

Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze

Katedra botaniky



**Vegetace novodobých lesů
na území Vojenského újezdu Boletice**

*Vegetation of recent forests
in the Boletice Military Area*

Bakalářská práce

Jindřich Prach

školitel: Mgr. Martin Kopecký

Praha 2009



3233159728

Abstrakt:

Bakalářská práce se zabývá vegetací lesů vzniklých na bývalé zemědělské půdě. Přináší zejména literární rešerši vybraných publikací týkajících se tématu. Různá zjištění a různé pohledy na studium vegetace těchto lesů, nazývaných novodobé, jsou shrnuty, diskutovány a dávány do širšího kontextu. V práci je dále podána základní charakteristika Vojenského újezdu Boletice, ve kterém probíhá vlastní výzkum lesů, které ve zdejší opuštěné krajině spontánně vznikly během 20. století. Následuje představení a výsledek prvního vlastního výzkumu provedeného v roce 2008. Třicet fytoocenologických snímků přineslo alespoň základní postižení druhového složení a variability vegetace těchto lesů.

Klíčová slova:

dřívější využití krajiny, krajinná škála, novodobé lesy, opuštěná zemědělská půda, sekundární sukcese, vegetace, Vojenský újezd Boletice

**Abstract:**

This bachelor thesis concerns vegetation of forests growing on ex-agricultural land. Main focus is put on review of selected literature about this subject. Different points of view on vegetation of these forests (called *recent forests*) are summarized, discussed and put into the broader context. The next part is devoted to description of Boletice military area located in the southern part of the Czech Republic. It is the place of the future research about recent forests established spontaneously during 20th century. Selected results of the first field study done in the area in summer 2008 are presented. Analysis of 30 phytosociological relevés brings basic knowledge about vegetation composition and variability of these forests.

Key words:

Boletice military area, landscape scale, old field, past land use, recent forests, secondary succession, vegetation

Poděkování:

Na prvním místě děkuji školiteli Martinu Kopeckému za mnohou všestrannou pomoc a příjemné vedení. Dále děkuji Aleně Vydrové a Vítu Grulichovi za pomoc a rady v souvislosti s pracemi na území Vojenského újezdu Boletice. Za konzultace a poskytnutí některé literatury děkuji otci Karlu Prachovi. Za poskytnutí digitalizovaných starých map děkuji Kateřině Křovákové.

1	ÚVOD	2
2	NOVODOBÉ LESY A PŘÍSTUPY K JEJICH STUDIU	2
2.1	„NOVODOBÉ LESY“ JAKO EKVIVALENT ANGLICKÉHO „RECENT FORESTS“	2
2.2	DŮVODY STUDIA	3
2.3	ZDROJE DAT.....	4
2.3.1	<i>Archivní</i>	4
2.3.2	<i>Terénní</i>	5
2.4	OKRUHY BĀDÁNÍ	6
2.4.1	<i>Průběh sukcese na opuštěné zemědělské půdě</i>	6
2.4.2	<i>Složení vegetace</i>	7
2.4.3	<i>Populační dynamika jednotlivých druhů</i>	8
2.4.4	<i>Změny abiotického prostředí</i>	9
2.4.5	<i>Diversita</i>	11
2.5	STUDOVANĀ MĚŘÍTKA	12
2.5.1	<i>Časové měřítko</i>	12
2.5.2	<i>Prostorové měřítko</i>	12
2.6	CO PLYNE Z JIŽ ZJIŠTĚNĚHO	13
3	STUDOVANĚ ÚZEMÍ – VÚ BOLETICE.....	13
3.1	GEOGRAFICKĀ, GEOLOGICKĀ A VEGETAČNĪ CHARAKTERISTIKA	14
3.2	HISTORIE VLIVU ČLOVĚKA NA KRAJINU	14
3.3	SOUČASNÝ STAV.....	15
3.3.1	<i>Krajina</i>	15
3.3.2	<i>Přirodní hodnoty</i>	16
3.3.3	<i>Ochrana přírody</i>	16
3.4	DOSAVADNĪ PŘÍRODOVĚDNĪ VÝZKUM	17
4	VLASTNĪ VÝZKUM.....	18
4.1	ÚVOD	18
4.2	METODIKA.....	19
4.2.1	<i>Výběr území a ploch</i>	19
4.2.2	<i>Sběr dat</i>	19
4.2.3	<i>Zpracování a analýza dat</i>	20
4.3	VÝSLEDKY	21
4.4	DISKUSE	24
4.4.1	<i>Zhodnocení metodiky</i>	24
4.4.2	<i>Diskuse výsledků</i>	24
4.4.3	<i>Plány na další práci</i>	26
4.5	ZĀVĚR	26
5	LITERATURA	27
6	PŘÍLOHY (Přiloha 1 – tabulky, Přiloha 2 – mapky a obrázky).....	32

1 Úvod

Bakalářská práce se zabývá problematikou studia vegetace lesů vzniklých na bývalé zemědělské půdě. Takovýchto lesů je v dnešní době mnohem více než by se mohlo na první pohled zdát. Rozloha zemědělsky využívané půdy v našich podmínkách zejména v posledním století klesá. Přibývá půdy opuštěné, samovolně podléhající sukcesi i ploch přímo osázených lesem. Na mnoha dnešních lesích jejich nelesní minulost na první pohled nepoznáme, přesto se ale mohou od kontinuálně existujících lesů v mnohém značně lišit. Různě dřevinami zarostlé plochy zaujmají čím dál větší, nezanedbatelnou část naší krajiny (Sádlo et. al. 2005). Krajinná mozaika se stále přelévá, mění, některé dnes zalesněné plochy prošly obdobím zemědělského využívání ve starší minulosti. Je přinejmenším zajímavé o probíhajících procesech, jejich příčinách a důsledcích něco vědět. Znalosti mohou přispět k postupnému zodpovězení některých obecných otázek dnešní vědecké ekologie (Flinn & Vellend 2005) mohou být přínosné i v ochranářské praxi.

K tomu se snaží přispět i následující práce. Zabývá se alespoň částí této rozsáhlé a složité problematiky. Přináší zejména literární rešerši vybraných publikací týkajících se studia vegetace lesů vzniklých na bývalé zemědělské půdě. Práci začíná výzkum vegetace lesů, které během 20. století spontánně vznikly v opuštěné krajině na území Vojenského újezdu Boletice (dále VÚ Boletice), proto je další částí práce rešerše literatury vztahující se k tomuto území. Je uveden výsledek prvního vlastního výzkumu provedeného v roce 2008. Hlavním cílem zpracování práce je seznámení se s tématem a metodikou před zpracováním rozsáhlejší diplomové práce (dále DP) na toto téma.

2 Novodobé lesy a přístupy k jejich studiu

2.1 „Novodobé lesy“ jako ekvivalent anglického „recent forests“

Novodobými lesy jsou míněny takové lesy, které někdy ve známé historii (zpravidla poslední stovky let) nebyly lesem, typicky jde o lesy vzniklé na bývalé zemědělské půdě. Jde o překlad v odborné literatuře hojně používaného anglického termínu *recent forests* (např. Flinn & Vellend 2005, Hermy & Verheyen 2007). Opakem jsou *starobylé lesy* - *ancient forests*, které na dané ploše existují kontinuálně, alespoň po dobu, po jakou máme k dispozici historické podklady (zejména mapy, viz kapitola 2.3.1). Někdy bývá také používáno anglické *secondary*

forests, překládané *sekundární lesy*. Nicméně dělení na *primary* a *secondary forests* problematiku příliš přesně nepostihuje, pojmem *primary forests* bývají spíše označovány lesy které nebyly nikdy v minulosti vykáceny, nebo přímo lesy bez vlivu člověka. Takové se v našich podmínkách nevyskytují téměř vůbec, nebo minimálně neexistují podklady, které by je vymezily.

Starobylým lesem může být i kulturní obhospodařovaný les, který ale roste na pozemku s historickou kontinuitou lesa, odvozenou z archivních pramenů. Novodobý les může být jak vzniklý spontánně, tak i uměle založený a obhospodařovaný. V práci užívám termín *novodobé lesy* (i když není zcela ideální), protože zatím v české literatuře nebyl zaveden termín lepší.

Ve vlastním výzkumu se zabývám novodobými lesy vzniklými a vyvíjejícími se spontánně, bez jakéhokoli pravidelného managementu. Nezahrnuji tedy novodobé kulturní lesy, které byly na dříve nelesní ploše uměle vysázeny. I když takovýchto lesů je plošně více, spontánně vzniklé lesy jsou pro studium ekologických procesů zajímavější.

2.2 Důvody studia

Na mnohých místech světa jsou opouštěny velké plochy zemědělské půdy (Cramer & Hobbs 2007). Hlavním důvodem tohoto opouštění je globalizace trhů za současné intenzifikace zemědělství v neúrodnějších oblastech. Po ustání dodávání energie zvenku systému – ustání lidských disturbancí, spěje systém k nějakému více či méně stabilnímu stavu rovnováhy (Begon et al. 1997), nebo stabilní nerovnováhy. V našich zeměpisných šířkách je přirozeným vegetačním krytem les (Neuhäuslová et al. 1998), proto ve většině případů spěje sukcese na opuštěné půdě k lesu. Někde jsou i plochy (př. porosty *Phalaris arundinacea*) kde je sukcese zjevně blokována, i když pravděpodobně dočasně. I ve sledovaném území VÚ Boletice jsou opuštěné plochy, které za desítky let dřevinami nezarostly.

Z ochrannářského hlediska je tedy přínosné vědět, jak probíhala sukcese na dříve opuštěných plochách a na základě toho se pokusit předvídat, jak bude probíhat na plochách opuštěných v současnosti. Další výzkumy se zabývají např. tím, jak systémy a jednotlivé druhy reagují na disturbance a změny prostředí, zda se plochy vrátí do stavu před lidskými zásahy, za jak dlouho a popřípadě do jaké míry (Hermy & Verheyen 2007).

Postupem sukcese se mění nejenom vegetace ale celé ekosystémy. Obecně lze ale říci, že vegetace je tou základní živou složkou ekosystémů (Ellenberg 1988, Begon et al. 1997), další složky, např. živočichové do značné míry závisí právě na vegetaci.

V takovýchto relativně dynamických ekosystémech lze studovat mnohé obecné ekologické vztahy a procesy (Flinn & Vellend 2005). Otázky směřují k postižení problematiky šíření druhů, (re)kolonizace nového prostoru, je studována limitace šířením oproti limitaci podmínkami prostředí. Lze také studovat procesy homogenizace dříve heterogenního a fragmentovaného prostředí.

2.3 Zdroje dat

Pro studium změn vegetace v čase, nebo studium závislosti aktuální vegetace na minulých podmínkách je nutno mít podklady z různých časových řezů. Toho lze dosáhnout různými způsoby. Protože se pohybujeme na delších časových měřítkách, nebývá obvykle možné provést více pozorování v různých fázích vývoje plochy prostě proto, že by byl nutný časový odstup desítek až stovek let (i když i takové studie jsou, viz Harmer et. al. 2001). Proto bývá zjištěný stav ploch dáván do souvislosti se zjištěným stavem v minulosti, který bývá zrekonstruován pomocí historických dat. V poslední době zpracování dat výrazně usnadňuje využití GIS a dalších počítačových metod.

2.3.1 Archivní

Archivní podklady pro studium mohou být nejrůznější povahy. Stav krajiny v minulosti nejlépe zachycují mapy. V našich podmínkách jde o I., II. a III. vojenské mapování (po řadě z druhé poloviny 18. století, let 1836 – 1852 a 1877 - 1880). Dalším zdrojem jsou přesné a podrobné mapy stabilního katastru vzniklé okolo poloviny 19. stol. (užila např. Drhovská 2007). V poslední době díky zdigitalizování a zpřístupnění některých archivních materiálů stoupá jejich využitelnost pro nejrůznější typy výzkumů. Možnosti využití starých map v českých podmínkách pro sledování vývoje lesů shrnul pracovníci laboratoře geoinformatiky Univerzity J. E. Purkyně (Brůna & Křováková 2006). Dochází k závěru, že potenciál starých map je velmi vysoký a může být zúročen nejrůznějším způsobem. Podrobnou studii změn jednoho krajinného úseku provedli pro katastr Ondřejov ve VÚ Boletice (Nedbal et al. 2008).

Od padesátých let jsou pro většinu území dostupné Státní mapy odvozené v měřítku 1:5 000, které vycházejí ze strašických katastrálních map a zachycují způsob využití jednotlivých pozemků (pastvina, louka, pole, les apod.). Tyto mapy jsou při geobotanických studiích hojně využívány (např. Chýlová & Münzbergová 2008, Kopecký & Vojta 2009). Omezeně lze využít i textové záznamy, zejména ty vzniklé jako doplněk katastrálních map (např. Nedbal et al. 2008), nebo i jiné historické údaje. Staré mapy jsou používány jako podklad pro velké

množství studií jak v Evropě (např. Kopecký & Vojta 2009, Verheyen et al. 1999), tak v severní Americe (např. Motzkin et al. 1996), kde však nesahají tak hluboko do minulosti.

Dalším zdrojem jsou letecké snímky (např. Flinn & Marks 2007). Nejsou z tak starých období jako mapové podklady (pro území ČR od roku 1938), ale oproti mapám zachytí některé detaily, např. malé remízky a osamělé stromy. Ty mohou např. při studiu šíření dřevin hrát zásadní roli, jsou také důležitým faktorem ovlivňujícím rozšíření lesních druhů rostlin (např. Drhovská 2007). Nevýhodou leteckých snímků je jejich náročnější zpracování a obtížná interpretace některých ploch (např. louky vs. pastviny). Při rozsáhlejších studiích bývají různé archivní zdroje kombinovány (např. Motzkin et al. 1996, Bellemare et al. 2002).

Dalším, velmi cenným zdrojem dat jsou archivní materiály jiného charakteru, jako jsou například historické fytoecologické snímky, vegetační mapy, nebo pouhé druhové soupisy. Pro lokality a území, pro která existují, jsou velmi cenným zdrojem informací, ale výše zmíněné podklady mají nespornou výhodu, že pokrývají souvisle většinou celé státy. Lze také čekat, že v minulosti byla pozornost věnována vybraným, pěkným a ochránářsky cenným územím a je tedy otázkou, jak mohou být na nich zjištěné jevy zobecnitelné.

2.3.2 Terénní

Mnoho o historii plochy lze vyčíst i po dlouhé době přímo v terénu. Známkami starého zemědělství jsou mnohde např. kamenné snosy oddělující pozemky (viz např. Koerner et al. 1997), tzv. woodbanks - valy obklopující starobylé lesy a ochraňující je pře dobytkem. Dlouhodobá orba způsobuje srovnání mikroreliefu a typické a dlouho patrné modifikace půdního horizontu (např. Motzkin et al. 1996), dlouho bývá také patrná okrajová brázda. Pro datování stáří dřevin, i posouzení za jakých podmínek v minulosti rostly, slouží dendrochronologické metody. Z fyziognomie jednotlivých stromů je i po dlouhé době zřetelné, že rostly soliterně a tím dokládají dřívější bezlesí. Mnoho mohou říci další paleoekologické metody, např. palynologie. Paleoekologické metody byly např. použity pro zjištění přibližného složení staré vegetace a vlivu požárů u komplexní studie z oblasti Massachusetts (Motzkin et al. 1996).

Pro doložení a datování stáří lidského vlivu bývají také užívány klasické archeologické metody jako sběr a datování keramiky. Např. práce Dupouey et al. (2002) využila mapování kamenných valů a sběry keramiky k vymezení pěti různých intenzit zemědělského využití území v 1. a 2. století po Kristu. V práci byla prokázána souvislost mezi

intenzitou dřívějšího využití a současnými odlišnostmi v druhovém složení vegetace a půdních vlastnostech.

2.4 Okruhy bádání

2.4.1 Průběh sukcese na opuštěné zemědělské půdě

V bádání o vegetaci vzniklé na bývalé zemědělské půdě ze vysledovat různé směry. Vedle studií zkoumajících pokročilý stav sukcese (kterým zde věnuji většinu prostoru), se objevuje velké množství prací studujících sukcesi od počátečních stadií (viz např. Walker & Moral 2003, Osbornová et al. 1990).

V postupu sukcese lesa na zemědělskou půdu, alespoň v oblasti Evropy a východu severní Ameriky, lze vysledovat určité obecné rysy. Výzkumy z takto široké oblasti se pokoušejí shrnout dvě dostupná review: nejprve je plocha kolonizována rostlinami otevřených stanovišť, za první desítky let se zpravidla vyvine porost křovin a stromů (Flinn & Vellend 2005 uvádí 30 – 40 let, Hermy & Verheyen 2007 uvádí pro pionýrské druhy dřevin 5 – 20 let), za přibližně 60 – 80 let dojde k uzavření korunového zápoje (Flinn & Vellend 2005), v časovém horizontu okolo 100 let jsou zpravidla pionýrské dřeviny už nahrazeny dřevinami pozdních sukcesních stadií (Hermy & Verheyen 2007). Tento obecný sukcesní trend je však značně modifikován mnoha různými vlivy (např. lokální odlišnosti prostředí a rozdílný *species pool*). Postup sukcese je hojně studován také v ČR, studie Prach et al. (2001) např. zpracovává 15 různých sukcesních sérií.

Pro lepší pochopení problematiky vedoucí k širšímu zobecnění získaných poznatků jsou nezbytné další studie z různých míst. Například podrobná studie druhového složení a stáří dřevin na 1,5 ha ploše na francouzském úpatí Alp (Chauchard et al. 2007) ukázala, že plochy velmi rychle kolonizovala borovice lesní. Po necelých sto letech začaly v podrostu borovic výrazněji regenerovat buk a jedle. Studie také ukázala, že se les rychleji vrací na pastviny než na dříve oraná místa.

Za nejdůležitější pro následný vývoj jsou považované jevy na počátku sukcese, kdy je systém ještě poměrně dynamický (Walker & Moral 2003). Velký vliv má zřejmě okolí plochy (Dovčiak et al. 2005, Řehounková & Prach 2008). Značnou roli mohou hrát také různé historicky unikátní, a tudíž špatně postihnutelné, nebo slabé a náhodné vlivy. Vznikne nějaké *pattern* (např. někde se rychle uchytí dřeviny, jinde plochu rychle zarostou konkurenčně silné byliny), které může po dlouhou dobu ovlivňovat následný průběh sukcese.

2.4.2 Složení vegetace

Složení vegetace lesního podrostu bylo hojně studováno v různých částech světa. Právě tematika studia složení vegetace je nejbližší provedenému výzkumu, proto jsou některé studie pojednány podrobněji. Studie srovnávající starobylé a novodobé lesy zjišťují vesměs značné rozdíly (Flinn & Vellend 2005). Také bývají porovnávány novodobé lesy lišící se historií, zejména různým využitím v minulosti. V našich podmínkách toto studovali M. Kopecký a J. Vojta. Zkoumáno bylo zda má hospodaření před 50 lety vliv na dnešní složení vegetace novodobých lesů. Fytocenologické snímky (kromě jiného, viz také kapitola 2.4.4) na plochách bývalých pastvin, luk a polí ukázaly, že předchozí využití půdy signifikantně vysvětluje část variability v druhovém složení ploch, přestože vegetace novodobých lesů je více ovlivněna jinými podmínkami prostředí. Do jaké míry jsou výsledky této studie zobecnitelné je však otázkou, protože zkoumaná oblast Doupovských hor je velmi specifická.

Rozsáhlé komplexní studie zahrnující rozmanité podklady a přístupy byly provedeny v 90. letech v americkém státě Massachusetts (Mozkin et al. 1996). Na zarostlých plochách opuštěných počátkem 20. stol. bylo vyčleněno 7 typů vegetace (zjednodušeně plochy borovic či dubů s různým podrostem, plochy s graminoidy a křovinami, apod.). Nápadný vztah historického využití plochy a současné vegetace byl zjednodušeně řečeno takový, že plochy, které byly rozorány, zarostla borovice, ty co nebyly, byly porostlé dubem. Byl učiněn závěr, že dnešní vegetace velmi závisí na disturbancích v minulosti. Ať už disturbancích požáry (jejich historie byla také podrobně studována) nebo na zemědělském využívání ploch. Ovlivnění vegetace bylo zřejmě zejména prostřednictvím změny půdních vlastností.

Závislost vegetace na historii lesa bývá studována i v lesích kulturních, vysázených a obhospodařovaných (Koerner et al. 1997). Ve zmíněné studii z francouzských Vogéz autoři zjistili rozdíly ve vegetaci odpovídající historii lesa, nicméně ploch bylo zkoumáno relativně málo a výsledky musí být proto interpretovány obezřetně.

Studium složení vegetace jako celku tedy přináší mnohá zajímavá zjištění, ale bohužel neposkytuje odpovědi na otázky, které procesy jsou zodpovědné za zjištěný vliv dřívějšího hospodaření. Je to způsobeno jiným prostředím? Může za to krátký čas, setrvačnost systému, že některé druhy dožívají a jiné ještě nedomigrovaly? Nebo obojí, a do jaké míry?

2.4.3 Populační dynamika jednotlivých druhů

Vegetace novodobých lesů do značné míry závisí na vlastnostech jednotlivých druhů (Flinn & Vellend 2005, Hermy & Verheyen 2007). Souvislosti složení vegetace a vlastností jednotlivých druhů lze studovat u dřevin i bylin. Dřeviny jsou důležitou a často určující složkou studovaných systémů. Proto bývají dřeviny, jejich šíření a určující vlastnosti zkoumány samostatně (např. Chauchard et al. 2007). Studium populační dynamiky dřevin značně ztěžuje jejich dlouhověkost, klasické metody jako označení jedinců a konstrukce přechodových matic jsou přinejmenším komplikované. Roli hrají jevy působící na větších časových i prostorových měřítkách, např. v nástupu dřevin na bývalou zemědělskou půdu bývají spatřovány vlny expanze v závislosti na klimatických fluktuacích (např. Dovčiak et al. 2005, Chauchard et al. 2007). Touto rozsáhlou a zajímavou problematikou se zde více nezabývám, soustředím se na problematiku výzkumu složení bylinného patra a složení vegetace celkově.

Systémy kde probíhá sukcese v heterogenní fragmentované krajině jsou vhodné pro řešení a testování některých obecnějších ekologických otázek. Zkoumají se jevy způsobující výskyt, nebo naopak absenci jednotlivých organismů. Lze například studovat, do jaké míry je výskyt organismů dán prostředím a jak záleží na schopnosti a možnosti šířit se. Lesní druhy mají spíše malou šířící kapacitu (Hermy & Verheyen 2007), ale tvoří v podmínkách mírného pásu značnou část původní flory. Tyto druhy mohou být zajímavé z ochranného hlediska.

Zkoumán je očekávaný pokles výskytu druhů se vzdáleností od zdrojových populací. Počet druhů a složení vegetace v novodobých lesích je tedy dáвано do souvislosti se vzdáleností k starobylému lesu (např. Dzwonko & Loster 1992). Předpokládá se, že lesní druhy na dříve zemědělsky využívaných plochách nepřežily a že se do novodobých lesů šíří až následně z okolí.

Podobné otázky jsou také řešeny manipulativními pokusy. Například jsou dosévány lesní rostliny, které se v daném novodobém lese nevyskytují, a je sledováno, zda tam prosperují. Hermy & Verheyen (2007) shrnují, že introdukce u takovýchto pokusů dopadly většinou úspěšně a že tedy rostliny byly limitovány hlavně šířením, ale zároveň upozorňují na nutnost dlouhého trvání takovýchto pokusů.

Mnohde bývá zkoumána prostorová distribuce rostlin. Z podrobného mapování výskytů typických lesních rostlin na vybraném území v Belgii (Verheyen et al. 2003) bylo zjištěno, že rozložení ploch, kde se rostliny vyskytují, lépe popisuje rozložení zdrojových ploch než lokální podmínky prostředí. V Čechách zkoumala prostorovou distribuci rostlin

v novodobých lesích Drhovská (2007). V Doupovských horách zjistila silnou korelaci výskytu vybraných lesních druhů s lesními prvky (mezemi, remízky, cestami) v bývalé zemědělské, dnes zcela novodobým lesem či křovinami porostlé krajině. Vzdálenost ke zdroji diaspor se ukázal významnější než vhodnost stanoviště pro daný druh.

Kolonizovanost novodobých lesů jednotlivými druhy rostlin bývá porovnávána s jejich *life-history* charakteristikami, zejména způsoby jejich šíření. Není divu, že v novodobých lesích se vyskytuje méně druhů bez výrazných adaptací k dálkovému šíření (Bellemare et al. 2002). Těmto druhům zřejmě trvá déle se na nová místa rozšířit než např. druhům anemochorním, nebo zoochorním.

Vliv na složení vegetace zřejmě také mají vztahy na úrovni společenstev. Lze jmenovat interakce s opylovači, herbivory, mykorhizu apod. Zejména mykorhiza může být při kolonizaci dřívě nezarostlé půdy značný význam. Tyto a podobné vztahy jsou však komplikovanější, zatím spíše méně studované a dále se jimi nezabýváme.

2.4.4 Změny abiotického prostředí

Dřívější využití ploch dnešních novodobých lesů neovlivňuje vzniklý ekosystém jen přímým působením na jednotlivé druhy. Velký vliv má také že dřívější stav ploch, typicky jejich hospodářské využívání, změnilo abiotické podmínky prostředí. Lze si představit změnu půdních vlastností reliéfu, vodního režimu apod. Většina výše zmíněných studií se ptá na vegetační pokryv, ale lze si klást otázky směřující právě na změny prostředí. Změnu prostředí by bylo možné studovat přímo porovnáváním ploch nevyužívaných – starobylých lesů a ploch změněných na využívané – současných zemědělsky využívaných ploch, nicméně tam je změna zřejmá. V typech otázek, kterými se zabývá tato práce jde ale spíše o dlouhodobý vliv, o přetrvávání změněných podmínek dlouho po změně nelesního využití ploch zpět na les (změněné půdní vlastnosti po době v řádu tisíců let viz. Dupouey et al. 2002, Dambrine et al. 2007). Jsou srovnávány lesy s různou intenzitou vlivu starého zemědělství, nebo přímo novodobé a starobylé lesy. Lze také srovnávat novodobé lesy s různou historií, otázky pak směřují na přetrvání vlivu typu využití plochy. Rozdíly v podmínkách prostředí mohou být zkoumány přímo, měřením fyzikálními a chemickými metodami, nebo nepřímě podle výskytu organismů, o nichž víme jaké mají nároky na prostředí.

Z podmínek prostředí, které historie ploch může měnit a které mají vliv na vegetaci, se jako nejdůležitější jeví půdní vlastnosti. Zda má hospodaření před 50 lety vliv na dnešní půdní

vlastnosti bylo u nás podrobně studováno v novodobých lesích Doupovských hor (Kopecký & Vojta 2009) spolu se studiem složení vegetace popsáním výše. Na plochách bývalých pastvin, luk a polí byly změřeny půdní vlastnosti. Bylo zjištěno, že množství organického C, celkové množství N a poměr C:N je signifikantně ovlivněn historickým využitím. I ve studii z Massachusettských lesů (Motzkin et al. 1996) byly podrobně zkoumány půdní vlastnosti. Velké množství výsledků lze generalizovat tak, že různé vlastnosti půd odpovídají různému složení vegetace a různé historii ploch.

Změna podmínek prostředí bývá také zjišťována nepřímo, podle odpovědi organismů, u nichž předpokládáme že známe jejich optimum, případně hranice výskytu na gradientu podmínek prostředí. Pro velkou část středoevropské flóry definoval hodnoty odrážející jejich nároky H. Ellenberg (Ellenberg et al. 1992). Možností použití Ellenbergových indikačních hodnot při charakterizaci podmínek v novodobých a starobyklých lesích se zabýval Dzwonko (2001) na příkladu lesů v karpatském podhůří v jižním Polsku. Hodnoty získané z vegetace na ploše byly porovnávány s laboratorně naměřenými hodnotami. Bylo zjištěno, že Ellenbergovy indikační hodnoty celkem dobře odrážejí ekologické podmínky ve starobyklých lesích, ale ne v novodobých lesích (v tomto případě starých 70 let). Důvodem zřejmě je, že výskyt rostlin je ovlivněn přímo na ně působícími historickými faktory, neodráží jen současné podmínky.

Použití Ellenbergových indikačních hodnot je tedy více na místě u studia podmínek prostředí v novodobých lesích velmi dlouho od nelesního využití, kdy už jsou vlivy omezeného šíření setřeny dlouhým časem a je studována relativně trvalá změna charakteristik prostředí. Takto byly Ellenbergovy indikační hodnoty využity při studii z Francie (Dupouey et al. 2002), kde byla zjištěna korelace hodnot pro dusík a pro vlhkost s gradientem intenzity využití před téměř 2000 lety.

Lze konstatovat, že ke změnám prostředí vlivem dřívějšího nelesního využití ploch dnešních lesů dochází. Zejména jsou právě změněny půdní vlastnosti. Efekty související se změnami podmínek prostředí se velmi místně liší, různé studie dochází k různým i opačným závěrům. Působí zde zřejmě dohromady velké množství lokálních faktorů a hraje roli čas jejich působení (Flinn & Vellend 2005). Značný vliv má zřejmě podloží i různě odlišná historie. Nějaké obecné trendy je obtížné vysledovat.

Studia mohou narážet na problém, jak odlišit vliv bývalého hospodaření na prostředí a naopak vliv podmínek prostředí na jeho využití v minulosti. Příkladem může být mnohde zřetelná korelace výskytu luk s vlhkostí prostředí, tedy zřejmě že vlhká místa byla využívána jako louky, naproti tomu korelace výskytu pole a bohatství živin může být důsledkem přihnojování pole. Problém lze řešit studiem v relativně homogenním prostředí (z pohledu

topografie, půd apod., viz např. Motzkin et al. 1996), nebo porovnáváním párů ploch lišících se právě jen historií se stejnými ostatními podmínkami (Flinn et. al. 2005). Takovéto plochy bývá ale obtížné nalézt. Výsledků snad dobře odpovídajících realitě lze dosáhnout zjištěním více podmínek prostředí, zjištěním korelací s historickým využitím a následně vlivy odfiltrovat při zpracování dat. Tento postup byl použit ve studii z Doupovských hor (Kopecký & Vojta 2009). V našich podmínkách je to asi jediná možná cesta - novodobé nepříliš antropicky ovlivněné lesy, které by bylo možné studovat v homogenních podmínkách na velké ploše, u nás zřejmě nenajdeme.

Dalším problémem je, že bývají spíše opouštěny méně výhodné zemědělské plochy, což může ovlivnit vzorek zkoumaných ploch. Tento problém nenastává v plošně opuštěných krajinách. Mimo jiné proto jsou u nás právě vojenské prostory ideálními plochami k takovému studiu (např. Vojta et al. 2007, Vojta & Kopecký 2006).

2.4.5 Diversita

Vedle druhového složení bývá srovnávána celková diversita rostlin novodobých vs. starobylých lesů a novodobých lesů vzniklých za různých podmínek. Diversitu lze lépe než konkrétní druhové složení srovnávat mezi regiony. Problematizuje to ale různý celkový *species-pool* v různých oblastech a to že si různé studie různě definují například lesní druhy (Flinn & Vellend 2005). Novodobé lesy v určité fázi vývoje, kdy v nich už jsou přítomny mnohé lesní druhy ale ještě přetrvávají druhy bezlesí, často vykazují vysokou celkovou diversitu rostlin i dalších organismů a bývají někdy i velmi ochránářsky ceněné. I když jde zjevně o přechodný stav, jsou zřejmě i některé organismy právě na toto vázané. Studie, které si definovaly lesní druhy, docházejí k závěru, že v mladších novodobých lesích je lesních druhů méně (např. Dzwonko & Loster 1992). Zjevně proto, že tam (zatím) nedomigrovaly (viz kap. 2.4.3). Po delší době už se rozdíl stírají a počet lesních druhů v novodobých lesích se blíží počtu ve starobylých. Silnou závislost počtu druhů na intenzitě velmi starého využívání (z doby Římanů) ukazují francouzské studie. Na kyselém podkladě ve střední Francii druhové bohatství s intenzitou starého osídlení výrazně narůstá (Dambrine et al. 2007).

Diversita nezahrnuje jen prostý počet taxonů na lokalitě, ale stále častěji je uvažována i betadiversita, zahrnující (jednoduše řečeno) míru změny druhového složení v prostoru. Komplexní studie analyzující 11 datových souborů (dohromady 1446 ploch) z Evropy a

severovýchodu Severní Ameriky porovnává právě různé úrovně diversity mezi starobylými a novodobými lesy (Vellend et al. 2007). Staví do kontrastu známý fakt že alfa diversity lesních druhů je v novodobých lesích nižší než ve starobylých, s ukázaným poklesem beta diversity u novodobých oproti starobylým lesům. Vzhledem k tomu, že mezi zkoumanými typy lesa se údajně příliš neliší variabilita prostředí, bude rozdíl spíše způsoben omezením šíření a různým lokálními zdroji druhů kolonizujících novodobé lesy.

2.5 Studovaná měřítka

2.5.1 Časové měřítko

Nutnost větších časových měřítek bývá postihnuta zahrnutím zjištěného stavu v minulosti (viz např. kap 2.3.1), odlišnosti způsobené stářím plochy bývají postihnuty studiem tzv. chronosekvencí (space-for-time substitution) - z různě starých ploch v jednom čase se zahrnutím předpokladu, že všude probíhají studované procesy relativně stejně.

V následujícím výzkumu se blíže věnuji časovým měřítkům desítek a prvních stovek let od opuštění. V našich podmínkách už hrají hlavní roli dřeviny, dochází k jejich různému vzájemnému nahrazování. Porosty se nemění tak rychle jako ranná sukcesní stadia s tzv. pionýrskými druhy (krátkověkými, i když na větším časovém měřítku lze třeba i břízu považovat za pionýrskou), a dřívější obhospodařování ještě nebylo natolik setřeno různými následnými vlivy a postupnou homogenizací. Různé vlivy lze ještě relativně dobře podchytit, z minulých století např. existují mapové podklady.

Časové měřítka studií mívá velmi různý rozsah. Studuje se ranný průběh sukcese (např. Prach et al. 2001), nebo naopak jevy na časové škále i tisíců let (Dupouey et al. 2002, Dambrine et al. 2007).

2.5.2 Prostorové měřítka

Na malém prostorovém měřítku je v novodobých lesích studována zejména distribuce jednotlivých rostlin a tím je postihováno například pomalé šíření lesních druhů ze zdrojových populací (Drhovská 2007). Větší plochy v řádu kilometrů až desítek kilometrů jsou pro podobné studie nejběžnější. Výzkumy jsou zvládnutelné, je postihnutelná historie území, lze čekat relativně podobné prostředí (podloží, klima apod.). Na takovýchto měřítkách probíhá i následující výzkum (viz oddíl 4).

Na větších územích už jsou podobné výzkumy obtížnější, značně varírují environmentální proměnné a ztěžují interpretaci. Přesto některé (zejména americké) studie postihují větší prostor, umožňují to relativně homogenní krajiny na velkých rozlohách. Snad lze čekat nějaké studie podobného typu v severovýchodní a východní Evropě (nabízela by se například opuštěná oblast okolo Černobyli). O postihnutí jevů zřetelných globálněji se pokusila studie propojující datové soubory z Evropy i Ameriky (Vellend et al. 2007).

2.6 Co plyne z již zjištěného

Přestože v tomto přehledu nebyly postiženy všechny myslitelné okruhy bádání, lze učinit nějaké závěry. Byly vybrány okruhy hojně studované a ty, které přinášejí zajímavé výsledky. Při výběru bylo také přihlédnuto k tématu vlastního výzkumu (viz oddíl 4).

Kladené otázky jsou od hledání příčin variability vegetace, přes porovnávání diversity po hledání dokladů o tom, že staré hospodaření dodnes změnilo podmínky prostředí. Obecně lze říci, že dřívější zemědělské využití má dlouhodobý vliv na vegetaci a stanovištní podmínky novodobých lesů. Dlouho a pomalu roste množství lesních druhů a ubývají druhy zemědělsky využívaných ploch a přechodných biotopů. Plný návrat lesních druhů může trvat staletí (Flinn & Vellend 2005), navrácení podmínek prostředí do původního stavu ještě déle, pokud je vůbec zcela možné (Dupouey et al. 2002).

V různých částech světa, za různých okolností a lokálních podmínek bývají činěny různé závěry. Mnohdy se v něčem shodují, jindy méně. Další studie na dané téma rozhodně nejsou objevováním známého, jsou důležité z hlediska ověřování hypotéz v různých podmínkách. Srovnáváním podobných studií a jejich syntézou lze zjistit zajímavé obecné jevy (viz např. Vellend et al. 2007).

3 Studované území – VÚ Boletice

Území, o kterém je dále pojednáváno, je vymezeno současným rozsahem VÚ Boletice. Pro DP se počítá s postižením novodobých lesů na území celého VÚ, přestože dílčí výzkum pro bakalářskou práci uvedený dále byl proveden jen na jeho malé části.

3.1 Geografická, geologická a vegetační charakteristika

VÚ Boletice se rozprostírá v jižních Čechách západně od Českého Krumlova (mapka viz příloha 2, Obr 1). Z hlediska horopisného se území nachází mezi Šumavou na západě a jihozápadě a Blanským lesem na severovýchodě. Nejvyšším bodem území je kopec Lysá (1228,3 m. n. m.), a ještě několik dalších dosahuje výšky kolem 1200 m (Knížecí Stolec, Špičák, Chlum). Nejnižší bod na východním okraji území leží cca 545 m. n. m. V západní části území se vypínají chladné a vysoké táhlé hřbety, severozápadní část prostoru vykazuje charakter náhorních plošin (Grulich 2007). Ve střední a východní části je reliéf tvořen mělkými údolními a většinou pozvolnými oblými vrchy. Klima je značně ovlivněno srážkovým stínem Šumavy a tzv. föhnovým efektem. Není tedy tak extrémní, jak by napovídala značná nadmořská výška. Území je významnou pramennou oblastí, žádné významnější toky do něho nevtékají, což umožňuje absenci výraznější eutrofizace. Geologicky území zahrnuje různé podklady (Čech 1964). Do jeho východní části zasahuje tzv. pestrá série, kde se mezi různými horninami vyskytují i krystalické vápence. Masivy v centru a na severu území jsou budovány kyselými granulity a pararulami, západní část tvoří tzv. durbachity.

Potenciální přirozenou vegetací v oblasti jsou bučiny, podle podkladu květnaté (zejména na durbachitu) nebo acidofilní, v nižší východní části území doubravy. Na vodou ovlivněných místech lze čekat rašelinnou vegetaci a podmáčené smrčiny (Neuhäuslová et al. 1998).

3.2 Historie vlivu člověka na krajinu

Nejstarší doklady lidské aktivity pochází z východního okraje oblasti. Z hradiště na vrcholu Raziberg u Boletic (Čtverák et al. 2003) pochází nejstarší archeologické nálezy ze střední doby bronzové (cca 1500 př. n. l.), většina nálezů spadá do pozdně halštatského až časně laténského období (6. a 5. století př. n. l.). V té době bylo zřejmě vybudováno hradiště. Údaje v přírodovědné literatuře, že právě hradiště je nejstarším dokladem přítomnosti člověka (např. Grulich 2005), tedy ne zcela odpovídají literatuře archeologické - nálezy jsou asi o 1000 let starší než samotné hradiště. Patrně už v pravěku tedy doházelo alespoň k nějakým lidským zásahům do okolní krajiny. Další datovatelné nálezy pochází ze závěru starého letopočtu a z raného středověku. Lidský vliv v oblasti zřejmě trval, nebo se opakoval. Nedaleko leží další hradiště - na vrchu Radiš u obce Kladenské Rovné, ale z něj nepochází dosud žádné datovatelné archeologické nálezy.

Ve středověku se osídlení dále rozvíjelo a byly zakládány první vesnice. Dodnes toto období dokládá boletický kostel sv. Mikuláše, který je vzácnou románskou památkou pravděpodobně z konce 12. století. Je to nejstarší dochovaná stavba v širokém okolí. Lze očekávat, že středověká kolonizace byla spojena s již poměrně velkým vlivem na okolní krajinu, zejména asi docházelo k odlesnění (Sádlo et. al. 2005). Stále se ale lidský vliv soustředil do příznivější východní a jihovýchodní části území. Později byla postupně kolonizována výše položená střední část území, lidský vliv tedy postupoval k severozápadu. Obce Ondřejov a sousední Chlumany, nalézající se v nadmořské výšce okolo 1000 m., ale na příznivém pozvolném jižním svahu, vznikaly patrně v 15. století, zřejmě v důsledku populačního tlaku a potřeby zemědělské půdy. Většina okolních osad ale vznikla daleko později, nejvíce v 18. stol. v souvislosti s cíleným využitím zdejších lesů za držby Schwarzenberků (Nedbal et al. 2008). Tehdy byly původní lesy těženy a mnohde převedeny na monokultury.

V roce 1910 žilo na území dnešního VÚ cca 6500 obyvatel v 52 obcích (Grulich 2007). Válečné události vedly k tomu, že byli obyvatelé, prakticky všichni německé národnosti, vyhnáni. Posléze bylo území zabráno armádou. Politické souvislosti i osobní zážitky z tohoto období popsal slovenský historik Ján Mlynárik (2000). Ve stati *Manévre v spálenej zemi* popisuje poměry v oblasti v 50. letech. Dotýká se i tehdejšího vzhledu krajiny.

Vysídlením a zabráním armádou na většině plochy ustal výrazný lidský vliv a byla tak částečně uchována krajina před intenzifikací zemědělství. Po roce 1989 se armádní režim zřejmě trochu zmírnil. Postupně se začalo uvažovat o jiném využití území, zejména vedení Jihočeského kraje a spřízněné osoby rozvíjely myšlenku o využití území k cestovnímu ruchu, rekreaci a rozvoji podnikání. Zatím ale trvá vojenské využití, valná část území je oficiálně nepřístupná a tím se daří relativně dobře chránit přírodní hodnoty. Jen okrajové oblasti a některé hlavní cesty jsou za určitých podmínek přístupné turistům.

3.3 Současný stav

3.3.1 Krajina

Krajinný pokryv VÚ je pestrý. Armádní využití se soustřeďuje většinou na jasně ohraničená cvičišť, zabírající jen menší plochy. V jejich okolí jsou rozsáhlé zóny využívané jen minimálně, sloužící jako ochranné pásmo oddělující střelnice a podobná zařízení od okolí. V těchto prostorech se právě nachází většina novodobých lesů, kterým se věnuje následující

výzkum. Velkou část plochy VÚ, dále od cvičišť, pokrývají lesy (většinou kulturní), louky a někde i pastviny. Na těchto plochách hospodaří státní podnik Vojenské lesy a statky. Hospodaření je mnohde značně extenzivní a pro uchování přírodních hodnot mnohem vhodnější než v běžné okolní krajině. Někde i bez managementu zůstaly relativně stabilní luční porosty s ochranařsky významnými druhy rostlin. Zřejmě to umožnila skutečnost, že území je téměř bez antropogenní eutrofizace. Různě po prostoru můžeme najít ruiny starých osamělých stavení i celých vesnic. Charakter krajinného pokryvu je také patrný z obr. 3 v příloze.

3.3.2 Přírodní hodnoty

Historické okolnosti vedly k velkým přírodním hodnotám území. Jsou zde rozsáhlé plochy přirozené a polopřirozené vegetace a rozmanité plochy podléhající sukcesí. Bylo zde zjištěno 144 druhů Červeného seznamu rostlin české republiky, 52 druhů rostlin chráněných vyhláškou 395/92 Sb. (Grulich 2007). Mnohé lokality zasluhují územní ochrany (Vydrová 2007). Svědčí to o mimořádné hodnotě území, do jisté míry možná také o kvalitním plošném prozkoumání zkušenými odborníky.

Zajímavé je nízké zastoupení až téměř absence buku ve východní části území. Oblast je významná plošně rozsáhlými porosty jedlin. Jedle zde do značné míry nahrazuje ve stromovém patře lesů buk, v suťových lesích javor klen.

Území poskytuje vhodný životní prostor četným živočichům. Nejlépe prozkoumané je asi z ornitologického hlediska (viz Kloubec & Hora 2007). Pravděpodobně nepřirozeně vysoké stavy jelení zvěře potlačují přirozenou obnovu lesů. Čistota toku Blanice v severozápadní části území umožňuje život perlorodce říční, jejíž populace jsou chráněné zejména dále po proudu.

3.3.3 Ochrana přírody

Území je zřejmě nejlépe chráněno vojenským využitím a z toho plynoucí nepřístupností. Přibližně jeho západní polovina leží na území CHKO Šumava. V hranicích VÚ s přidáním přilehlého území na severozápadě byla vyhlášena ptačí oblast Boletice (předmětem ochrany jsou populace chřástala polního *Crex crex*, kulíška nejmenšího *Glaucidium passerinum*, jeřábka lesního *Bonasa bonasia*, datlíka tříprstého *Picoides tridactylus*, skřivana lesního *Lullula arborea* a jejich biotopy). V oblasti dále leží evropsky významná lokalita Boletice.

3.4 Dosavadní přírodovědný výzkum

Za nejstarší zprávy o přírodě území lze považovat Schwarzenberské mapy a záznamy o lesích, uchovávané ve Státním okresním archivu Český Krumlov. Z období první republiky záznamy zřejmě nejsou, a byly-li nějaké, byly asi ztraceny a setřeny vyhnáním původního obyvatelstva. Po po zřízení vojenského újezdu stálo území pro oficiální nepřístupnost stranou zájmu. Objevily se jen příspěvky z botanického výzkumu území zejména u jižní hranice VÚ (Holub & Skalický 1959, Holub & Skalický 1961). Následně bylo z botanické stránky území podrobněji prozkoumáno zřejmě až v 80. letech pracovníky botanického ústavu v rámci výzkumu všech vojenských prostorů. Výsledky byly shrnuty v dnes špatně dostupné závěrečné zprávě (Kopecký 1985). Nicméně Boleticím nebylo tehdy věnováno takové úsilí jako ostatním vojenským prostorům (Hrouda, ústní sdělení 2009). V botanické literatuře se také území VÚ Boletice občas objevuje v souvislosti s lokalitou popelivky *Ligularia sibirica* u rybníka Olšina na jihu území objevenou v 80. letech S. Kučerou. Jedliny ve VÚ Boletice zahrnul do své studie Boublík (2007). Další různé příspěvky se porůznu objevovaly a objevují v regionálních periodících. Podrobněji shrnul dosavadní výzkum Grulich (2007).

Přírodovědná hodnota území byla plně odhalena až okolo přelomu tisíciletí v souvislosti s mapováním pro soustavu NATURA 2000. Území se věnují RNDr. Alena Vydrová a doc. Vít Grulich, floristická prozkoumanost a vegetační mapování území je proto na velmi vysoké úrovni. Hodnoty území byly shrnuty v několika člancích (Grulich & Vydrová 2004, Grulich 2005, Grulich 2007, Vydrová 2007).

V souvislosti s aktivitami české společnosti ornitologické s vytypováváním významných ptačích území byly prováděny průzkumy avifauny. I z tohoto pohledu se území ukázalo jako velmi hodnotné (Kloubec & Hora 2007).

O popularizaci území širší veřejnosti se zasloužilo především občanské sdružení Calla v souvislosti se snahou zabránit plánované stavbě „mamutího“ lyžařského střediska v nejcennějších částech území (shrnutí problematiky z pohledu ornitologa viz Hora 2004). Bylo vydáno několik popularizačních brožur a letáků (např. Grulich & Hora 2005). Byly pořádány přednášky, veřejné diskuse a byla sepsána petice. Různými aktivitami se zřejmě podařilo záměry zmírnit, zbrzdít a prozatím přesunout do jižní části území.

Rozsáhlejší studie vegetace novodobých lesů v území zatím nebyly prováděny, přestože území se k tomu svými hodnotami přímo nabízí.

4 Vlastní výzkum

4.1 Úvod

Pro seznámení se s problematikou, metodikou a se studovaným územím byl proveden výzkum alespoň omezeného rozsahu. Cílem studie bylo zachytit variabilitu vegetace novodobých lesů ve vybrané části VÚ Boletice. Práce je prováděna v kontextu s činností pracovní skupiny Jaroslava Vojty, která se věnuje studiu novodobých lesů v oblasti Doupovských hor (VÚ Hradiště) (např. Kopecký & Vojta 2009, Drhovská 2007, Kopecký 2006). Tato práce začíná podobnou činností v území s podobnou historií, ale s jinými podmínkami prostředí (chladnější, výše položené, minerálně chudší podloží). V budoucnu by mohl být učiněn pokus o srovnání procesů v obou územích (tím je také částečně ovlivněna metodika – použita stejná velikost snímků apod.).

Byly zahrnuty jen spontánně vzniklé novodobé lesy. Vegetace novodobých a starobylých lesů srovnávána nebyla. Nebylo by to ani účelné, protože starobylé lesy se ve sledovaném území většinou vyskytují v značně jiných podmínkách, zpravidla na hůře přístupných místech (suťové lesy apod.). Naopak území je výhodné pro studium variability novodobých lesů, protože zde byly najednou opuštěny rozsáhlé plochy, nejen ty pro zemědělství méně výhodné.

Výzkum měl odhalit hlavní gradienty v současné vegetaci novodobých lesů.

Z podmínek prostředí byly v terénu měřeny jen základní charakteristiky terénu, protože další měření by byla náročná. Proto byly gradienty prostředí hodnoceny jen nepřímo. K přiblížení gradientu v podmínkách prostředí byly použity Ellenbergovy indikační hodnoty (Ellenberg et al. 1992). Stáří ploch by bylo také obtížné zjistit, ale jako proxy proměnná bylo použito tzv. *basal area* dřevin s rozlišením druhu (bříza, smrk). Z terénního pozorování se zdá, že bříza zarůstá opuštěné plochy jako první a porost smrku se vyvíjí až následně. *Basal area* smrku by proto mohlo souviset s pokročilostí sukcese. K alespoň základnímu postižení okolí plochy byla použita plocha starobylého lesa v okolí. Zamýšlené studium vztahu vegetace ke způsobu dřívějšího hospodaření provedeno nebylo, protože nebyly dostupné vhodné podklady. Další řešení této problematiky by mělo následovat v DP.

Tento dílčí výzkum by měl pomoci pro plánování následné diplomové práce obdobného tématu, avšak studovaného na větším území a podrobněji. Výsledky budou poskytovány AOPK ČR, středisku České Budějovice, pracovní skupině pro VÚ Boletice.

Měly by být využitelné v ochraně přírody, zejména při návrzích managementu pro EVL Boletice.

4.2 Metodika

4.2.1 Výběr území a ploch

Na základě dostupných informací (např. z Grulich & Vydrová 2004), subjektivního porovnání historické mapy (zejména II. vojenského mapování, dostupné na <http://oldmaps.geolab.cz>) a současného leteckého snímku a v neposlední řadě dle dílčí terénní znalosti území, byla pro výzkum vybrána oblast v severovýchodní části VÚ, konkrétně okolí bývalých obcí Bezděkov, Veselí a Vítěšovičlů Uhlíři. Právě zde se na poměrně velkých plochách nacházejí porosty novodobých lesů.

Body na něž byly umístěny výzkumné plochy byly vybrány stratifikovaně náhodně. Bylo potřeba vybrat takové plochy, které jsou dnes lesem, ale dříve, před vysídlením území nebyly a kde nebyl porost výrazně ovlivněn lidskými zásahy. Použít výše zmíněnou mapu II. vojenského mapování, nebo jinou historickou mapu a letecký snímek nebylo aktuálně možné pro rastrovou podobu dat (mapa II. vojenského mapování převedená do vektorové podoby byla k dispozici až po sezóně). Proto byla pro výběr bodů použita vrstva CORINE land cover (Moss & Wyatt 1994). Polygony smíšeného lesa v této vrstvě poměrně dobře odpovídaly zájmovým lesům (porovnávalo se znalostí reality v terénu a výše zmíněnými rastrovými vrstvami). Ostatní lesy (starobylé) jsou v přilehlých plochách téměř výhradně jehličnaté. V programu ArcGIS 9.2 byla vygenerována vrstva hexagonů (každý o ploše 5 ha). Z vrstvy byly vybrány hexagony, jejichž střed ležel uvnitř polygonu smíšeného lesa. Jako body pro plochy byly použity centroidy průniku každého hexagonu s polygonem smíšeného lesa. Tím vznikla poměrně pravidelná síť bodů, pokrývající zkoumané území.

4.2.2 Sběr dat

Body byly v terénu vyhledány pomocí turistického GPS přijímače Garmin GPSMAP 60 CSx. Na místě byla vytyčena plocha 10 x 10 m, jejíž okraje byly orientovány podle světových stran. Plocha byla vybrána tak, aby její JV roh tvořil vzrostlý strom. Tento strom byl ve výšce cca 170 cm nad zemí označen vodorovným pruhem světle modré barvy a ve směru ke středu plochy byl přidělán ještě krátký svislý pruh. Střed vzniklé plochy byl co nejpřesněji zaměřen uvedeným turistickým GPS přijímačem s použitím funkce průměrování

stanoviště. Tím by se mělo dosáhnout přesnosti zaměření ve většině případů do několika metrů. Pouze v několika odůvodněných případech (hranice pozemku, bezlesí, recentní antropické lokální narušení) byl bod posunut. Dopředu bylo stanoveno, že od bodu ukázaného GPS přijímačem může být plocha posunuta maximálně 20 m. V ojedinělých případech, kdy nebylo možné toto dodržet, byl bod vyřazen a nebylo na něm snímkováno. Hranice les – bezlesí není v zájmovém území vždy zcela zřejmá, proto byl les definován jako porost, kde subjektivně odhadnutá pokryvnost stromového patra dosahuje alespoň 50 %.

Na každé ploše byl pořízen fytoecologický snímek. Byly zaznamenány přítomné rostlinné druhy (názvosloví podle Kubát et al. 2002), pokryvnost byla popisována devítičlennou stupnicí (r: do 2 ks, + pod 1 %, 1: 1-5 %, 2m: 5-10 %, 2a: 10-15 %, 2b: 15-25 %, 3: 25-50 %, 4: 50-75 %, 5: nad 75 %). Dřeviny byly zaznamenávány zvláště jako semenáčky, v keřovém patře (výšky 1 – 5 m) a stromovém patře (nad 5 m). Byla odhadnuta pokryvnost jednotlivých pater a změřen sklon a orientace svahu. Pro měření světových stran a skonu byla použita busola Recra DS50.

Na každé ploše byly zaznamenány obvody všech dřevin v prsní výšce (130 cm). Byl zaznamenán jejich druh, zda jsou živé a případně zda vyrůstají jako polykormon ze společné báze. Podobně jsou vlastnosti dřevin při výzkumech tohoto typu měřeny i jinde (např. Motzkin et al. 1996, Flinn & Marks 2007).

Každá plocha byla zdokumentována fotografií. Pro usnadnění nalezení v budoucnu byl také zvláště vyfotografován označený rohový strom. Terénní práce byly provedeny v srpnu a na začátku září 2008.

4.2.3 Zpracování a analýza dat

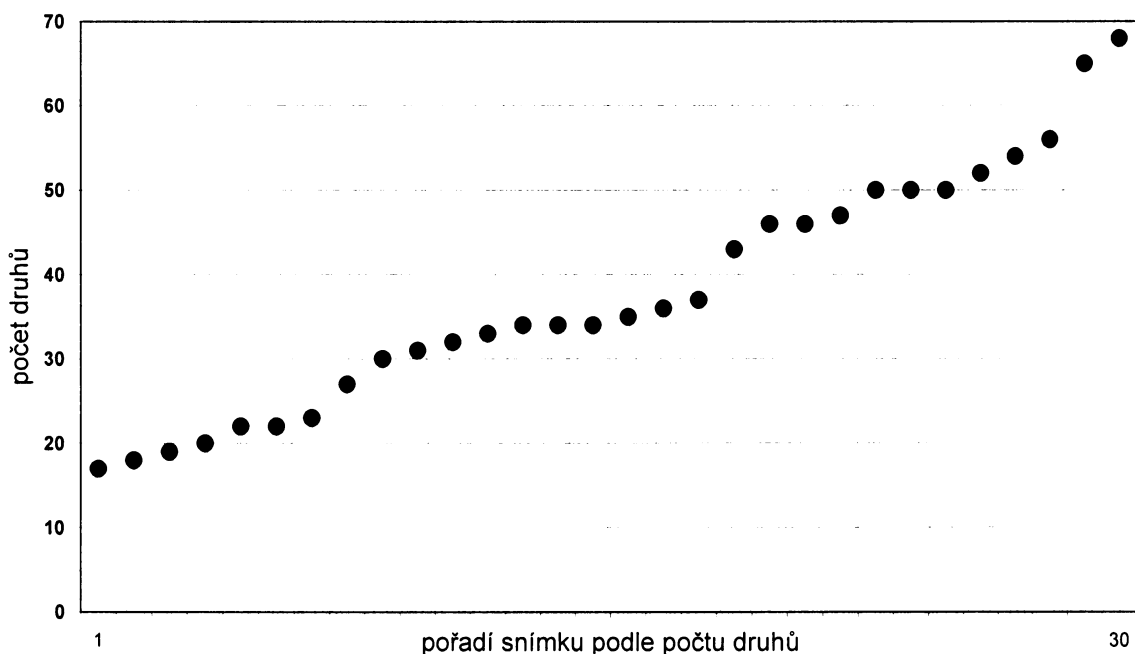
Data z fytoecologických snímků byla zadána do databáze pomocí programu Turboweg (Hennekens & Schaminée 2001). Následně byla zpracovávána a editována v programu Juice 6.5 (Tichý 2002). Data o stromech v ploše (naměřené obvody) byla zpracovávána v programech MS Excel, OpenOffice Calc a MS Acces. Průměr kmene a obsah průřezu označovaný jako *basal area* byl spočítán pro průřez tvaru kruhu. Množství starobylého lesa v okolí ploch bylo zjištěno v programu ArcGIS 9.3 (ESRI). Jako podklad byla použita mapa II. vojenského mapování, která byla jako jediná dostupná ve vektorové podobě a umožňovala tak výpočet plochy lesa v okruhu 200 m od každého snímku (mapu zdigitalizovala a poskytla Ing. K. Křováková).

Zpracování dat bylo provedeno v programu R (R Development Core Team 2008), pro mnohorozměrnou analýzu byl použit program CANOCO for Windows 4.5 (Ter Braak &

Šmilauer 2002). Data o druhovém složení bylinného patra byla analyzována pomocí DCA. Před analýzou byly ze souboru vyloučeny druhy, které se vyskytovaly jen v jednom snímku a procentická pokryvnost zbývajících druhů byla odmocninově transformována. Během analýzy bylo použito snížení váhy vzácných druhů. Pro usnadnění interpretace byly do ordinačního grafu pasivně promítnuty proměnné o prostředí (*basal area* břízy, smrku a všech dřevin, plocha starobylého lesa do vzdálenosti 200 m od snímku, odhadnutá pokryvnost dřevin a bylin a z Ellenbergových indikačních hodnot spočítané světlo, vlhkost, kontinentalita, teplota, půdní reakce a bohatství živin). Ellenbergovy indikační hodnoty byly spočteny jako nevážený průměr Ellenbergových indikačních hodnot jednotlivých druhů, vyskytujících se ve snímku (Ellenberg et al. 1992).

4.3 Výsledky

Bylo zaznamenáno 30 fytocenologických snímků. Jejich polohu zobrazuje Obr. 3 v příloze 2 a zjištěné vlastnosti tab. 1 v příloze 1. Druhy rostlin zaznamenané na plochách jsou uvedeny v tab. 2 v příloze 1. Celkem bylo zjištěno 213 druhů rostlin, v jednotlivých snímcích bylo od 17 do 68 druhů (obr.1).



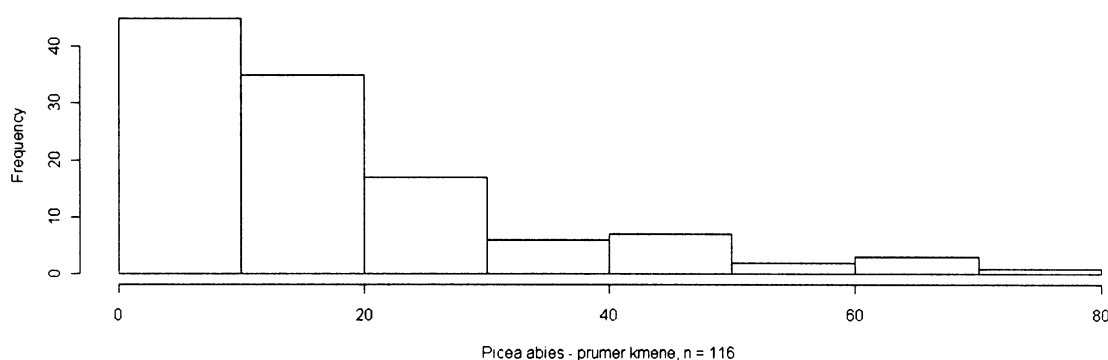
Obr. 1: Počet druhů cévnatých rostlin v jednotlivých vegetačních snímcích.

Byly zjištěny následující dřeviny (mimo semenáčků, po řadě podle celkového počtu jedinců): *Betula* spp., *Picea abies*, *Alnus glutinosa*, *Pinus sylvestris*, *Corylus avellana*, *Crataegus* spp., *Populus tremula*, *Fagus sylvatica*, *Sorbus aucuparia*, *Acer pseudoplatanus*, *Salix caprea*.

Frekvence dvou nejčastěji se vyskytujících dřevin – *Betula* sp. (204 ks) a *Picea abies* (116 ks) v jednotlivých tloušťkových kategoriích na všech zkoumaných plochách ukazují obr. 2 a 3.

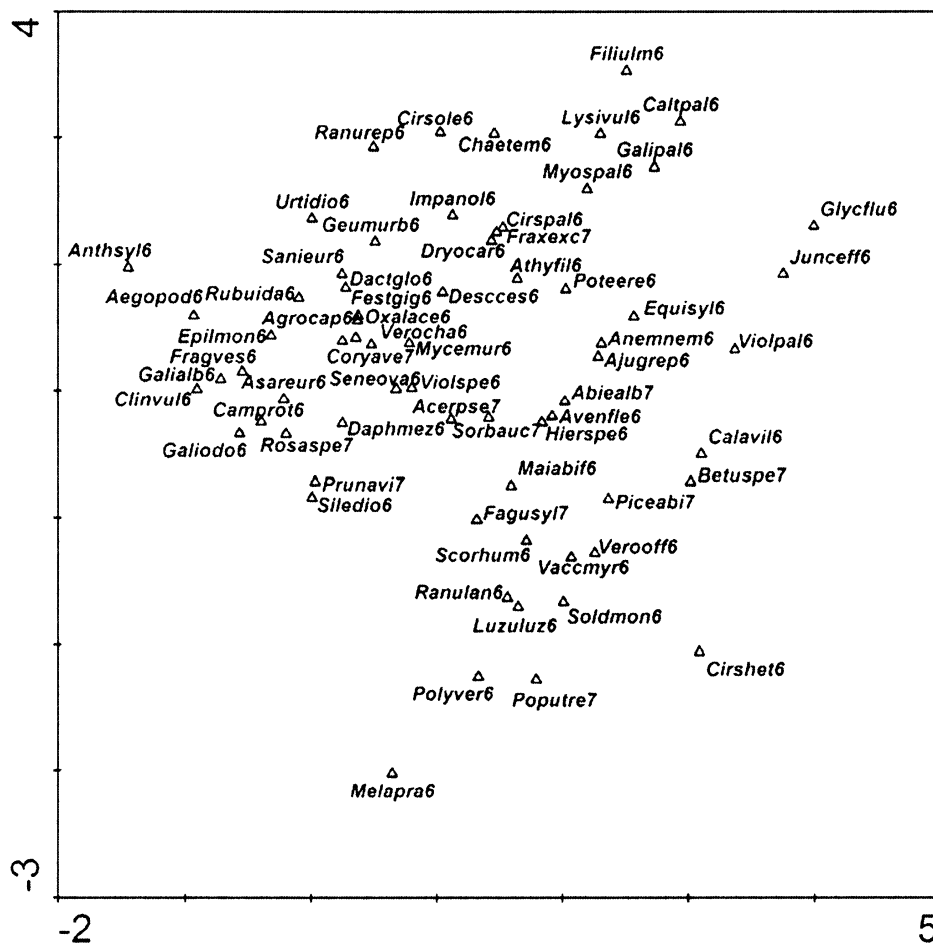


Obr. 2: Frekvence průměrů kmene pro všechny zaznamenané jedince druhu *Betula* sp.

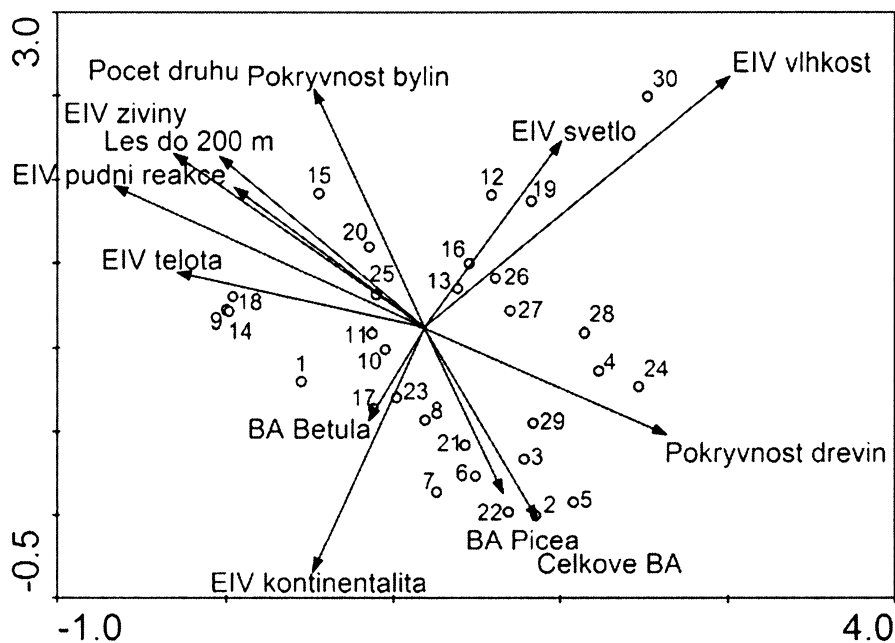


Obr. 3: Frekvence průměrů kmene pro všechny zaznamenané jedince druhu *Picea abies*

Vegetační variabilitu studovaných lesů ukazuje obr. 4. Byla použita nepřímá ordinace DCA. Celková variabilita souboru je 2.364. obr. 5 (stejná analýza) ukazuje hlavní ekologické gradienty ve studovaných porostech. Zobrazeny jsou jednotlivé snímky a pasivně promítnuté proměnné charakterizující prostředí.



Obr. 4: Nepřímá ordinace druhů. DCA, zobrazeno 69 druhů se *species weight range* nad 11 % (6 – druh v bylinném patře, 7 – semenáček dřeviny).



Obr. 5: Nepřímá ordinace DCA, pasivně promítnuté proměnné charakterizující prostředí (EIV – Ellenbergovy indikační hodnoty, BA – basal area)

4.4 Diskuse

4.4.1 Zhodnocení metodiky

Použitá metodika měla jistě mnohé nedokonalosti. Zvolený způsob výběru ploch nebyl zcela ideální, ale ukázal se použitelný. Rozsah smíšených lesů ve vrstvě CORINE Land Cover neodpovídá zcela přesně zájmovým porostům a také zrno generalizace je poměrně velké (polygony CORINE vznikly převedením z dat rastrové povahy). Ale pro nedostatek podkladů v době před terénními výzkumy byl zvolený postup nejlepší možný. Ploch, které byly následně po vyhledání v terénu vyloučeny, bylo 8, což je únosné množství. K vyloučení došlo, když bod vyšel v zjevně kulturně obhospodařovaném lese (výsadba či recentní těžba - 4x), na bezlesí (větší než 40 m, ale nezachycené vrstvou Corine Land Cover - 3x) a v jednom případě šlo zjevně o starobylý les (bučina na suťovém svahu). Body se navíc nacházely v okrajových částech území. Požadavek nesubjektivnosti byl tedy bez diskuse dodržen. Pro následné výzkumy se již počítá s jistějším vybíráním ploch zejména na základě vrstvy biotopů Natura 2000. Plochy by ještě měly být zaměřeny diferenciální GPS s přesností do 1 m, protože značky patrně nebudou postupem času zřetelné a užití turistického GPS pro přesnou fixaci ploch v prostoru nestačí.

Snímkování okolo přelomu srpna a září, tedy koncem vegetační sezóny, nemusí zachytit všechny druhy. Zjevně nemohly být zjištěny jarní geofyty. Také někteří nekvetoucí jedinci mohli být snadněji přehlédnuti nebo špatně determinováni. Všechny plochy však byly snímkovány ve stejném, byť ne nejvhodnějším, období. Pro vzájemné srovnání ploch to tedy není problémem, míra možnosti zachytitelnosti jednotlivých druhů byla u všech ploch stejná.

4.4.2 Diskuse výsledků

Velká většina ploch, opuštěných před 50 lety nebo dříve, zarostla dřevinami, jak je obvyklé i jinde v podobných zeměpisných šířkách (Flinn & Vellend 2005, Prach et al. 2007). Novodobé lesy v oblasti vykazují značnou diversitu, což je v souladu s některými studiemi jinde ve světě (viz např. Hermy & Verheyen 2007).

Rozložení četností výskytu břízy a smrku v jednotlivých tloušťkových kategoriích napovídá, že by se břízy mohly uchytit v časnějších stadiích sukcese. Naopak smrk zjevně stále do ploch nastupuje, největší zastoupení mají jedinci s nejmenším průměrem. K ověření této hypotézy by bylo žádoucí využít dendrochronologických metod (viz např. Chauchard et al. 2007). Velké zastoupení břízy je v souladu s výsledky z jiných částí ČR (např. Prach et al. 2001). Autoři v této práci uvádějí břízu jako nejčastější dřevinný druh pozdějších sukcesních

stádií. Vzhledem k jiným časovým měřítkům uvedené studie (první desítky let po opuštění) není toto zjištění v rozporu s prezentovanými výsledky z VÚ Boletice.

Složení stromového patra novodobých lesů se výrazně liší mezi VÚ Boletice a VÚ Hradiště (Doupovské hory, Vojta et al. 2007). Ve VÚ Hradiště břízy většinou netvoří dominanty porostů, smrky byly zjištěny především ve starších věkových kategoriích a téměř zcela chybí ve zmlazení.

Na základě výsledků nepřímé ordinace (DCA) lze odvodit hlavní ekologické gradienty ve studované vegetaci. V rozložení druhů mohou být vysledovány různé gradienty. Jako důležitý se jeví gradient vlhkosti, který byl také velmi významný v novodobých lesích Doupovských hor (Kopecký 2006). Jako další důležitý gradient je možné vysledovat gradient uzavřenosti lesa – ten je zřejmě způsoben hlavně mírou zastoupení smrku. Zastoupení smrku vykazuje zcela jiný trend než množství starobylého lesa v okolí 200 m od plochy. II. vojenské mapování zřejmě není pro toto studium ideální, je asi o 100 let starší než opuštění krajiny. Na zastoupení smrku mají zřejmě větší vliv skutečnosti v něm nepostihnuté, jako solitérní stromy. Staré smrky zavětvené až k zemi, zjevně dříve rostoucí o samotě, byly opravdu v území pozorovány. Od nich se pravděpodobně do okolí šířily smrky i v místech, kde starobylý les v okolí není. Zjevné a nepřekvapivé je že počet druhů i pokryvnost rostlin vykazuje opačný trend než množství dřevin na ploše, ať už vyjádřené jejich subjektivně odhadnutou pokryvností nebo naměřenou *basal area*.

Druhý gradient by také mohl být interpretován jako gradient úživnosti stanoviště. Logické by se jevilo propojení těchto gradientů. Živinami relativně bohatá stanoviště mohly brzy obsadit konkurenčně silnější byliny, které poté blokovaly sukcesí dřevin, nebo alespoň smrku. Místa bez smrku si pak déle udržují vysokou diversitu. *Basal area* břízy vykazuje jiný trend než *basal area* smrku a stejně tak se zdá, že neovlivňuje druhovou bohatost bylin. Vykazuje ale opačný trend než průměrná Ellenbergova indikační hodnota pro vlhkost. Bříza tedy obsazuje spíše sušší část gradientu a na množství druhů nemá příliš vliv. To je v souladu i s pozorováním v terénu, kde se opravdu v řídkých březinách udržuje velká druhová diversita, včetně přežívajících lučních druhů. Naopak místa zarostlá smrkem vykazovala vždy značně potlačené bylinné patro, které bylo často reprezentované jen několika dobře šířitelnými a spíše stínomilnými druhy. Plochy starobylého lesa v okolí plochy snad mohou mít spojitost s výskytem některých lesních, spíše hůře šířitelných druhů (např. *Asarum europeum*, *Oxalis acetosella*, *Sanicula europea*, *Galium odoratum* nebo *Mercurialis*

perennis). Pomalé šíření lesních druhů je v souladu se zjištěními jinde ve světě (např. Dzwonko & Loster 1992).

4.4.3 Plány na další práci

Pro výzkum podobného zaměření do diplomové práce je počítáno s postižením většího území. V celém VÚ by měly být novodobé lesy vybrány zejména na základě vrstvy mapování biotopů NATURA 2000. Pro postižení starobylých lesů v okolí by mohly být také použity podrobné Schwarzenberské lesnické mapy. Některé důležité informace, zejména o výskytu dřevin mimo les, by měly být získány z leteckých snímků. Mohlo by se podařit postihnout i různé stáří ploch, nejvíc bezlesí bylo v oblasti v 19. stol a některé plochy byly zřejmě opuštěny již před vznikem vojenského újezdu (Grulich, úst. sděl. 2009). Výběr ploch by bylo výhodné stratifikovat podle zjištěných gradientů. Zejména asi podle vlhkostního gradientu zjištěného spočítáním indexu vlhkosti z digitálního modelu terénu.

Metodika terénní práce by měla být použita stejná. Navíc budou pravděpodobně zjišťovány další proměnné prostředí, uvažuje se o pořizování dendrochronologických vývrtů pro určení stáří dřevin na ploše. Břízy by bylo vhodné určovat do druhu, přestože je to v praxi značně obtížné.

4.5 Závěr

Třiceti fytoecologickými snímky byly zdokumentovány porosty novodobých lesů v části území VÚ Boletice. Bylo shledáno, že území je z hlediska vegetace opravdu pestré (jak uvádí např. Grulich & Vydrová 2004). Byly zaznamenány velmi druhově bohaté porosty, kde se v podrostu lesa mísí přežívající luční druhy s druhy lesními. Hlavní gradienty ve vegetaci zřejmě odpovídají gradientu vlhkosti a pokročilosti sukcese ovlivněné asi mimo jiné úživností stanoviště.

Plochy snímků byly zaměřeny a vyznačeny. V takovýchto málo známých, dynamických a lidskými vlivy snad i do budoucna výrazně nenarušovaných porostech mohou být cenné a budou moci být s časovým odstupem dále zkoumány.

Provedený výzkum je spíše klasickou studií, podobných už bylo jinde provedeno více. Tématem nejde o nic „objevného“, ale práce je prováděna v území, které je pro podobný typ studií velmi vhodné a zatím zde nic podobného studováno nebylo. Výsledky by měly přispět jako kámen do mozaiky podobných studií. Provádění studií v různých regionech je bezesporu přínosné pro porovnání a syntézy (jako např. Flinn & Vellend 2005).

Výzkumem se ukázalo mnohé zajímavé, ale pro učinění nějakých jistých závěrů bylo ploch málo. Plochy byly značně heterogenní, hrála tedy značnou roli náhoda. Výsledky ale budou využitelné při plánování následující diplomové práce.

Bližší poznání studovaného území bude přínosné také pro ochranu přírody, výsledky budou poskytovány Agentuře ochrany přírody a krajiny, středisku České Budějovice a mohou tak přispět ke vhodnému managementu evropsky významné lokality Boletice. V dalším výzkumu novodobých lesů v oblasti je tedy žádoucí pokračovat.

5 Literatura

- BEGON M., HARPER J. L. & TOWNSEND C. R. 1997. **Ekologie. Jedinci, populace, společenstva.** Vydavatelství univerzity Palackého, Olomouc.
- BELLEMARE J., MOTZKIN G. & FOSTER D. R. 2002. **Legacies of the agricultural past in the forested present: an assessment of historical land-use effects on rich mesic forests.** *Journal of Biogeography* 29: 1401–1420.
- BOUBLÍK K. 2007. **Vegetation of silver fir (*Abies alba*) forests in the Bohemian Forest and adjacent areas (Czech Republic).** *Silva Gabreta* 13: 95–116.
- BRŮNA V. & KŘOVÁKOVÁ K. 2006. **Využití starých map středního a velkého měřítka pro sledování vývoje lesů.** In.: Neuhöferová, P.(ed): *Historie a vývoj lesů v českých zemích. (Forest History and Development in the Czech Countries).* Srní, 17. - 18.10. 2006, p.111 - 117, Katedra pěstování lesů FLE ČZU Praha.
- CRAMER V. & HOBBS R. J. 2007. **Old Fields. Dynamics and Restoration of Abandoned Farmland.** Island Press, Washington.
- ČECH V. 1964. **Geologická mapa ČSSR 1:200 000 M-33-XXVII České Budějovice - M-33-XXXIII Vyšší Brod.** Ústřední ústav geologický, Praha.
- ČTVERÁK V., LUTOVSKÝ M., SLABINA M. & SMEJTEK L. 2003. **Encyklopedie hradišť v Čechách.** Libri, Praha.
- DAMBRINE E., DUPOUEY J. L., LAÛT L., HUMBERT L., THINON M., BEAUFILS T. & RICHARD H. 2007. **Present forest biodiversity patterns in France related to former Roman agriculture.** *Ecology* 88: 1430–1439.
- DOVČIAK M., FRELICH L. E. & REICH P. B. 2005. **Pathways in old-field succession to white pine: seed rain, shade, and climate effects.** *Ecological Monographs* 75: 363–378.

- DRHOVSKÁ L. 2007. **Význam historické struktury krajiny pro současnou vegetaci křovin.** Diplomová práce Depon. in Knihovna katedry botaniky PřF UK, Praha.
- DUPOUEY J. L., DAMBRINE E., LAFFITE J.D. & MOARES C. 2002. **Irreversible impact of past land use on forest soils and biodiversity.** Ecology 83: 2978–2984.
- DZWONKO Z. 2001: **Assessment of light and soil conditions in ancient and recent woodlands by Ellenberg indicator values.** Journal of Applied Ecology 38: 942–951.
- DZWONKO Z. & LOSTER S. 1992. **Species richness and seed dispersal to secondary woods in southern Poland.** Journal of Biogeography 19: 195–204.
- ELLENBERG H. 1988. **Vegetation Ecology of Central Europe.** Cambridge University Press, Cambridge.
- ELLENBERG H., WEBER H. E., DÜLL R., WIRTH V., WERNER W. & PAULIBEN D. 1992. **Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa.** Scripta Geobotanica 18: 1–248.
- FLINN K. M. & MARKS P. L. 2007. **Agricultural legacies in forest environments: Tree communities, soil properties, and light availability.** Ecological Applications 17: 452–463.
- FLINN K. M. & VELLEND M. 2005. **Recovery of forest plant communities in post-agricultural landscapes.** Frontiers in Ecology and Environment 3: 243–250.
- FLINN K. M., VELLEND M. & MARKS P. L. 2005. **Environmental causes and consequences of forest clearance and agricultural abandonment in central New York.** Journal of Biogeography 32: 439–52.
- GRULICH V. 2005. **Vojenský újezd Boletice – ostrov bez eutrofizace.** Životné prostredie 39: 102 – 105.
- GRULICH V. 2007. **Flóra a vegetace Vojenského újezdu Boletice.** In: Petříček V., Kuchařová P. (eds.). Ochrana přírody a krajiny ve vojenských újezdech. Sborník z konference Libavá 3. – 4. 5. 2006. AOPK ČR, Praha, 187 – 194.
- GRULICH V. & HORA J. 2005. **Příroda Boletic - Významného ptačího území roku 2006 a ptačí oblasti soustavy NATURA 2000.** Sdružení Calla a Česká společnost ornitologická, místo vydání neuvedeno.
- GRULICH V. & VYDROVÁ A. 2004. **Natura 2000 ve vojenských výcvikových prostorech - příklad VVP Boletice.** Ochrana přírody 59: 195 – 200.
- HARMER R., PETERKEN G., KERR G. & POULTON P. 2001. **Vegetation changes during 100 years of development of two secondary woodlands on abandoned arable land.** Biological Conservation 101: 291–304.

- HENNEKENS S. M. & SCHAMINÉE J. H. J. 2001. **TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data.** *Journal of Vegetation Science* 12: 589–591.
- HERMY M. & VERHEYEN K. 2007. **Legacies of the past in the present-day forest biodiversity: a review of past land-use effects on forest plant species composition and diversity.** *Ecological Research* 22: 361–371.
- HOLUB J. & SKALICKÝ V. 1959. **Floristicko-fytogeografické poznámky ke květeně jihovýchodní části Šumavy a přilehlé části Předšumaví.** *Preslia* 31: 395–412.
- HOLUB J. & SKALICKÝ V. 1961. **Floristický příspěvek ke květeně území mezi Hořicemi na Šumavě a Horní Planou.** *Preslia* 33: 45–58.
- HORA J. 2004. **Ptačí oblast Boletice versus projekt mamutiho střediska zimních sportů.** *Ochrana přírody*, 59: 215 – 218.
- CHAUCHARD S., CARCAILLET C. & GUIBAL F. 2007. **Patterns of land-use abandonment control tree-recruitment and forest dynamics in Mediterranean mountains.** *Ecosystems* 10: 936–948.
- CHÝLOVÁ T. & MÜNZBERGOVÁ Z. 2008. **Past land use co-determines the present distribution of dry grassland plant species.** *Preslia* 80: 183–198.
- KLOUBEC B. & HORA J. 2007. **Dosavadní znalosti o ptácích ve VÚ Boletice.** In: Petříček V., Kuchařová P. (eds.). *Ochrana přírody a krajiny ve vojenských újezdech. Sborník z konference Libavá 3. – 4. 5. 2006.* AOPK ČR, Praha, 127 - 141.
- KOERNER W., DUPOUEY J. L., DAMBRINE E. & BENOÎT M. 1997. **Influence of past land use on the vegetation and soils of present day forest in the Vosges mountains, France.** *Journal of Ecology* 85: 351–58.
- KOPECKÝ K. [ed.] 1985. **Fytocenologické podklady pro biologickou asanaci VVP.** – Ms. [depon. in: Botanický ústav AV ČR, Průhonice u Prahy a Ministerstvo obrany České republiky] sec. Grulich V. & Vydrová A. 2004. **Natura 2000 ve vojenských výcvikových prostorech - příklad VVP Boletice.** *Ochrana přírody* 59: 195 – 200.
- KOPECKÝ M. 2006. **Historický pohled na vegetaci sekundárních lesů v Doupovských horách.** Ms. Dipl. práce. Depon. in Knihovna katedry botaniky PřF UK, Praha.
- KOPECKÝ M. & VOJTA J. 2009. **Land use legacies in post-agricultural forests in the Doupovské Mountains, Czech Republic.** *Applied Vegetation Science* 12: 251–260.
- KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J. JR., KAPLAN Z., KIRSCHNER J. & ŠTĚPÁNEK J. (eds.). 2002. **Klíč ke květeně České Republiky.** Academia, Praha.
- MLYNÁRIK, J. 2000. **Causa Danubius.** Danubius, Praha, 250–263.

- MOSS D. & WYATT B. K. 1994. **The CORINE Biotopes Project: a database for conservation of nature and wildlife in the European community.** *Journal of Applied Geography* 14: 327–349.
- MOTZKIN G., FOSTER D. R., ALLEN A., HARROD J. & BOONE R. 1996. **Controlling site to evaluate history: vegetation patterns of a New England sand plain.** *Ecological Monographs* 66: 345–365.
- NEDBAL V., KŘOVÁKOVÁ K. & BRŮNA V. 2008. **Historická struktura krajiny a hospodaření v pramenné oblasti Blanice.** *Silva Gabreta* 14: 199–220.
- NEUHÄUSLOVÁ Z. ET AL. 1998. **Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky.** Academia, Praha.
- OSBORNOVÁ J., KOVÁŘOVÁ M., LEPŠ J. & PRACH K. (eds.) 1990. **Succession in abandoned fields. Studies in Central Bohemia, Czechoslovakia.** Kluwer, Dordrecht.
- PRACH K., PYŠEK P. & BASTL M. 2001. **Spontaneous vegetation succession in human-disturbed habitats: A pattern across seres.** *Applied Vegetation Science* 4: 83–88.
- ŘEHOUNKOVÁ K. & PRACH K. 2008. **Spontaneous vegetation succession in gravel-sand pits: a potential for restoration.** *Restoration Ecology* 16: 109–121.
- SÁDLO J., POKORNÝ P., HÁJEK P., DRESLEROVÁ D. & CÍLEK V. 2005. **Krajina a revoluce. Významné přelomy ve vývoji kulturní krajiny českých zemí.** Malá Skála. Praha.
- TER BRAAK C.J.F. & ŠMILAUER P. 2002. **CANOCO Reference Manual and CANODRAW for Windows User's Guide. Software for Canonical Community Ordination, Version 4.5.** Microcomputer Power. Ithaca. New York.
- TICHÝ L. 2002. **JUICE, software for vegetation classification.** *Journal of Vegetation Science* 13: 451–453.
- VELLEND M., VERHEYEN K., FLINN K. M., JACQUEMYN H., KOLB A., VAN CALSTER H., PETERKEN G., GRAAE B. J., BELLEMARE J., HONNAY O., BRUNET J., WULF M., GERHARDT F. & HERMY M. 2007. **Homogenization of forest plant communities and weakening of species environment relationships via agricultural land use.** *Journal of Ecology* 95: 565–573.
- VERHEYEN K., BOSSUYT B., HERMY M. & TACK G. 1999. **The land use history (1278–1990) of a mixed hardwood forest in western Belgium and its relationship with chemical soil characteristics.** *Journal of Biogeography* 26: 1115–1128.
- VERHEYEN K., GUNTENSPERGEN G. R., BIESBROUCK B. & HERMY M. 2003. **An integrated analysis of the effects of past land use on forest herb colonization at the landscape scale.** *Journal of Ecology* 91: 731–42.

- VOJTA J. & KOPECKÝ M. 2006.: **Vegetace sekundárních lesů a křovin Doupovských hor.** Zprávy ČBS 41/21: 209–225.
- VOJTA J., KOPECKÝ M. & DRHOVSKÁ L. 2007. **Diverzita rostlin v křovinaté krajině Vojenského újezdu Hradiště.** In: Petříček V., Kuchařová P. (eds.). Ochrana přírody a krajiny ve vojenských újezdech. Sborník z konference Libavá 3. – 4. 5. 2006. AOPK ČR, Praha, 187 – 194.
- VYDROVÁ A. 2007. **Botanicky cenné lokality ve vojenském újezdu Boletice.** In: Petříček V., Kuchařová P. (eds.). Ochrana přírody a krajiny ve vojenských újezdech. Sborník z konference Libavá 3. – 4. 5. 2006. AOPK ČR, Praha, 187 – 194.
- WALKER L. R. & MORAL R. 2003. **Primary succession and ecosystem rehabilitation.** Cambridge University Press, Cambridge.

6 Přílohy

Příloha 1 – tabulky

Tab. 1: Lokalizace a další vlastnosti pořízených fytoecologických snímků.

Číslo snímku	GPS souřadnice		Orientace [°]	Sklon [°]	Pokryvnost				Počet druhů	Plochy lesa do 200 m [m ²]	Basal area		
	Y (WGS 84) [°]	X (WGS 84) [°]			Stromového patra [%]	Keřového patra [%]	Bylinného patra [%]	Mechového patra [%]			bříza [cm ²]	smrk [cm ²]	všechny dřeviny [cm ²]
1	48.84492832	14.15274708	40	8	40	0	70	20	68	0	4075	0	4075
2	48.84550838	14.10041847	120	5	80	0	8	2	22	567	1778	3645	6039
3	48.84782690	14.10493900	100	3	60	0	35	15	30	1955	1208	8518	10426
4	48.84939440	14.09957265	145	4	55	1	80	20	34	0	1425	0	6314
5	48.85197971	14.10443449	125	5	55	2	6	8	17	0	2301	6018	8319
6	48.85629144	14.10391574	115	6	65	0	15	10	22	0	0	6666	10900
7	48.85873653	14.10901085	125	2	70	0	30	1	18	0	3180	1068	6305
8	48.84826435	14.12574255	120	10	50	0	35	1	33	38239	4590	540	5130
9	48.84636191	14.14933015	5	7	30	20	90	25	52	13778	3583	0	3775
10	48.84978826	14.15109999	5	12	50	0	30	1	50	43348	3440	3396	6836
11	48.85204216	14.15076563	0	8	55	0	60	5	56	34017	199	1127	4470
12	48.84909634	14.15426382	0	7	50	5	85	10	65	34370	2165	0	3994
13	48.84696289	14.15441042	5	9	70	2	25	3	50	22223	2329	1518	5992
14	48.84760293	14.15161103	5	9	40	3	90	30	54	13475	4330	0	4376
15	48.84215260	14.14092444	330	5	55	0	95	25	43	77017	497	1387	3097
16	48.83897326	14.13869594	15	9	75	0	10	1	27	28434	2083	2122	4205
17	48.83944156	14.13597467	50	15	75	15	10	3	34	41167	1883	1888	3877
18	48.83852516	14.13367946	55	11	40	5	90	30	50	70411	2012	963	3007
19	48.83773777	14.13637231	40	8	60	4	40	5	46	19573	2914	2956	6085
20	48.83521314	14.13976103	10	5	45	0	95	2	35	45063	0	1204	7635
21	48.84640784	14.12578069	65	6	75	15	20	2	31	12383	4517	1051	5568
22	48.84727201	14.12301583	110	13	60	8	8	5	20	418	0	5915	5915
23	48.84844422	14.10249819	115	7	60	2	60	5	32	2875	4542	5	5861
24	48.85292469	14.10198849	105	3	50	0	95	2	19	0	3372	0	3372
25	48.85503483	14.10189620	15	5	60	0	85	2	36	443	2454	689	3143
26	48.85828030	14.10309817	105	7	55	0	90	5	47	1220	4116	144	4260
27	48.85427115	14.10420340	115	2	60	3	90	15	46	0	5246	0	5246
28	48.85552987	14.10684697	115	2	75	0	50	40	23	0	522	62	2615
29	48.85758201	14.10646283	155	3	70	0	45	15	34	0	6327	0	6327
30	48.85690575	14.10921478	205	2	50	4	95	3	37	0	185	0	2808

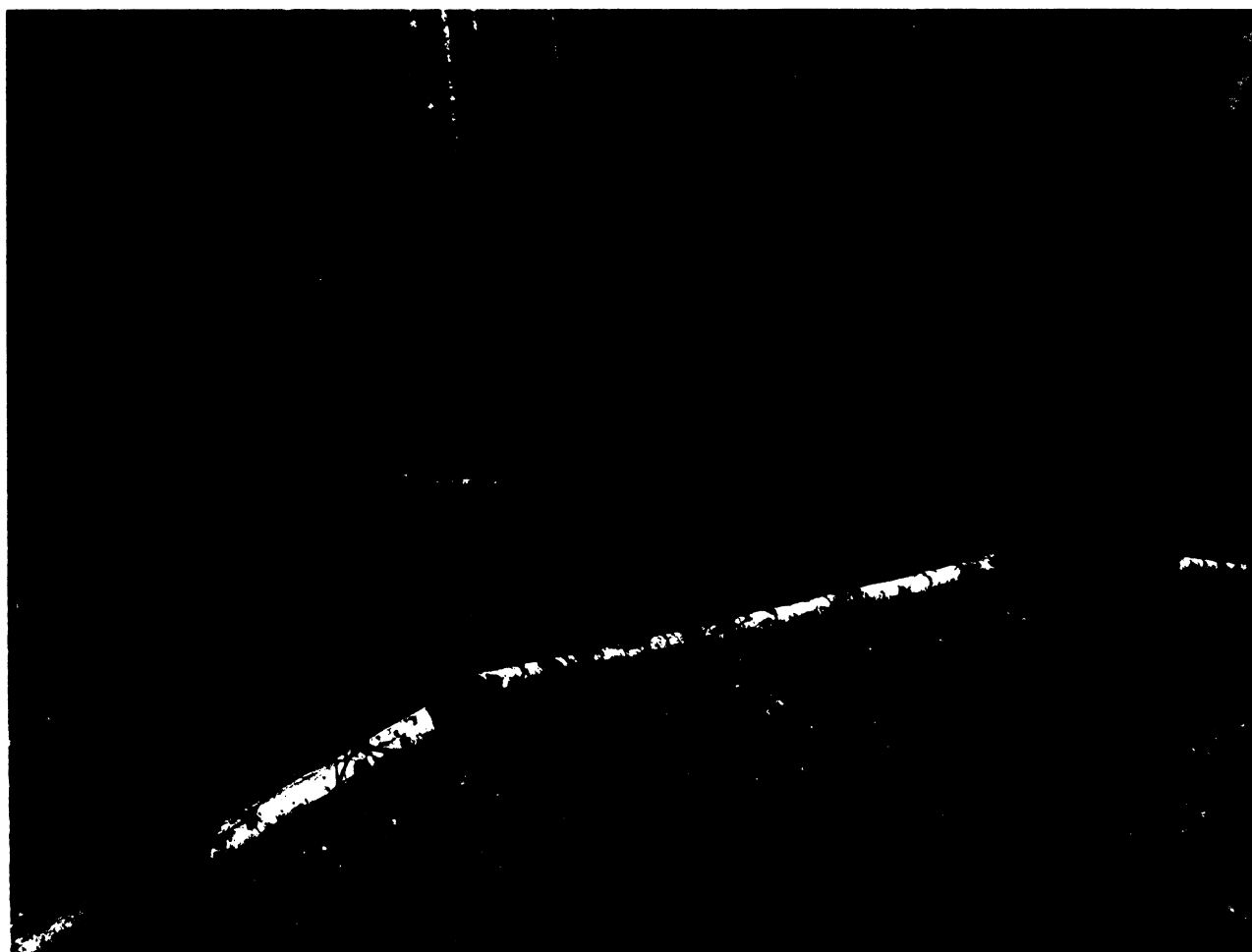
Tab. 2: Výskyt rostlinných druhů ve fytoecenologických snímcích.
 patra: 1 - stromové, 4 - keřové, 6 - bylinné, 7 - semenáčky dřevin
 použita klasická Braun-Blanquetova stupnice

Snimek	patro	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
<i>Betula species</i>	1	3	2	2	2	3	.	2	3	3	2	2	2	3	3	2	3	3	2	2	.	4	2	3	3	2	4	4	2	4	2	
<i>Senecio ovatus</i>	6	1	+	1	2	.	1	+	1	3	1	+	2	.	2	2	r	+	2	+	2	2	+	2	1	4	2	2	1	.		
<i>Acer pseudoplatanus</i>	7	+	r	.	r	r	r	+	1	2	+	1	.	+	+	r	+	+	1	+	r	+	+	.	+	+	+	r	r	r		
<i>Sorbus aucuparia</i>	7	r	+	+	+	+	1	.	+	+	+	+	+	r	+	.	+	+	r	+	+	r	+	+	.	+	+	+	+	.		
<i>Vaccinium myrtillus</i>	6	2	+	2	1	1	2	2	.	1	1	1	1	.	r	+	.	.	.	.	.	+	1	1	+	+	+	+	r	.
<i>Picea abies</i>	1	.	4	3	.	3	3	3	2	.	3	2	.	3	4	4	2	3	.	3	3	2	1	2	1	1	1	.	.	.		
<i>Avenella flexuosa</i>	6	2	+	.	2	+	r	1	+	1	+	+	+	r	.	.	.	.	.	r	+	.	+	1	.	+	1	+	1	r
<i>Ajuga reptans</i>	6	.	.	+	1	.	r	.	1	.	+	1	1	+	.	1	+	+	.	1	.	.	.	+	r	1	1	+	+	+		
<i>Soldanella montana</i>	6	1	+	+	.	1	1	.	+	.	1	1	+	1	.	1	1	.	.	1	+	.	.	.	+	r	.	.	.	+		
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	6	1	r	1	.	+	+	.	+	.	+	.	.	+	r	.	.	.	.	.	1	.	2	+	+	+	1	.	1	.
<i>Fagus sylvatica</i>	7	+	+	r	.	r	r	2	1	.	+	1	.	1	r	.	.	.	+	r	r	r	+	.	.	.	.	.	.	+
<i>Mycelis muralis</i>	6	+	.	+	.	.	.	.	r	+	1	+	+	+	1	.	.	.	+	r	+	+	+	.	+	.	r	.	.	.
<i>Picea abies</i>	7	r	+	+	+	+	.	.	.	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	+	r	+	+	+	.	r	+	r	+
<i>Agrostis capillaris</i>	6	2	.	.	2	2	+	1	1	r	2	2	.	3	+	2	.	+	2	1	.	1	.	
<i>Corylus avellana</i>	7	2	.	.	.	.	.	.	+	+	2	.	+	+	r	.	.	.	.	+	1	+	+	+	.	+	+	r	.	.
<i>Luzula luzuloides</i>	6	+	+	+	.	+	1	+	.	+	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	r	r	.	1	1	.	.	.	.	+
<i>Oxalis acetosella</i>	6	+	.	.	.	.	+	.	1	2	1	2	1	2	1	2	1	1	1	+	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Deschampsia cespitosa</i>	6	1	.	+	2	.	+	.	.	1	+	1	2	+	+	1	.	.	.	.	3	.	.	.	.	1	2	+	.	.
<i>Veronica chamaedrys</i>	6	+	.	.	.	.	.	.	.	+	r	r	+	.	+	+	.	.	.	+	r	.	.	+	+	+	+	.	.	+
<i>Equisetum sylvaticum</i>	6	.	.	.	+	.	r	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+
<i>Populus tremula</i>	7	r	+	.	r	.	+	+	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	.	1	.	.	.
<i>Dactylis glomerata</i>	6	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	r	2	.	.	.	1	1	+	.	+
<i>Fragaria vesca</i>	6	+	.	+	.	.	.	.	+	2	+	2	+	2	+	.	.	.	2	.	.	2	.	.	r	.	.	.	.	.
<i>Festuca gigantea</i>	6	+	.	.	.	.	.	.	.	1	+	+	+	+	+	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	2	1	.	.
<i>Sanicula europaea</i>	6	.	.	.	.	.	.	.	+	1	2	+	+	1	2	1	1	1	r	.	.	.	.	.	.	r	.	.	.	.
<i>Hieracium species</i>	6	.	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Athyrium filix-femina</i>	6	.	.	+	+	.	.	.	.	.	+	1	1	+	r	r	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lysimachia vulgaris</i>	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	1	2	+	.	1	+	.	.	.	+	+	.	.	r	.	.	1	+	2
<i>Geum urbanum</i>	6	+	r	1	+	2	.	r	r	+	1	.	
<i>Epilobium montanum</i>	6	+	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	+	r	+	+	r	+	.	.	.	.	.	.	.	+	r	r	.	.
<i>Calamagrostis villosa</i>	6	.	+	1	3	+	1	.	+	1	.	.	2	.	.	3	+	
<i>Maianthemum bifolium</i>	6	.	.	1	+	.	.	.	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
<i>Urtica dioica</i>	6	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	r	r	+	2	+	r	+	r	+	.	.	.	2	.	.	.	.
<i>Abies alba</i>	7	.	+	.	r	.	.	.	.	.	+	+	r	+	.	r	r	.	r	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Viola species</i>	6	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	+	1	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	r	.	.	.
<i>Rubus idaeus</i>	6	+	.	.	.	.	.	.	.	2	1	2	.	.	+	1	.	.	.	.	1	.	.	.	1	r	.	.	.	.
<i>Cirsium oleraceum</i>	6	+	.	.	.	.	.	.	.	r	+	2	r	.	2	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
<i>Hieracium lachenalii</i>	6	r	.	+	1	1	+	r	1	+	
<i>Cirsium palustre</i>	6	r	.	.	r	+	r	r	r	.	.	+	
<i>Potentilla erecta</i>	6	r	+	
<i>Viola palustris</i>	6	.	.	1	2	+	.	r	r	1	2	.	+	
<i>Anemone nemorosa</i>	6	+	.	r	+	r	+	r	+	r	
<i>Caltha palustris</i>	6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.	1	1	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	2	1	+	1
<i>Myosotis palustris agg.</i>	6	+	+	1	+	
<i>Silene dioica</i>	6	+	1	.	.	1	+	.	.	.	+	r	+	+	.	+	
<i>Pinus sylvestris</i>	1	.	1	1	1	.	.	.	2	.	.	2	2	3	+	.	
<i>Cirsium heterophyllum</i>	6	.	r	1	2	
<i>Betula species</i>	7	.	.	.	+	r	r	r	r	.	r	.	r	
<i>Juncus effusus</i>	6	+	1	r	r	.	+	r	+	
<i>Impatiens noli-tangere</i>	6	r	+	.	1	+	+	.	+	1	
<i>Fraxinus excelsior</i>	7	1	1	.	r	r
<i>Aegopodium podagraria</i>	6	1	1	r	.	.	1	+	.	.	.	2	2	
<i>Scorzonera humilis</i>	6	+	+	r	+	
<i>Polygonatum verticillatum</i>	6	+	.	+	2	r	
<i>Campanula rotundifolia</i>	6	+	+	.	+	r	
<i>Daphne mezereum</i>	6	+	r	.	r	+	r	
<i>Prunus avium</i>	7	r	+	+	.	r	r	
<i>Veronica officinalis</i>	6	.	.	+	+	r	r	.	+	
<i>Rosa species</i>	7	.	.	r	+	r	r	r	
<i>Picea abies</i>	4	1	1	1	2	2	1	.	.	1	.	.	.	

Příloha 2 – mapky a obrázky



Obr. 1: Vojenský újezd Boletice a snímkové body v širších souvislostech. Podklad: cenia.cz



Obr. 2: Typický novodobý les v oblasti. Na pravé bříze patrný pruh označující roh plochy snímku.



Obr. 3: Snímkové body na podkladu II. vojenského mapování a současného ortofota. Podklad: cenia.cz.