti se bezlesí vzrostlo, mezi roky 1999 a 2001, téměř o 29% (1,329 ha). To způsobil právě již zmiňovaný zásah do této oblasti a to odstranění porostu akátu. Od roku 2001 do posledního sledovaného roku 2008 je už nárůst bezlesí pouze o 6,2% (0,285 ha) zanedbatelný. V tomto období už tedy nedošlo k žádnému velkému zásahu do této oblasti.

Tab. 4: Zastoupení bezlesí v severní oblasti zájmového území

Rok	Procento bezlesí [%]	Rozloha bezlesí [ha]
1992	52,1	2,401
1999	51,2	2,360
2001	80,1	3,689
2006	85,6	3,944
2008	86,3	3,974

5.4.2 Střední oblast

Střední oblast byla opět vymezena podle cesty, která ohraničuje obvod této oblasti. Tato oblast je viditelně největší ze všech vymezených celků, s rozlohou 13,131 ha.



Obr. 11 - Střední oblast zájmového území

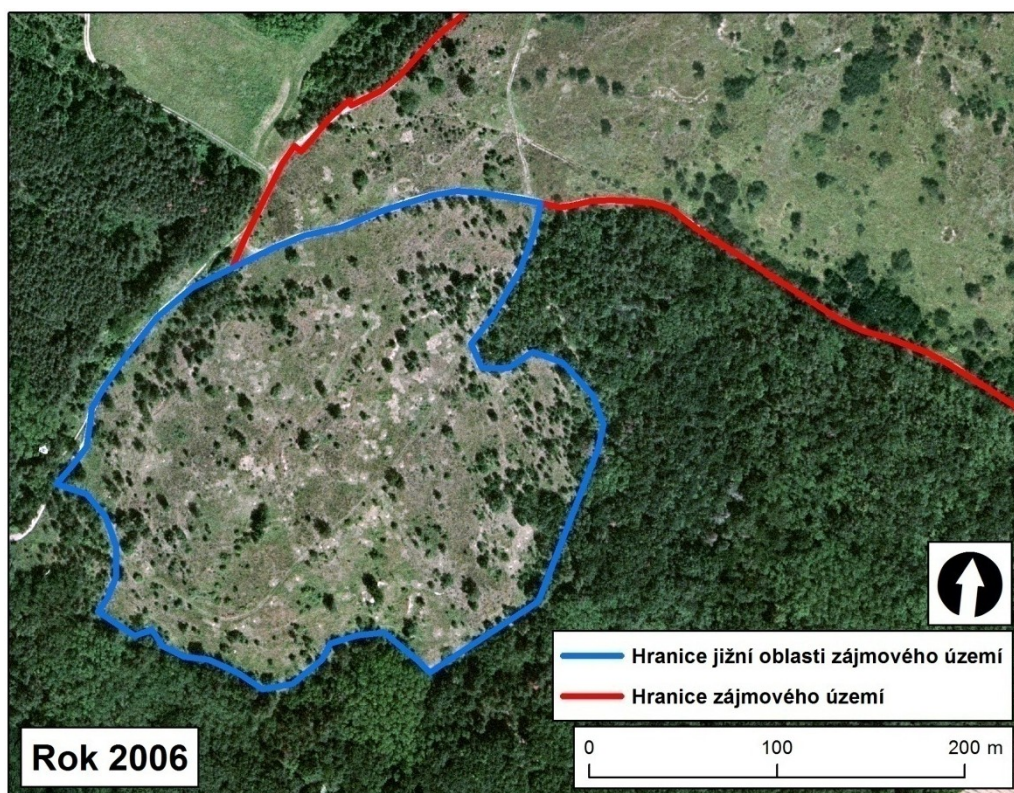
Střední část zájmového území má podobný průběh bezlesí během let jako celá oblast. Nejvyšší nárůst bezlesí v této oblasti, jak lze vidět v *Tabulce 5*, je mezi roky 1992 a 1999, kde tento rozdíl činí 10,1% (1,335 ha). Za dalších sedm let do roku 2006 se hodnota bezlesí snížila o téměř stejný podíl, 9,9% (1,315 ha). U posledních dvou sledovaných let byl zaznamenán mírný nárůst a to na celkových 84,5% bezlesí (celkově 11,250 ha).

Tab. 5: Zastoupení bezlesí ve střední oblasti zájmového území

Rok	Procento bezlesí [%]	Rozloha bezlesí [ha]
1992	81,8	10,893
1999	91,9	12,228
2001	88,7	11,815
2006	82,0	10,913
2008	84,5	11,250

5.4.3 Jižní oblast

Poslední část zájmového území je doplněk sledovaného území, která je rozlohou přibližně o půl hektaru větší (5,162 ha), než první analyzovaná severní oblast. Oblast zobrazenou na *Obrázku 13*, obklopují lesy, které mohou do určité míry přispívat k zarůstání plochy náletovými dřevinami.



Obr. 12 - Jižní oblast zájmového území

V *Tabulce 5* a *Tabulce 6* anebo v *Grafu 4* je možné vidět, že jižní a střední oblast mají podobné průběhy křivky v grafu. Od roku 1992 do 1999 je vzrůst bezlesí stejný, o 10,1% (0,523 ha). Minimální změna přichází za další dva roky (1999 - 2001), kde nastal pokles o zanedbatelné 1,2% (0,063 ha). V této oblasti nastal nejvyšší pokles mezi roky 2001 a 2006, který činí 9,9% (0,509 ha), avšak v posledním sledovaném roku proběhl opět nárůst o 4,6% (0,238 ha) na konečných 84,3% bezlesí (4,352 ha).

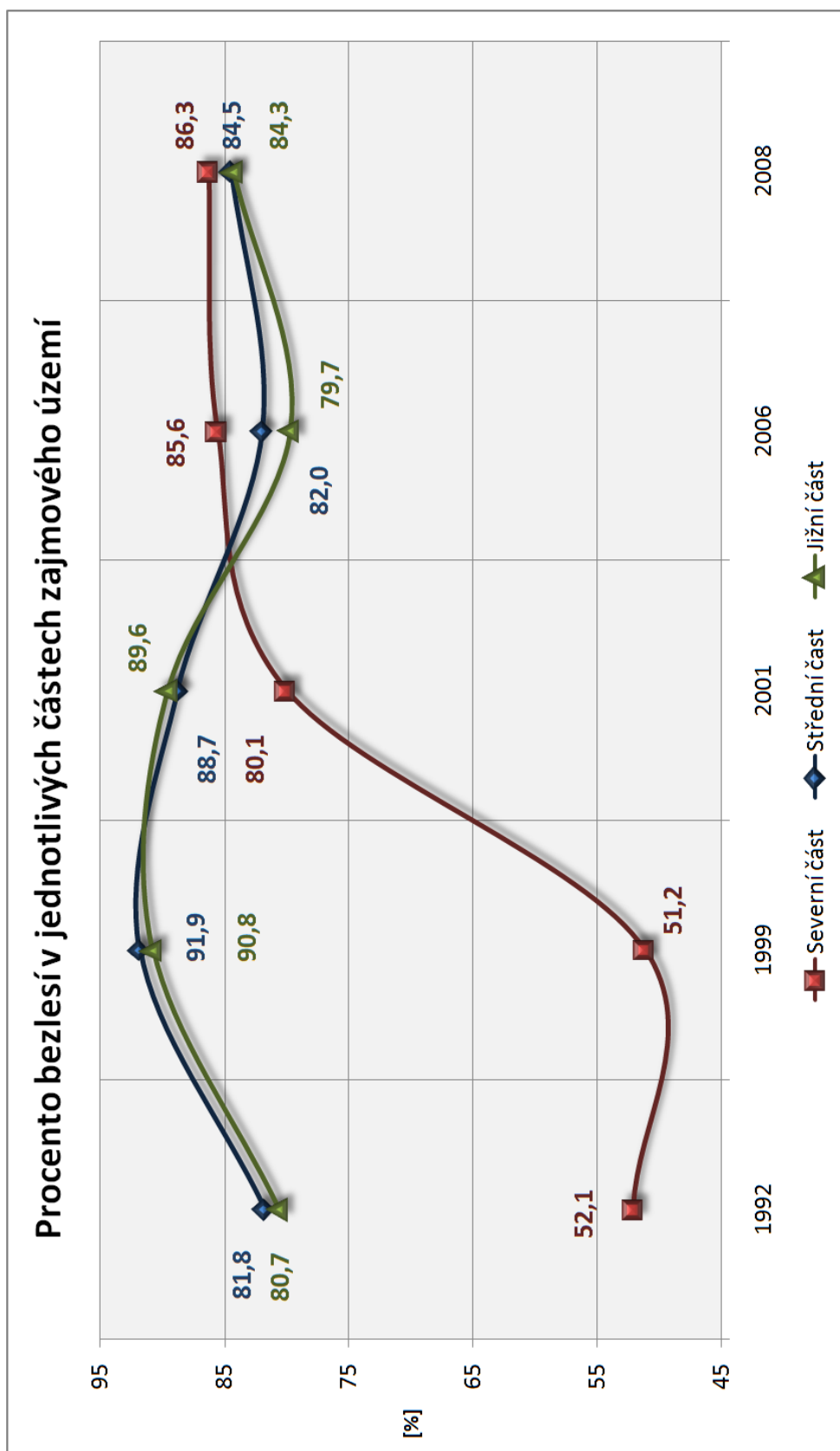
Tab. 6: Zastoupení bezlesí v jižní oblasti zájmového území

Rok	Procento bezlesí [%]	Rozloha bezlesí [ha]
1992	80,7	4,163
1999	90,8	4,686
2001	89,6	4,623
2006	79,7	4,114
2008	84,3	4,352

5.4.4 Grafické srovnání všech částí zájmové oblasti

Využitím *Grafu 4* můžeme pozorovat průběhy bezlesí v jednotlivých částech a letech za sledované období. Tyto údaje vychází z *Tabulky 4*, *Tabulky 5* a *Tabulky 6*, které byly blíže rozebrány v předešlých podkapitolách.

U severní oblasti zájmového území, červená křivka, je okamžitě zřetelné, že v této části zájmového území došlo k pravděpodobnému zásahu na porostech.



Graf. 4 - Procento bezlesí v jednotlivých částech zajiřmového území

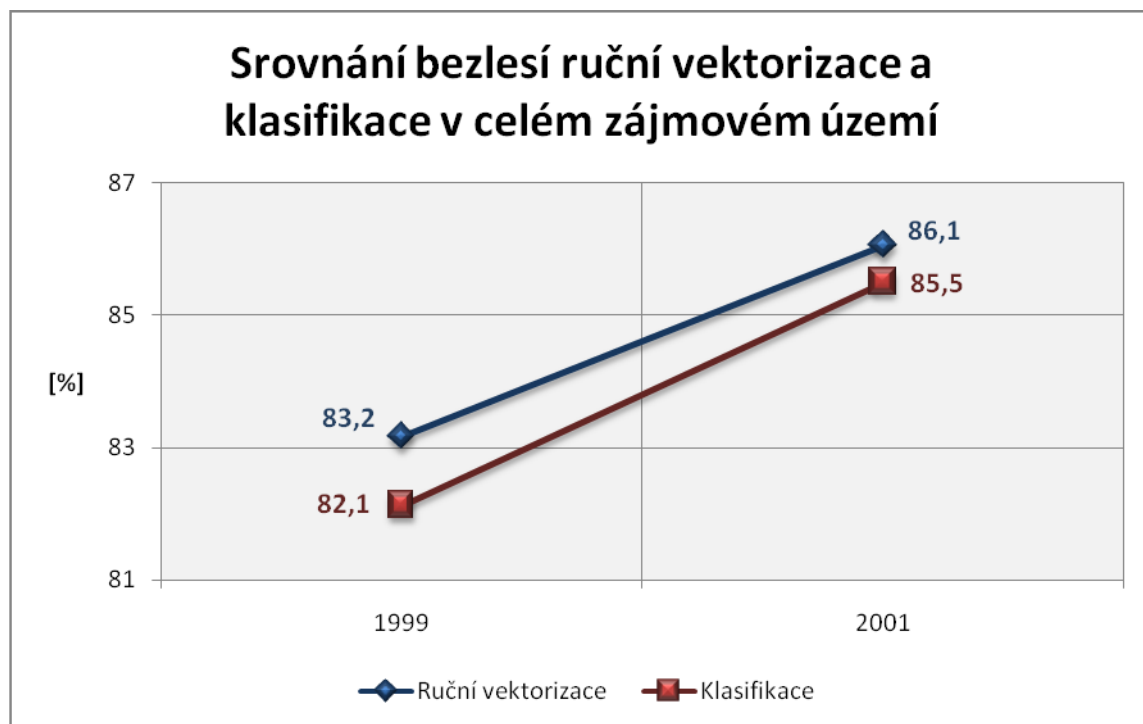
5.5 Srovnání ruční vektorizace a klasifikace

Jak už bylo řečeno dříve, klasifikace proběhla jen nad snímky z roku 1999 a 2001. Srovnány tedy budou jen dva snímky. Z *Tabulky 7* a *Grafu 5* můžeme vidět, že z pohledu rozlohy bezlesí, se tyto dva způsoby zpracování moc neliší. U snímku z roku 1999 je rozdíl bezlesí 1,1% (0,24 ha) a u roku 2001 jen 0,6% (0,128 ha).

Při bližším pohledu na *Obrázek 9* (nebo při srovnání *Přílohy 2* a *Přílohy 3*) však můžeme vidět velké nesrovnalosti, na snímku z roku 2001 hlavně kvůli dlouhým stínům.

Tab. 7: Srovnání rozloh bezlesí mezi klasifikací a ruční vektorizací

	Rok	Procento bezlesí [%]	Rozloha bezlesí [ha]
Ruční vektorizace	1999	83,2	19,198
	2001	86,1	19,863
Klasifikace	1999	82,1	18,958
	2001	85,5	19,735



Graf. 5 - Srovnání ruční vektorizace a klasifikace v celém zájmovém území

5.6 Finanční odhady prováděných zásahů

Z předešlých výpočtů můžeme tedy provést odhady přibližné ceny prováděných zásahů.

Průměrné náklady odstranění 1 ha náletových dřevin jsou asi 30 000,- Kč. Každoroční průměrné náklady vynakládané do zájmového území jsou zhruba:

- Sečení trávy (třtina): 35 000,- Kč
- Výřez náletu: 30 000,- Kč
- Ostatní (úklid, likvidace výmladků akátů, vypalování): 15 000,- Kč
- Pastva: 200 000 Kč
- **CELKEM: 280 000,- Kč**

Z této každoroční částky (280 000,- Kč) a částky pro vykácení (30 000,- Kč), byla vypočítána částka mezi sledovanými roky a celkové náklady do zájmového území, které jsou v následující *Tabulce 8*.

Tab. 8: Odhady nákladů pro zájmovou oblast

Náklady v [Kč]	1992 - 2008
Každoroční náklady	4 480 000
Předpokládané zásahy	95 630
Celková cena	4 575 630

V *Tabulce 8* vidíme každoroční náklady a náklady na předpokládané zásahy během sledovaných let. Náklady na zásahy vychází na 95 630,- Kč za 16 let, čistě teoreticky to je 5 997,- Kč za rok. Podle dnešních nákladů na vykácení 1ha se může vypočítat přibližná plocha zásahů za každý rok v horizontu 16 let, což je necelých 0,2 ha.

V případě předpovědi nákladů na dalších 8 let, podle Plánu péče o NP Podyjí, který je od roku 2012 do roku 2020, můžeme zvažovat následný scénář:

- Dosavadní náklady na zájmové území 80 000,- Kč
- Přibližný zásah na porostech dřevin 0,2 ha
- **CELKEM: $(8 \times 280\ 000) + ((0,2 \times 30\ 000) \times 8) = 2\ 288\ 000,-$ Kč**

ZÁVĚR

V práci byla provedena analýza vývoje bezlesí ve vybrané oblasti NP Podyjí na základě leteckých snímků z roku 1992, 1999, 2001, 2006 a 2008. Zájmová oblast byla vymezena NP Podyjí a to oblast v I. Ochranné zóně národního parku, přibližně jeden kilometr od města Znojmo, kde i sídlí Správa tohoto NP.

Snímek z roku 1992 byl nejdříve oskenován a poté transformován do souřadnicového systému S-JTSK podle hranic zájmové oblasti, které se táhnou podél polních cest v oblasti. Následná transformace rastru se provedla podle polynomické transformace prvního stupně, kde celková střední chyba RMS byla 1,97. Další snímky byly dodány v digitální podobě s prostorovým rozlišením 50 cm (rok 1999 a 2001) a snímky z roku 2006 a 2008 s rozlišením 20 cm. Dále přišla na řadu vektorizace, ale před ní se musely snímky zvýraznit za pomoci kontrastu a jasu.

Samotná vektorizace snímků byla provedena dvakrát, protože první vektorizace byla provedena velice nepřesně. Druhý pokus už měl větší přesnost díky grafickému tabletu, který byl zapůjčen od institutu geoinformatiky, a také vymezení oblasti bylo změněno na plochu vřesovišť.

Následovaly výpočty rozloh vytvořených plošek a jejich rozdělení do čtyř kategorií. Poté výpočet procentuálního zastoupení bezlesí v oblasti. Z těchto výpočtů nebylo na první pohled zřetelné, jestli ve sledované oblasti v minulosti proběhl nějaký zásah a proto byla zájmová oblast rozdělena do tří částí. Severní oblast okamžitě poukázala na provedený zásah, který byl přibližně 1,5 ha. Další dvě části, střední a jižní, si svými rozlohami bezlesí téměř odpovídaly, maximální rozdíl 2,3% bezlesí nastal v roce 2006. V posledním roce 2008 si všechny tři části zájmového území odpovídaly svou rozlohou bezlesí, kde jejich rozmezí bylo jen 2%.

Z pohledu řízené klasifikace v ArcMap byly výsledky, pro roky 1999 a 2001, velmi podobné, ale při bližším pohledu a srovnání vrstev si klasifikace s ruční vektorizací neodpovídaly i když při volbě trénovacích ploch byl kladen velký důraz. Lepší a věrohodnější klasifikace nemohlo být dosaženo z důvodu, že snímky obsahují jen pásma viditelného spektra. Pro lepší výsledky klasifikace by byly potřebné pásma z infračerveného pásma (NIR, MIR, TIR).

Co se týče finančních odhadů pro minulost a budoucnost zájmového území. Můžeme předpokládat, že NP Podyjí do tohoto území vynaložil, v letech 1992 - 2008, přibližně 4 575 630,- Kč, což není malá částka z pohledu rozlohy území. Budoucí odhady dalšího období plánu péče od roku 2012 do 2020, kde můžeme uvažovat o částce 2 288 000,- Kč, při minimálních zásazích do oblasti.

POUŽITÁ LITERATURA A INTERNETOVÉ ZDROJE

- [1] SPRÁVA NÁRODNÍHO PARKU PODYJÍ. Národní park Podyjí [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.nppodyji.cz/>
- [2] TUČEK, J.: Geografické informační systémy: Principy a praxe. Praha : Computer Press, 1998. 424 s. ISBN 80-7226-091-X.
- [3] Heather (*Calluna vulgaris*). In: Australian government [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.environment.gov.au/biodiversity/invasive/weeds/publications/guidelines/alert/pubs/c-vulgaris.pdf>
- [4] ROMPORTL, D., CHUMAN, T.: Změny struktury krajiny. In: [online]. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: http://www.cenelc.cz/components/pages/ns/bin/fok03_romportl_zmeny_struktury_krajiny.pdf
- [5] SKOKANOVÁ, H.: Změny využívání krajiny: Výzkumný ústav silva taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i. [online]. 2011. vyd. [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.zmeny-krajiny.cz/index.html>
- [6] SKOKANOVÁ, H.: Application of methodological principles for assessment of land use changes trajectories nad processes in South-eastern Moravia for the period 1836-2006. *Acta Pruhoniana*, 91: 15-21, 2009
- [7] MACKOVČIN, P., JATIOVÁ, M., DEMEK, J. & Slavík, P. 2007: Brněnsko. In: Mackovčín P. a Sedláček M. (eds): Chráněná území ČR, svazek IX. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, : 932 (in Czech).
- [8] GIMP. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/GIMP>
- [9] SÁDOVSKÁ, P.: Vývoj Urbanizovaného Území Na Základě Leteckých Snímků, 2011. [online]. [cit. 2013-04-17]. Dostupné z: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/sadovska11/text.pdf>

- [10] PRCHALOVÁ, J. Použití metod GIS pro analýzu vývoje krajiny - využití archivních leteckých snímků. 2006.
- [11] PLÁN PÉČE O NÁRODNÍ PARK PODYJÍ A JEHO OCHRANNÉ PÁSMO. In: Znojmo, 2012. [cit. 2013-04-10] Dostupné z: <http://www.nppodyji.cz/uploads/dokumenty/PP_Podyji2012_2020.pdf>

SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Obr. 1 - Snímek Národního park Podyjí i s Rakouskou stranou parku	5
Obr. 3 - Vymezení území	6
Obr. 2 - Vřes obecný	6
Obr. 4 - Zvýraznění snímku z roku 1992	11
Obr. 5 - Zvýraznění snímku z roku 2001	12
Obr. 6 - Zvýraznění snímku z roku 2006	13
Obr. 7 - Zvýraznění snímku z roku 2008	14
Obr. 8 - Georeferencování	15
Obr. 9 - Dlouhé stíny snímku z roku 2001	18
Obr. 10 - Severní oblast zájmového území	23
Obr. 11 - Střední oblast zájmového území	24
Obr. 12 - Jižní oblast zájmového území	25
Graf. 1 - Počet vytvořených objektů na rok	19
Graf. 2 - Počet objektů na kategorii	20
Graf. 3 - Procento bezlesí v oblasti zájmu	22
Graf. 4 - Procento bezlesí v jednotlivých částech zájmového území	27
Graf. 5 - Srovnání ruční vektorizace a klasifikace v celém zájmovém území	28

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Přehled použitých snímků a jejich parametrů	7
Tab. 2: Přehled použitých snímků a jejich parametrů	7
Tab. 3: Zastoupení bezlesí v celém zájmovém území	21
Tab. 4: Zastoupení bezlesí v severní oblasti zájmového území	23
Tab. 5: Zastoupení bezlesí ve střední oblasti zájmového území	25
Tab. 6: Zastoupení bezlesí v jižní oblasti zájmového území	26
Tab. 7: Srovnání rozloh bezlesí mezi klasifikací a ruční vektorizací	28
Tab. 8: Odhady nákladů pro zájmovou oblast	29

SEZNAM PŘÍLOH

Tištěné mapové přílohy

Mapa ploch bezlesí a porostů dřevin pro sledované období 16 let, A2

Mapa plošek trvalého bezlesí a porostů dřevin pro vybrané roky, A2

Přílohy přiložené na DvD

Přílohy ve formátu .shp

Příloha 1 Hranice zájmové oblasti a hranice částí zájmové oblasti

Příloha 2 Klasifikace MLC snímku pro roky 1999 a 2001

Příloha 3 Vytvořené vrstvy pomocí ruční vektorizace pro sledované roky

Přílohy ve formátu .gif

Příloha 4 Animace všech vrstev pro sledované roky a animace kategorizace

Přílohy ve formátu .png

Příloha 5 Mapy ploch bezlesí a porostů dřevin pro jednotlivé roky, A3

Příloha 6 Mapy kategorizace porostů dřevin pro jednotlivé roky, A3

Příloha 7 Mapa ploch bezlesí a porostů dřevin pro sledované období 16 let, A1

Příloha 8 Mapa plošek trvalého bezlesí a porostů dřevin pro vybrané roky, A1

Přílohy ve formátu .mxd

Příloha 9 Dokument programu ArcGIS se změnami v zájmovém území