

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



**Struktura středního lesa na lokalitě Za Lípou v Českém krasu
se zaměřením na habrové polykormony**

**Structure of forest vegetation in the locality Za Lípou in the Bohemian
Karst, focusing on hornbeam stools**

Bakalářská práce

Autor: Michaela Voitová

Vedoucí práce: Mgr. Petr Karlík

2019

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Michaela Voitová

Lesnictví

Název práce

Struktura středního lesa na lokalitě Za Lípou v Českém krasu se zaměřením na habrové polykormony

Název anglicky

Structure of the forest vegetation in the locality Za Lípou in the Bohemian Karst, focusing on hornbeam stools

Cíle práce

Práce se bude zabývat strukturou přírodě blízkých lesů v NPR Koda nacházející se v CHKO Český kras. V rámci rozsáhlejšího výzkumu lesních ekosystémů v této oblasti, prováděného zejména s cílem zhodnotit význam výmladkového hospodaření na biodiverzitu, se zakládá nová lokalita pro dlouhodobý experimentální výzkum, jehož je plánovaná bakalářská práce součástí.

Hlavním cílem práce je charakterizovat strukturu dřevinné vegetace, včetně zaznamenání nejrůznějších dendrometrických charakteristik. Pozornost bude věnována nejen jednotlivým kmenům, ale také polykormonům. Cílem je vyhodnotit souvislost mezi prostorovou strukturou porostu a dendrometrickými veličinami jednotlivých dřevin.

Metodika

Během roku 2018 provede studentka sběr prostorových a tabelárních dat pomocí technologie FieldMap. Zjišťovány budou nejen druh dřeviny, DBH a výška, ale také původ stromu (ze semene nebo z výmladku) a zdravotní stav. Pro lokalitu jsou typické habrové polykormony, kterým bude studentka věnovat zvláštní pozornost.

V rešeršní části provede studentka charakteristiku lesů Českého krasu, zejména pak NPR Koda a dále problematiku výmladkové obnovy.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 40 normostran textu bez příloh.

Klíčová slova

střední les, výmladkové hospodaření, polykormony, *Carpinus betulus*, Český kras

Doporučené zdroje informací

- Dörner P. & Müllerová J. (2014): Od intenzivního pařezení k lesu ochrannému – analýza historického vývoje lesů na Karlštejnském panství. – *Bohemia centralis* 32: 425–438.
- Horáčková J. & Tichý T. (2014): Květena a vegetace národní přírodní rezervace Koda v Českém krasu. – *Bohemia centralis* 32: 51–154.
- Jelenecká, A. (2015): Struktura lesní vegetace vrchu Voskop v Českém krasu. – ms. [Diplom. pr.; depon. in: FLD ČZU, Praha].
- Kadavý J. et al. (2011): Nízký a střední les jako plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa. – *Lesnická práce*, Kostelec n. Č. l..
- Ložek V., Kubíková J., Špryňar P. (2005): Střední Čechy (Central Bohemia). In Mackovčín P, Sedláček M (eds) *Chráněná území ČR*, vol. XIII. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha, pp. 1–902.
- Mejstřík M. (2018): Lesní vegetace lokality Za Lípou v chráněné krajinné oblasti Český kras. – ms. [Diplom. pr.; depon. in: FLD ČZU, Praha].
- Müllerová J., Szabó P., Hédli R. (2014): The rise and fall of traditional forest management in southern Moravia: A history of the past 700 years. – *Forest ecology and management*, 331, 104–115.
- Šálek L., Stolariková R., Jeřábková L., Karlík P., Dragoun L., Jelenecká A. (2014): Timber production and ecological characteristics of trees in coppice forest in the nature reserve Voskop in Český kras – a case study. – *Journal of forest science* 60: 519–525.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

Mgr. Petr Karlík

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 29. 11. 2018

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 09. 04. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Struktura středního lesa na lokalitě Za Lípou v Českém krasu se zaměřením na habrové polykormony** vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Petra Karlíka a použila jsem jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne.....

Michaela Voitová

Poděkování

Ráda bych poděkovala Mgr. Petru Karlíkovi za jeho odborné vedení při tvorbě této práce a přívětivý a milý osobní přístup. Za pomoc při sběru dat v terénu děkuji Pavlu Luxovi. Dále děkuji své rodině a příteli za celkovou podporu při studiu.

Abstrakt

Práce se zabývá strukturou středního lesa a mapováním přestárlé pařeziny na lokalitě Za Lípou nacházející se v Národní přírodní rezervaci Koda v CHKO Český kras. Lokalita Za Lípou je vytvořena pro dlouhodobý experimentální výzkum s hlavním zaměřením na výmladkové hospodaření a lesní ekosystémy, které se vyskytují ve světlých lesích. V následujících letech bude na zkusné ploše docházet k postupnému mýcení zmapovaných dřevin a k porovnání naměřené zásoby stojícího dříví se zásobou vytěženého dříví.

Nejdůležitějším cílem bylo charakterizovat strukturu dřevinné vegetace včetně záznamu vybraných dendrometrických vlastností. Data o poloze jednotlivých stromů byla sbírána pomocí technologie Field-Map. U každého jednotlivého kmene stromu bylo nejdříve zjišťováno, jestli je jeho původ výmladkový nebo semenný. V některých případech nešlo původ jednoznačně prokázat a byl, zaznamenám jako neznámý. Následně byla měřena výčetní tloušťka, výška nasazení koruny a celková výška stojícího kmene. Dále byl zkoumán zdravotní stav jednotlivých kmenů, zda jsou zdravé nebo mrtvé, zda jsou s dutinou nebo bez dutiny, případně zda mají poruchy koruny (zaschlá koruna, zlom koruny, koruna bez poškození).

Výzkumná lokalita je založena na jihovýchodním svahu a její výměra činí 1,982ha. Plocha výzkumné lokality je rozdělena do šesti pomyslných pásů. Každý pás je přibližně 25m široký a 125m dlouhý. Na zkusné ploše bylo zaznamenáno celkem 3 129 kmenů stromů. Pro výpočet zásoby byly použity pouze živé kmeny s výčetní tloušťkou nad 7 cm. Tyto podmínky jsou splněny u 2 774 kmenů. Zásoba je vyčíslena na 541,84m³, po přepočítání na 1ha činí zásoba 273,38m³.

Klíčová slova: střední les, výmladkové hospodaření, polykormony, *Carpinus betulus*, Český kras

Abstract

The thesis deals with the structure of the forest vegetation and the mapping of overaged tree species in the locality Za Lípou which is to be found in national natural preserve Koda in PLA Czech Karts. The locality Za Lípou was created for long-term experimental research with its main focus being on coppice management system and forest ecosystems which are to be found in forests. There is going to be gradual clear-felling of the mapped tree species taking place in the following years. There are also going to be comparisons made between the recorded reserve of timber left-standing and the reserve of timber extracted.

The primary goal was to characterise the structure of the vegetation of trees, including a record of selected dendrometric attributes. The data about the location of individual trees was collected using the Field-Map technology. Each individual stem was investigated to determine whether it originated by coppicing or seedling. In certain cases, it wasn't possible to determine the stem's origin and it was recorded as unknown. Afterwards, the stem's diameter at breast height, the stem's height at the point of the lowest branch and the overall height of the stem were recorded. Furthermore, the stem's health condition was also examined to determine whether they're healthy or dead, whether they contain a cavity or not, or in some cases, if they have a deformed crown (dry crown, fractured crown, a crown without damage).

The research locality is located on a south-east slope and measures 1,982ha. The area of the research locality is divided into six imaginary stripes. Each stripe is approximately 25m wide and 125m long. 3129 stems in total were recorded on the sample plot. Only living stems with diameter at breast height over 7 cm were used for the calculation of the reserve. These conditions were fulfilled by 2774 stems. The reserve was calculated to be 541,84m. After conversion to 1ha, the reserve is 273,38m.

Keywords: coppice with standards, coppice management, stools, *Carpinus betulus*, Czech Karts

Obsah

1. ÚVOD	12
2. CÍLE PRÁCE	13
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	14
3.1 CHKO ČESKÝ KRAS	14
3.1.1 Historie CHKO Český kras	15
3.1.2 Geologie Českého krasu.....	17
3.1.3 Klima CHKO Český kras.....	18
3.1.4 Květena a vegetace v CHKO Český kras.....	18
3.2 NÁRODNÍ PŘÍRODNÍ REZERVACE KODA.....	20
3.2.1 Předmět ochrany v NPR Koda	21
3.2.2 Historie NPR Koda	22
3.2.3 Geologie NPR Koda.....	23
3.2.4 Klima v NPR Koda.....	24
3.2.5 Květena a vegetace v NPR Koda.....	25
3.3 VÝMLADKOVÝ LES.....	27
3.3.1 Výmladkové hospodaření	28
3.3.2 Střední les.....	30
3.3.3 Habr obecný (<i>Carpinus betulus</i>).....	31
4. METODIKA	34
4.1 POSTUP PRÁCE	34
4.2 ZAZNAMENÁVÁNÍ STROMŮ POMOCÍ TECHNOLOGIE FIELD-MAP.....	35
4.2.1 Hardware	35
4.2.2 Software	36
4.2.3 Práce s daty v počítači.....	36
4.3 MAPOVÁNÍ KODY	37
4.3.1 Projekt ve Field-Mapu	37
4.3.2 Terénní měření s Field-Mapem.....	37
4.3.3 Metodika měření dřevin	40
5. VÝSLEDKY	43
5.1 DRUHOVÉ SLOŽENÍ DŘEVIN	43
5.2 CELKOVÁ ZÁSoba STOJÍCÍ DŘÍVÍ.....	44
5.3 STROMY NA CELÉ PLOŠE	45
5.4 ZMAPOVANÝ HABR OBECNÝ (<i>CARPINUS BETULUS</i>) NA CELÉ ZKUSNÉ PLOŠE.....	47
5.5 MAPOVÁNÍ DŘEVIN NA 30 PLOCHÁCH FYTOCENOLOGICKÝCH SNÍMKŮ	50
5.4.1 Habr obecný zmapovaný na 30 fytoocenologických snímcích	51
5.4.2 Poměr vypočítané zásoby habru obecného a dubu zimního.....	54

6. DISKUSE	57
6.1 CELÁ ZKUSNÁ PLOCHA.....	57
6.2 HABR OBECNÝ NA CELÉ ZKUSNÉ PLOŠE.....	58
6.3 HABR OBECNÝ NA 30 FYTOCENOLOGICKÝCH SNÍMCÍCH.....	59
7. ZÁVĚR	60
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY	61
9. SEZNAM ELEKTRONICKÝCH PŘÍLOH	65

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: LOKALIZACE NPR KODA A ZKUSNÉ PLOCHY ZA LÍPOU, ZDROJ: MAPY.CZ	21
OBRÁZEK 2: DUBOHABŘINA NA KODĚ, FOTO: RŮŽENA VRKOČOVÁ.....	26
OBRÁZEK 3: SCHÉMA POLYKORMONU, AUTOR: MICHAELA VOITOVÁ.....	27
OBRÁZEK 4: SCHÉMA STŘEDNÍHO LESA, AOUTOR: MICHAELA VOITOVÁ.....	30
OBRÁZEK 5: DETAIL PUPENE A BORKY HABRU OBECNÉHO, FOTO: RŮŽENA VRKOČOVÁ	33
OBRÁZEK 6: VÝZKUMNÁ PLOCHA V BLÍZKOSTI OBCE TETÍN, ZDROJ: GEOPORTAL.CZUK.CZ	34
OBRÁZEK 7: DETAIL VÝZKUMNÉ PLOCHY A PLOCH FYTOCENOLOGICKÝCH SNÍMKŮ, ZDROJ: GEOPORTAL.CZUK.CZ.....	35
OBRÁZEK 8: DETAIL LASEROVÉHO DÁLKOMĚRU, FOTO: MICHAELA VOITOVÁ.....	38
OBRÁZEK 9: DETAIL ZMAPOVANÝCH STROMŮ VE FIELD-MAPU, FOTO: MICHAELA VOITOVÁ.....	40
OBRÁZEK 10: DETAIL OČÍSLOVANÉHO STROMU, FOTO: RŮŽENA VRKOČOVÁ	41
OBRÁZEK 11: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ PROCENTUÁLNÍ DRUHOVÉ SLOŽENÍ VŠECH ZMAPOVANÝCH DŘEVIN NA ZKUSNÉ PLOŠE, BEZ OHLEDU NA TO, ZDA JE DŘEVINA MRTVÁ ČI ŽIVÁ	43
OBRÁZEK 12: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ PROCENTUÁLNÍ DRUHOVÉ SLOŽENÍ VŠECH ŽIVÝCH STROMŮ NA ZKUSNÉ PLOŠE.....	44
OBRÁZEK 13: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ ZÁSOBU POROSTU NA ZKUSNÉ PLOŠE VYJÁDŘENÝ V PROCENTECH.....	44
OBRÁZEK 14: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ ZÁVISLOST DBH NA DRUHU DŘEVINY	45
OBRÁZEK 15: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ ZÁVISLOST VÝŠKY NA DRUHU DŘEVINY	46
OBRÁZEK 16: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ ZÁVISLOST VÝŠKY NASAZENÍ KORUNY NA DRUHU DŘEVINY	47
OBRÁZEK 17: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ VÝŠKOVOU STRUKTURU HABRU V ZÁVISLOSTI NA DBH.....	48
OBRÁZEK 18: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ TLOUŠŤKOVOU STRUKTURU HABRU OBECNÉHO S ROZDĚLENÍM NA KMENY Z GENERATIVNÍHO A VEGETATIVNÍHO ROZMNOŽOVÁNÍ.....	48
OBRÁZEK 19: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ POROVNÁNÍ VÝČETNÍCH TLOUŠŤEK HB SAMOSTATNĚ STOJÍCÍCH STROMŮ A POLYKORMONŮ.....	49
OBRÁZEK 20: GRAF POROVNÁVAJÍCÍ VÝŠKU HB U SAMOSTATNĚ STOJÍCÍCH STROMŮ A POLYKORMONŮ ...	49
OBRÁZEK 21: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ ZÁVISLOST NAMĚŘENÉ DBH A POLOHU VE SVAHU U HABRU OBECNÉHO	51
OBRÁZEK 22: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ ZÁVISLOST VYMODELOVANÉ VÝŠKY A POLOHY KMENŮ VE SVAHU U HABRU OBECNÉHO	52
OBRÁZEK 23: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ ZÁVISLOST SKLONU SVAHU NA OBJEMU HABRU OBECNÉHO.....	53
OBRÁZEK 24: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ ZÁVISLOST PH NA OBJEM KMENŮ HABRU OBECNÉHO.....	53
OBRÁZEK 25: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ ZÁVISLOST POČTU VŠECH DRUHŮ ROSTLIN NA OBJEM KMENŮ HABRU OBECNÉHO	54
OBRÁZEK 26: GRAF ZNÁZORŇUJÍCÍ ZÁVISLOST SVĚTLA A POMĚRU OBJEMU HABRU OBECNÉHO.....	55
OBRÁZEK 27: ZOBRAZENÍ SKUPINY TŘÍ GRAFŮ, KTERÉ ZNÁZORŇUJÍ ZÁVISLOST POKRYVNOSTI 30 PLOCH FYTOCENOLOGICKÝCH SNÍMKŮ KEŘI, BYLINAMI A STROMY NA HABROVITOST	55
OBRÁZEK 28: SKUPINA GRAFŮ ZNÁZORŇUJÍCÍ OBSAH DRASLÍKU A FOSFORU V PŮDĚ NA HABROVITOST	56

Seznam tabulek

TABULKA 1: TABULKA ZNÁZORŇUJÍCÍ ZÁKLADNÍ HODNOTY ZJIŠTĚNÉ A VYPOČTENÉ PRO HABR OBECNÝ A DUB ZIMNÍ ZMAPOVANÝCH NA 30 FYTOCENOLOGICKÝCH SNÍMCÍCH	50
---	----

1. ÚVOD

Práce je zaměřena na strukturu přírodě blízkých lesů v Národní přírodní rezervaci Koda (dále jen NPR Koda), nacházející se v Chráněné krajinné oblasti Český kras. V rámci rozsáhlejšího výzkumu lesních ekosystémů a výmladkového hospodaření v této oblasti. Z tohoto důvodu byla založena nová lokalita pro dlouhodobý experimentální výzkum.

Lokalita výzkumné plochy je situována na severním okraji NPR Koda, přibližně 800 metrů od obce Tetín. NPR Koda je známá pro svoje zajímavé přírodní poměry a bohaté biocenózy (Ložek, 2014).

Sběr dat byl uskutečněn zejména v předjaří a na podzim roku 2018. Sebraná data budou též využívána pro další uskutečněné výzkumy a pozorování na této lokalitě.

Pro sběr dat a zmapování výzkumné lokality byla využita technologie Field-Map. Byly zjišťovány druhy dřevin, DBH, výška dřevin, semenný nebo výmladkový původ dřeviny a zdravotní stav. Výstupy z použité technologie byly zpracovány v softwaru GIS a programu Excel.

Pozornost byla věnována zejména habrovým polykormonům, typickým zástupcům středního lesa.

2. CÍLE PRÁCE

Cílem práce je charakterizování struktury přírodě blízkých lesů v Národní přírodní rezervaci Koda, nacházející se v Chráněné krajinné oblasti Český Kras. V NPR Koda je založena nová lokalita pro dlouhodobý rozsáhlejší experimentální výzkum lesních ekosystémů v této oblasti, zaměřeného zejména na význam výmladkového hospodaření na biodiverzitu.

Hlavním cílem práce je charakterizovat strukturu dřevinné vegetace, včetně zaznamenávání nejrůznějších dendrometrických charakteristik a vyhodnocení souvislostí mezi prostorovou strukturou porostu a dendrometrickými veličinami jednotlivých dřevin.

Zvláštní pozornost bude věnována habru obecnému, zejména habrovým polykormonům.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 CHKO Český kras

Chráněná krajinná oblast Český kras (dále jen CHKO Český kras) byla zřízena Výnosem Ministerstva kultury České socialistické republiky č. 4. 947/72-II/2 ze dne 12. dubna 1972. Posláním oblasti je ochrana všech hodnot krajiny, jejího vzhledu a jejích typických znaků i přírodních zdrojů a vytváření vyváženého životního prostředí. Oblast je největším vápencovým územím v Čechách, ve kterém jsou zachovány rozsáhlé plochy společenstev skalních stepí, lesostepí a listnatých lesů s přirozenou bohatou zvířenou a květenou (Ložek et al 2005).

Území Českého krasu se rozprostírá jihozápadním směrem od města Prahy k městu Beroun. Krajina této oblasti je výjimečná zejména z přírodovědného hlediska svou mnohotvárností a různorodostí. CHKO Český kras zaujímá plochu o rozloze 12 823 hektarů, která v současnosti zasahuje do částí dvou okresů (Beroun a Praha-západ) a do části městského obvodu Praha 5 v Karlštejnské vrchovině. Nejnižší bod CHKO představuje hladina Berounky u Hlásné Třebaně (199 m. n. m) a nejvyšší bod představuje vrchol Bacín (498,9 m. n. m.). Oblast Českého krasu zasahuje do 41 katastrálních území, z těchto katastrálních území je 12 úplných. Zbylých 29 katastrálních území je děleno hranicí CHKO. Tato katastrální území jsou pod správou 37 obcí a dvou městských částí (Jelenecká, 2015).

Příroda Českého krasu je ovlivněna říčním a krasovým fenoménem. Z tohoto důvodu se zde nachází mnoho druhů rostlin a bezobratlých živočichů, které nenalezneme na jiném území Čech (Ložek et al, 2005). Některé z těchto druhů jsou závislé na tradičním lesním managementu, zahrnující výmladkové hospodaření ve středním lese (Müllerová et al, 2016). Proto bylo v CHKO Český kras zřízeno na menších plochách 19 zvláště chráněných území o celkové výměře 2 702 ha (Ložek et al, 2005).

Lesy v CHKO Český kras pokrývají asi 38% celkové rozlohy území. Jsou zahrnuty do pásem ohrožení C a D. Do pásma ohrožení C jsou zařazeny porosty s imisním zatížením, kdy u listnatých porostů odumře z celkového množství 2-5% stromů ročně. Do pásma D jsou řazeny porosty s nejnižším imisním zatížením, kde nelze definovat zhoršení zdravotního stavu (78/1996 Sb.). V CHKO Český kras je používána pouze nahodilá lesní těžba (Ložek et al, 2005).

3.1.1 Historie CHKO Český kras

Dle archeologických nálezů byla oblast Českého krasu osídlována různými kulturami v obdobích od paleolitu přes středověk až po novověk. První písemné zmínky jsou datovány z 11. a 12. století. Území bylo hojně využíváno českými knížaty k lovu. K nejznámějším správním střediskům té doby patřil přemyslovský hrad Tetín (Ložek et al, 2005).

Historicky spadaly lesy Českého krasu pod Karlštejnské panství. Karlštejnské panství se vyznačuje specifickým vývojem vlastnických poměrů, což plyne z významu a postavení hradu Karlštejna. Hrad Karlštejn byl postaven roku 1348 a včele karlštejnské správy stál purkrabí karlštejnský. V roce 1625 byla tato funkce zrušena a Karlštejnské panství se stalo věnným panstvím českých královen. Od roku 1755 byl hrad Karlštejn Marií Terezií přidělen jako nadační statek Tereziánskému ústavu šlechticů. Z hlediska lesního hospodářství bylo panství do roku 1774 pronajímáno a v lesích bylo těženo hlavně kvalitnější stavební dříví. Od roku 1774 do roku 1918 došlo k výměně Karlštejnského panství mezi státními statky a opětovnému navrácení Tereziánskému ústavu šlechticů. Poté Karlštejn přešel do působnosti zemského výboru, po hospodářské stránce byl spravován ministerstvem zemědělství s organizačním začleněním pod ředitelství státních lesů a statků v Praze. Po roce 1945 přešla lesní správa pod Správu státních lesů v Nižboru (Dörner et al, 2014).

Od roku 1423 se dochovalo několik písemností shrnujících stav lesů a lesní hospodaření na území Karlštejnského panství. Z dochovaného popisu panství z roku 1802 vyplývá, že kvalitní stavební dříví bylo vytěženo v předchozích letech, kdy byly lesy pronajímány. Hlavní výnosy z produkce dříví tedy tvořily pařeziny, sáhové dříví a otýpky (Dörner et al, 2014).

Z vývoje lesů Českého krasu vyplývajícího z historických pramenů lze soudit, že ani počátkem 15. století nevykazovaly přílišnou produktivitu. Vyskytovaly se zde převážně lesy listnaté. Celkový stav lesů se od 17. století považuje za velmi neutěšený. Kromě různých druhů listnatých dřevin jsou za autochtonní jehličnaté druhy dřevin v oblasti Českého krasu považovány borovice a jedle (Samek, 1964).

Z dochovaných záznamů můžeme taky vyvodit, že některé pozemky v jihovýchodní části panství byly využívány jako nelesní pastviny, nicméně byla běžná i pastva v lese, kde se také hrabalo stelivo pro dobytek. Největší rozvoj v salašnictví proběhl kolem poloviny 18. století, v roce 1735 čítalo stádo ovcí na Karlštejnském velkostatku 4660 kusů. V roce 1737 vyšel zákaz pastvy i těžby steliva pro dobytek. Tento zákaz se však

běžně porušoval (Horáčková et al, 2014). Rozšíření vytvořených otevřených, vypásaných a v některých případech osévaných pařezin bylo značné. V roce 1892 z celkové výměry lesů 1539 ha byl pouze 1 ha lesa starší 60ti let (Hofmeister, 2001). K definitivnímu ukončení pastvy dobytka došlo až po druhé světové válce (Hofmeister et al, 2009). K pasení sudokopytníků docházelo po staletí a odráželo se na stromovém i bylinném patru. Bylinné patro, bylo díky vlivu kopytníků druhově rozmanitější. V dnešní době má podobný vliv na bylinné patro přemnožená spárkatá zvěř (Hédl, et al, 2010).

Karlštejnské panství bylo rozděleno na tři revíry (revír Koda, Zámecký revír a revír Mokřinka). Od roku 1806 vzniklo několik lesních hospodářských plánů, které popisovaly stav Karlštejnského panství. Elaborát vytvořený Jakubem Schmidtem z roku 1806 poukazuje na lesy v žalostném stavu. Lesy se skládaly převážně z listnatých porostů, s výjimečným výskytem smrků a modřínů. Cílem nových hospodářských plánů bylo přejít z pařezin na les vysoký a určit ideální dobu obmýtí (Dörner et al, 2014). V roce 1862 došlo k vybudování železniční trati z Prahy do Plzně, umožňující převoz uhlí. Následkem byl úbytek poptávky po palivovém dříví (Horáčková et al, 2014). Proto bylo přistoupeno ke změně pařezin na vysoký les (Novák et al, 1974).

V Obstově hospodářském plánu, který v roce 1864 vytvořil nadlesní Křivoklátského panství Obst, je les rozdělen do několika hospodářských skupin. Tyto skupiny poukazují na první snahu o ochranu lesů v oblasti Českého krasu, avšak nadále se prohlubuje převod pařezin na les vysoký. V roce 1922 tvořil vysoký les již přes 40% výměry lesů Karlštejnského panství, tento trend stoupal i po 2. světové válce a v roce 1967 už byl les veden pouze jako les vysoký nebo jako les v převodu (Dörner et al, 2014).

Od počátku 19. století se v oblasti z důvodu převodu pařezin na vysoký les začíná vyskytovat modřín a smrk (Samek, 1964). Z části se pařeziny převáděly na nepravé kmenoviny. Mnohem větší význam mělo nahrazování pařezin výsadbou nebo sítí nepůvodními dřevinami jako je smrk, borovice černá, akát a modřín. Docházelo i k výsadbě původního dubu. Z dostupné evidence z roku 1936 je patrné, že v karlštejnském panství byl nejhojnější dřevinou dub (21%), následovaný uměle vysazovaným smrkem (20%), o znatelně menší procento zaujímal habr (13%) a borovice černá (3%) (Horáčková et al, 2014).

Od přelomu tisíciletí jsou patrné snahy o obnovení pařezin a výmladkového hospodaření (Dörner et al, 2014). Z pramenů můžeme vyvodit, že v oblasti Českého krasu se minimálně po dvě staletí hospodařilo výmladkovým způsobem (Samek, 1964).

Snaze o obnovení výmladkového hospodaření se daří nejlépe v revíru Koda. Tyto změny měly velký vliv na lesní ekosystémy. V současné době jsou patrné snahy od Správy CHKO Český kras o obnovu mozaikovitého lesa, s přechody pařezin a světlin a o vytvoření vhodných podmínek pro vzácné druhy, které ze současné evropské krajiny mizí (Dörner et al, 2014).

3.1.2 Geologie Českého krasu

Geologický podklad CHKO Českého krasu je tvořen převážně vápencovitými souvrstvími, která byla uložena v moři prvohorní pražské pánve. Na geologické stavbě pražské pánve se ve středním ordoviku významně podílel jedinečný podmořský bazaltový vulkanismus. Prvohorní pražská pánev má v dnešní době podobu elipsy, která je roztažena od Brandýsa nad Labem až po Starý Plzenec u Plzně. Od ordoviku do středního devonu probíhala nepřetržitě mořská sedimentace. Docházelo ke střídavému usazování jílovitých a písčitých sedimentů. Ve svrchním siluru probíhalo v okolí podmořské sopky k usazování vápenců. Vápence jsou pro pražskou pánev biostratigraficky celosvětově nejvýznamnější (Ložek et al, 2005).

V devonu docházelo k sedimentaci vápenců na silurské vrstvy. Vápence jsou původem z bezobratlých živočichů. V období středního devonu proběhlo postupné ustupování mořské hladiny. Docházelo ke zvrášení vápenců a břidlic. Moře se opět objevilo koncem druhohor v křídovém útvaru. Usazeniny z tohoto období byly ve třetihorách odneseny. Zbytky jsou zachovány pouze v krasových kapsách. Po definitivním ústupu mořské hladiny docházelo ke zvětrávání a odnose činnosti. Na povrch se opět dostávaly prvohorní usazeniny. Výsledkem geologického vývoje a střídáním dob ledových a meziledových ve čtvrtohorách je tvárná krajina s hlubokými údolímí. Odtékající vodou bylo vytvořeno koryto Berounky. Na území CHKO je patrný velký vliv matečné horniny jako půdotvorného činitele. Na vápencích vznikají rendziny nebo vápnité hnědozemě. Jsou zde i výskyty zbytků fosilních půd vzniklých ve třetihorách. (Němec, Ložek et al, 1996).

V CHKO Český kras jsou nejvíce rozšířeny silurské břidlice a vápence. Na tyto vápence jsou vázány četné krasové jevy, dodávající oblasti zvláštní ráz. Nachází se zde několik krasových jeskyň a rozsáhlejších jeskynních systémů (Němec, Ložek et al, 1996).

3.1.3 Klima CHKO Český kras

Mírně teplá klimatická oblast se rozprostírá od západu do středu území CHKO Českého krasu. Tato klimatická oblast je charakteristická suchým, dlouhým a teplým létem. Zima je krátká, mírně teplá, poměrně suchá, bez dlouhotrvajících sněhových pokrývek. V severovýchodní části území CHKO Českého krasu nalezneme teplou klimatickou oblast, která je sušší a na jaře a na podzim teplejší než mírně teplá klimatická oblast. Roční teplota vzduchu je v průměru 8-9°C, průměrný roční úhrn srážek se pohybuje v rozmezí 480-530 mm (Ložek et al, 2005). Obě hodnoty jsou pro Českou republiku podprůměrné (Erba, 2017). Ke srážkovému maximu dochází v červenci. V CHKO Český kras se kvůli charakteru terénu a rostlinného pokryvu uplatňují mikroklimatické vlivy (Ložek et al, 2005).

3.1.4 Květena a vegetace v CHKO Český kras

CHKO Český kras patří do samostatného fytoGRAFICKÉHO okresu s názvem Český kras. Mezi důležité faktory ovlivňující zdejší vegetaci patří vápencový geologický podklad, unikátní geomorfologie území, návaznost teplejších a sušších regionů xerothermní květenné oblasti, vliv lidského osídlení a činnosti již z paleontologických dob. Pro území CHKO je charakteristický krasový fenomén, související se zvětráváním vápenců. Zvětrávání má zvláštní chemismus, působící na specifický vývoj půd. Dalším charakteristickým fenoménem je říční fenomén Berounky s přítoky, mající vliv na celkovou variabilitu stanovišť a na zvýšení účinku krasového fenoménu (Ložek et al, 2005).

Na území Čech je Český kras jediná větší oblast, na které můžeme dohledat společenstva světlomilných xerofilních rostlin, majících úplné vývojové série a ekologické řady. Na území působilo mnoho složitých příznivých okolností a podmínek, proto zde, i přes působení člověka, můžeme nalézt původní skladbu stromů, keřů a bylin. Z tohoto důvodu je lokalita krasu atraktivní pro botanické výzkumy (Němec et al, 1996).

Na některých místech vznikají xerothermní hranice lesa. Hranice jsou vytvářeny v důsledku jižního sklonu svahů pod úhlem 30°, na které dopadá po velkou část roku sluneční záření a dochází tak k vytváření teplého mikroklimatu. Ze svahů sklouzávají po hladkých vápencových plotnách půdní částice, proto jsou tyto svahy tvořeny primitivní

protorendzinou. Na těchto svazích vzniká přirozené, ekologicky podmíněné bezlesí, které dokresluje pestrá mozaika krajiny (Ložek et al, 2005).

Lesy, které převažují v přirozené vegetaci CHKO, tvoří mnoho rozličných asociací, subasociací a variant. V CHKO je i vysoký počet společenstev travinných, skalních, stepních, pobřežních a plevelových (Němec, Ložek et al, 1996). Nachází se zde i několik desítek rostlinných druhů, patřících v České republice k ohroženým až kriticky ohroženým. Vyskytují se zde druhy fytogeograficky významné s hraničním rozšířením v Českém krasu, např. zimostrázek alpský (*Polygaloides chamaebuxus*). Jsou zde i druhy význačné svým reliktním rozšířením, např. včelník rakouský (*Dracocephalum austriacum*) (Ložek et al, 2005).

K nejzajímavějším a nejcennějším společenstvům patří šípákové doubravy s dřínem (*Lathyrus versicoloris-Quercetum pubescentis*). Toto společenstvo vytváří na mělkých vápencových půdách zakrslé a rozvolněné porosty, tvořené dubem pýřitým (*Quercus pubescent*) s převážným výskytem dřevin keřového vzrůstu. V šípákových doubravách jsou bohatě zastoupeny byliny i trávy, např. sasanka lesní (*Anemone sylvestris*) nebo oman srstnatý (*Inula hirta*) (Ložek et al, 2005).

Na společenstvo šípákových doubrav navazuje společenstvo mochnových doubrav (*Potentillo albae-Quercetum*), pro které jsou typické acidofilní druhy a soubory druhů, indikujících jílovité nepropustné půdy (Ložek et al, 2005).

Nejrozšířenější lesní společenstvo je tvořeno habrovými doubravami (*Melampyrum nemorosi-Carpinetum*). Ve společenstvu se vyskytují četné vzácnější druhy, např. lilie zlatohlávek (*Lilium martagon*) (Ložek et al, 2005). V lesích se vyskytuje buk, dosahujícího nejnižšího přirozeného rozšíření ve středních Čechách (220 m. n. m.), proto mají tyto lesy vysokou vědeckou hodnotu (Němec et al, 1996).

Ve dvou extrémních podobách se zde vyskytují druhy květeny skal a skalních stepí. Zaprvé druhy květeny osluněných vápencových a bazaltových skal a skalních stupňů s nevyvinutými půdami. Zadruhé druhy květeny rostoucích na stinných vápencovitých srážech (Němec et al, 1996).

V Českém krasu lze nalézt plošně mnohem menší společenstva vápnomilných bučin (*Cephalanthero-Fagenion*). Vyskytuje se zde, např. okrotice červená (*Cephalanthera rubra*). Buk zde přirozeně sestupuje do nejnižších nadmořských výšek ve středních Čechách (Ložek et al, 2005).

Strmé suťové svahy se staly stanovištěm javoru mléče (*Acer platanoides*) a javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*) a lípy velkolisté (*Tilia platyphyllos*). Typicky na strmé

suťové srázy navazují dna roklí. Strmé jižně orientované svahy jsou stanovištěm pro ohrožené druhy, např. koniklec luční (*Pulsatilla pratensis subsp.bohemica*). Na vlhčích a stinných vápencových stěnách a srážech se vyskytují druhy typicky rozšířené v evropských horách (Ložek et al, 2005).

Český kras je známý i pro výskyt mnoha druhů hub, řas, lišejníků a mechorostů (Němec et al, 1996). V travinných xerothermních porostech se vyskytují břichatky, v porostech lesostepí a teplomilných doubrav se vyskytují lanýže. V CHKO se vyskytuje asi 337 druhů vápnomilných mechorostů. Na výslunných skalách jsou zastoupeny submediteránní druhy, např. mozolka vonná (*Mannia fragrans*) (Ložek et al, 2005).

3.2 Národní přírodní rezervace Koda

Národní přírodní rezervace Koda (dále jen NPR Koda) vznikla v roce 1952 původně jako státní přírodní rezervace výnosem číslo 7. 32.946/52-IV/5 Ministerstva školství, věd a umění ze dne 13. 3. 1952. Později byla rezervace přeřazena pomocí zákona o ochraně přírody a krajiny a jeho prováděcí vyhlášky na národní (Horáčková et al, 2014). Rezervace je rozprostřena na území o výměře 463,63 ha a její nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 330-467 m. n. m. (Němec, Ložek et al, 1996). Jedná se o druhou nejvýznamnější národní přírodní rezervaci v CHKO Český kras. První je myšlena NPR Karlštejn (Horáčková et al, 2014).

NPR Koda je tvořena velmi členitou krajinou rozprostírající se na jih a západ od řeky Berounky mezi obcemi Tetín, Tobolkou a Srbskem (Ložek et al, 2005) a je dobře vymezena vůči okolní zemědělské krajině (Horáčková et al, 2014). Zasahuje do tří katastrálních území (Ložek et al, 2005), ačkoliv je historicky známá pod názvem „Koda u Srbska“, do katastrálního území obce Srbsko náleží z nejmenší části (Horáčková et al, 2014).

Převážně lesnatá NPR Koda leží přibližně uprostřed CHKO Český kras. Hranice rezervace je na západě, severu a jihu vymezena hranicí lesa. Na východě je hranice vedena po horním okraji východního svahu Císařské rokle (Horáčková et al, 2014).

NPR Koda je jednou z velkých rezervací v oblasti stěních Čech, zároveň je to jedna z vědecky nejhodnotnějších částí CHKO Český kras. Na území rezervace převládají porosty smíšených listnatých lesů, zejména dubohabrové a dubobukové lesy nebo šípákové doubravy s výskytem lesů a lesostepí (Němec et al, 1996).

Plánovaný sběr prostorových a tabelárních dat proběhne na zkusné ploše, vytyčené na lokalitě Za Lípou (376 m.n.m.), která se nachází na severním okraji NPR Koda (viz obrázek 1).



Obrázek 1: Lokalizace NPR Koda a zkusné plochy za Lípou, zdroj: Mapy.cz

3.2.1. Předmět ochrany v NPR Koda

Podnětem k vytvoření státní přírodní rezervace v roce 1952 bylo zejména ochránit území od stále se rozšiřující těžby vápence z velkolomů do jádrové oblasti Českého krasu. Předměty ochrany byly definovány velmi široce a zahrnovaly krajinný ráz, květenu a zvířenu (Horáčková et al, 2014).

Dle předmětů ochrany je velmi důležité dodržovat maloplošné lesní hospodaření a při obnově lesa je nutné dbát na zachování původního dřevinného složení. Dále je nutné postupné mýcení nepůvodních dřevin, hlavně akátu a smrku. Na prudkých svazích je povolena pouze kalamitní těžba, z důvodu vytváření ochranného lesa. Pastvi a louky se stepním charakterem mají zůstat zachovány, dále má docházet u vhodných parcel k přeměně na pastviny anebo mají být tyto parcely postupně zalesňovány původními dřevinami, které odpovídají daným stanovištním poměrům (Horáčková et al, 2014).

Dle nařízení vlády 132/2005 Sb. je NPR Koda zahrnuta do evropsky významné lokality, aby došlo k lepšímu poznání ohrožených druhů a biotopů a od toho se odvíjejícího podrobnějšího zpracování předmětů ochrany, které ale v jádru zůstávají pořád stejné (Horáčková et al, 2014)

3.2.2. Historie NPR Koda

V národní přírodní rezervaci se nachází celá řada jeskyň, v nichž bylo učiněno několik archeologických nálezů odkazujících na výskyt člověka v této oblasti už od pravěku až po novověk. Mezi tyto jeskyně patří třeba jeskyně Martina nebo jeskyně Koda. V Sisyfově propasti ležící na východním úpatí Tobolského vrchu byly nalezeny lidské ostatky datované do doby bronzové (Ložek et al, 2005). NPR se svou polohou nachází ve starosídelní nížinné oblasti, proto je zde vegetace i květena ovlivňována lidskou činností už po tisíciletí (Horáčková et al, 2014).

Les byl na území rezervace zachován zejména ze tří důvodů. Prvním důvodem byl velmi členitý terén, který byl pro člověka velice špatně zpřístupňován. Druhým důvodem byla relativní mělkost půd a skalnaté podloží zabraňující efektivnímu zemědělství. Poslední důvod k pomoci zachování lesních porostů byl dán historicky tím, že revír Koda spadl od dob Karla IV. pod majetek Koruny české a u takto velkých majetků nedocházelo v té době k jejich dělení (Horáčková et al, 2014).

Podle dochovaných záznamů byla v polovině 18. století v revíru Koda zřejmě nejmenší zásoba dřeva (Novák et al, 1974). To bylo zapříčiněno zejména pastvou dobytka v lese a hrabáním lesní hrabanky jako steliva pro dobytek. Tento způsob hospodaření byl zakázán v roce 1737. Vytěžena byla také většina stavebního dříví, pařeziny sloužily jen jako zásobárna palivového dříví, která se velmi tenčila (Horáčková et al, 2014).

Od počátku 19. století bylo vytvořeno několik po sobě jdoucích lesnických plánů, které se snažily převést pařeziny na vysoký les zalesňováním zejména nepůvodními jehličnatými dřevinami (Dörner et al, 2014). Po vyhlášení národní přírodní rezervace v roce 1952 byl poměr jehličnatých dřevin snižován na dnešních 7 %. V polovině 19. století byla výměra lesní půdy v NPR srovnatelná s dnešní výměrou (Horáčková et al, 2014).

Historicky i v současné době je oblast NPR Koda velmi botanicky atraktivní. První botanické výzkumy pravděpodobně vznikaly již na přelomu 18. a 19. Století. První dochované a skutečně doložené sběry a floristické výzkumy z oblasti Kody pochází od Ladislava Čelakovského, botanika a univerzitního profesora, z konce 19. století, které uveřejnil ve své publikaci *Prodromus květeny české* (1868-1883) a v *Květeně okolí Pražského* (1870). Data byla nasbírána v okolí Tobolského vrchu a Tetína. Je však možné, že sběr dat z větší míry uskutečnil Josef Velenovský, botanik a žák Ladislava Čelakovského, a Čelakovský pouze publikoval. Od počátku 20. století byly floristické

výzkumy rozšířeny i o fytoocenologii. Tehdy se nejvíce Kodě věnoval Jaromír Klika. Jan Čerovský v roce 1960 zpracoval ekologickou studii na xerothermní rostliny kodských stepí. Dále zdejší oblast floristicky zkoumal Vladimír Skalický a jeho diplomantka Haščynová. Data pana Skalického nebyla dosud publikována. Území je i v dnešní době zkoumáno. Mezi poslední floristické výzkumy patří studie od Jitky Horáčkové a Tomáše Tichého. (Horáčková et al, 2014).

Fytogeograficky patří NPR Koda do oblasti termofytika typickou teplomilnou květenou a vegetací. Od neolitu docházelo k postupnému odlesňování zdejší krajiny člověkem. Od této doby zde zůstala zachována xerothermní společenstva skalní, lesní a lesostepní vegetace (Hejný et al, 1988). Územně lze také rezervaci přiřadit do fytogeografického obvodu Českého termofytika a fytogeografického okrasu číslo 8 (Český kras) s charakteristickými druhy termofilní a mezofilní květeny přiřazených ke kolimnímu a suprakolimnímu vegetačnímu stupni s relativně kontinentálním klimatem (Skalický, 1988).

3.2.3. Geologie NPR Koda

Rezervace je lokalizována na jihozápadním okraji karlštejnské pahorkatiny. Její terén je poměrně členitý s táhlými svahy a prudkými srázy s četnými roklemi a skalními výchozy (Němec et al, 1996). Geologický podklad je tvořen zvrásněnými silurskými a devonskými vápenci. Vyskytuje se zde lochkovské vápencové souostroví až po vápence chotečské. První výjimka je tvořena pásem tmavých vápenců s vložkami vápnitých břidlic náležících k požárskému souostroví siluru. Pás se nachází v Kodské stěně a ve svazích jižně od Kruhového lomu. Druhou výjimku představují i nekrasové horniny v srbském souostroví střednodevonského stáří, které se nachází především na mírnějších svazích Kodské rokly. Toto souostroví je charakteristické střídáním šedých břidlic, především prachovců, s jemnozrnnými pískovci chudými na živiny (Ložek, 2014).

V letech 1975 až 1976 byl kousek od obce Tobolka vyvrtán nejhlubší opěrný strukturní vrt „Tobolka 1“ v oblasti Českého krasu. Vrt dosáhl hloubky 2712,4 metrů, přičemž narazil na devonské a svrchnosilurské vápence, spodnosilurské vulkaniny, graptolitové břidlice a ordovické sedimenty (Ložek et al, 2005).

Vápence jsou v některých částech překryty třetihorními jílovitými a štěrkopískovými uloženinami (Němec et al, 1996), které vznikaly z důvodu protékající široké třetihorní řeky (Ložek et al, 2005).

Ve čtvrtohorách vznikaly soustavy sedimentů pěnovcových kaskád vznikajících pod vyvěračkami v Císařské rokli a Údolí děsů. V oblasti rezervace nalezneme celou škálu různých půd. Na vápencích lze nalézt všechna vývojová stadia rendzin (Ložek et al, 2005). Na vápencích v prudších svazích, na skalnatých srázech na hranách plošin se vyskytují humuso-karbonátové rendziny s významným podílem vápencového skeletu od litozemí až po mulové rendziny. Na mírnějších svazích se na vápencích vytvářejí různé varianty kambizemí s dekarbonatizovanou jemnozemi. Lze zde nalézt i zachované reliktní typy půd (*terra fusca* a *terra rossa*), vytvářejících se z pozůstatků nerozpustného rezidua. Reliktní typy půd se nacházejí na odnosem nebo přínosem nepoškozených plošinách (Ložek, 2014).

Na mnoha místech jsou vápence zkrasovatělé (Němec et al, 1996). V silněji zkrasovatělých místech na území NPR Koda, zejména plošinách, charakteristickými závrťovými sníženinami a skalními výchozy se mohou výše popsané půdy mozaikovitě střídat (Ložek, 2014).

Na nevápnitém srbském souostroví vznikaly půdy v podobě středně až méně úživných kambizemí na písčito-hlinité zvětralině. Pro tyto kambizemě je typický drobný skelet. Jedná se zejména o odlesněné plochy v minulosti hojně využívané k orbě. Na strmějších svazích a skalních výchozech vápenců je zvýšený obsah karbonátu, který z kladného hlediska velice vysoce ovlivňuje bohatost flóry a je v ostrém kontrastu k odvápněným hlubším půdám na plošinách a mírných svazích (Ložek, 2014).

V NPR Koda je zaznamenáno 50 jeskyní. V některých jeskyních je evidována sedimentární výplň, která má nezanedbatelný význam pro kvartérní stratigrafii (Ložek et al, 2005).

3.2.4 Klima v NPR Koda

Roční teploty dosahují v průměru 8,0-8,5°C, úhrn průměrných ročních srážek nepatrně převyšuje 500mm (Ložek, 2014), obě dvě tyto hodnoty jsou průměrem pro Český kras (Döner et al, 2014). Mezoklima a mikroklima typické pro rezervaci se může od uvedených průměrů poměrně lišit. Obecně lze klima označit jako suché a teplé, což je odpovídající přiřazení k suchému termofytiku (Ložek, 2014).

3.2.5 Květena a vegetace v NPR Koda

Květena v rezervaci Koda je podobně mimořádně druhově bohatá jako v sousední rezervaci Karlštejn (Němec et al, 1996). Podle fyto geografického rozdělení Českého krasu na okresy a následnému rozdělení okresu na tři části (pražská, centrální a zdicko-liteňská), leží Koda v centrální části. Centrální část je antropologicky nejméně ovlivněna, proto je její květena nejpestřejší, zahrnující maximum reliktních biotopů. Jsou pro ni charakteristické lesní a lesostepní druhy květeny a druhy skalních a nelesních fytoocenóz na mělké půdě (Skalický et al, 1974).

Kolem údolí vytvořených potoky jsou maloplošně zastoupeny porosty lužního lesa (*Alneion glutinoso-incanae*), na jejich strmých stinných svazích se nachází porosty suťového lesa (*Tilio-Acerion*) (Němec et al, 1996). Suťové lesy (L4) se rozprostírají asi na 30 ha celkové výměry rezervace, což je asi 6% plochy rezervace. V suťových lesích jsou nejčastěji zastoupeny javory a lípy (Mejstřík, 2018). Ve vyšších polohách na lužní lesy v mírných i strmějších svazích navazují dubohabřiny (*Melampyro nemorosi-Carpinetum*) (Němec et al, 1996). Jedná se o Hercynské dubohabřiny (L3.1), které se rozprostírají na 360 ha z celkové výměry NPR Koda, což je přibližně asi 62% plochy celé rezervace. Jsou to lesy výmladkového původu, s vysokým zastoupením dubu a habru, s příměsí buku, lípy a jasanu (Mejstřík, 2018). Dubohabřiny (viz obrázek č. 2) jsou charakteristické svým bohatým bylinným patrem, které je výraznější v jarních měsících. Na dubohabřiny můžou na odvápněných půdách a šterkových náplavech starých říčních teras navazovat bazofilní teplomilné doubravy, které jsou druhově výrazně chudší (Ložek et al, 2005). Jedná se o perialpidské bazofilní teplomilné doubravy (L6.1), které jsou zastoupeny na 32 ha celkové výměry rezervace a o středoevropské bazofilní teplomilné doubravy (L6.4), jež najdeme na 10 ha z celkové výměry rezervace (Mejstřík, 2018). Dříve byly na šterkových náplavech starých říčních teras uměle vysazovány nepůvodní dřeviny, zejména smrk (*Picea abies*). Smrkové porosty v dnešní době rychle odumírají a dochází k jejich nahrazování listnatými dřevinami (Němec et al, 1996).



Obrázek 2: Dubohabřina na Kodě, foto: Růžena Vrkočová

Teplomilné doubravy (*Lathyro-Quercetum pubescentis*) se typicky vyskytují na mělkých půdách, charakteristickými zástupci ve stromovém patře jsou např. dub zimní (*Quercus petraea*), dub pýřitý (*Quercus pubescens*) nebo jeřáb muk (*Sorbus aria*), v bylinném patře můžeme najít např. vstavač nachový (*Orchis purpurea*). Teplomilné doubravy volně přecházejí do lesostepí a skalních lesostepí představujících v oblasti rezervace primární bezlesí (Ložek et al, 2005).

V NPR Koda jsou asi na 11 ha, což jsou přibližně 2% z celkové výměry rezervace, rozprostřeny květnaté a vápnomilné bučiny (L5.1, L5.3). Charakteristický výskyt je lokalizován v chladnějších polohách, které jsou lépe zásobeny vodou než dubohabřiny. Typickou dřevinou je buk, v bylinném patře převažují hajní druhy náročnější na živiny (Mejstřík, 2018).

Pro primární bezlesí NPR Koda jsou typické druhově bohaté kostřavové xerothermní trávníky (*Festucion valesiacea*) nebo na půdách skalních hran pionýrská společenstva svazu *Alyso-Sedion*, u nichž převažují drobná jarní společenstva. V Kodské a Císařské rokli se vyskytuje kriticky ohrožený včelník rakouský (*Dracocephalum austriacum*) (Ložek et al, 2005).

Kosené louky představují sekundární bezlesí. Louky se vyskytují v dolních částech svahů a v údolích na hranici rezervace. Je tvořeno společenstvy širokolistých xerotmních trávníků (*Bromion erecti*) a společenstvy mezofilních ovsíkových luk (*Arthenatherion*). (Ložek et al, 2005).

Bohatá společenstva vápnomilných mechorostů se účastní na tvorbě mechorostů (Němec et al, 1996). Mezi mechorosty se vyskytují i ohrožené druhy, např. bokoplodka kostrbatá (*Pleurochaete squarrosa*), pározub zprohýbaný (*Didymodon sinuosus*) nebo játrovka podhořanka lesklá (*Porella arborisvetae*) (Ložek et al, 2005).

3.3 Výmladkový les

Výmladkovým lesem lze označit tvar lesa nízkého nebo pařezinu (Kadavý et al, 2011). Základním prvkem výmladkového lesa je výmladkový polykormon (viz obrázek č. 3). Polykormon je mnohokmenný jedinec, který vznikl vegetativním způsobem rozmnožování z jednoho pařezu. Tito jedinci nejprve obřezají pařez v podobě slabých výmladků, v pokročilejším věku již nemusí být pařez vidět. Po vystřídání několika generací již nejsou výmladky spojeny s mateřským pařezem, nýbrž se od sebe nápadně vzdalují (Anonymus, 2016). Stromy se v tomto lese rozmnožují převážně vegetativním způsobem s částečným zastoupením jedinci rozmnožujícími se generativním způsobem (Kadavý et al, 2011). K obnovení dřevin dochází pomocí výmladků vznikajících na pařezech po pokácení stávajícího kmene nebo z kořenů (Bergerová, 2014).



Obrázek 3: Schéma polykormonu, autor: Michaela Voitová

Pro vznik a udržitelnost výmladkového lesa je zásadní schopnost dřevin reagovat na poškození vzniklém záměrným lidským zásahem (pokácením původního kmene) nebo působením abiotickými a biotickými faktory regenerací v podobě vegetativního rozmnožování. Schopnost výmladnosti je u jednotlivých dřevin různá. Z našich dřevin jsou dobré pařezové výmladnosti schopny, např. habr obecný, lípá velkolistá a všechny druhy vrb (Buček, 2010).

Dle optimální výmladnosti jednotlivých druhů dřevin je určena doba obmýtí, která by měla být zohledněná i z pohledu produkce vzniklé na daném stanovišti. Nejnižší

doba obmýtí je asi 5 let pro vrbové pruty, u habrů a buků dochází k obmýtí zhruba každých 40 let. Doba obmýtí u olše je asi 60 let (Kadavý et al, 2011).

Schopnost tvoření výmladků ubývá s věkem stromu. Nejbohatší a nejsilnější výmladky lze očekávat u mladých stromů (Buček, 2010). Pro stromy vzniklémi výmladkovým rozmnožováním je typický velmi rychlý růst a tloušťkový přírůstem, ke kterému dochází přibližně o 20 až 30 let dříve než v lese vzniklém generativním způsobem rozmnožování (Jelenecká, 2015). Rychlejší počáteční růst mladých stromů vzniklých vegetativním způsobem rozmnožování než stejně starých stromů ze semene je dán tím, že výmladky mohou z pařezů čerpat mnohem větší množství potřebných látek. Rozdíl v růstu se vyrovná až po několika desetiletích (Buček, 2010).

Výmladkový les je vzhledem k relativně krátkým dobám obmýtí neustále ve fázi dorůstání. Jedná se tedy o les, který je svým vývojem velmi vzdálený přirozenému vývoji lesního ekosystému (Kadavý, 2011). Je to kulturní tvar lesa, který bez obhospodařování člověka zanikne a bude pravděpodobně nahrazen jiným přirozenějším tvarem lesa (Šišák et al, 2012). Na druhou stranu bude mít přeměna z výmladkového lesa na les vysoký za následek úpadek druhové rozmanitosti (Roleček et al, 2017).

3.3.1. Výmladkové hospodaření

Výmladkové hospodaření je historicky velmi staré. Bylo k němu přistupováno z důvodu velké potřeby palivového dříví (Kadavý et al, 2011), které bylo velmi významné v socioekonomických systémech ve střední Evropě od pravěku až do 19. století (Szabó et al, 2015). Dokladem výmladkového hospodaření jsou hlavně zbytky starobylých výmladkových lesů, ve kterých je zachovaný původní genofond. Při výmladkovém hospodaření nedochází k přenosu semen z velkých vzdáleností jako u moderního způsobu lesního hospodaření (Anonymus, 2016). K tomuto způsobu hospodaření docházelo v lesních porostech nížin, teplých pahorkatin a vrchovin na území České republiky. V některých oblastech bylo dle dendroarcheologických výzkumů hospodařeno už od neolitu, v jiných po celý středověk (Buček, 2010). Za posledních 150 let došlo ve střední Evropě, z důvodu změn společenských potřeb, k výraznému ústupu výmladkového lesa, který byl nahrazován lesem vysokým. Hlavním důvodem přechodu mezi těmito tvary lesa byla finanční efektivnost (Šišák et al, 2012).

V porostech výmladkového lesa se těžilo dle stanovených dob obmýtí, které se pohybovaly přibližně mezi 7 až 30 lety (Fasterová, 2013). Ve středověké střední Evropě bylo obmýtí stanoveno na 7 let. Ve 20. století bylo obmýtí posunuto na 30 až 40 let (Müllerová et al, 2014). Plocha byla rozdělena na jednotlivé plošky odpovídajících svým počtem stanovené doby obmýtí a každý rok byla smýcena ta, která dosáhla požadované doby obmýtí (Bergerová, 2014), tyto úseky lesa jsou obvykle menší než 2 ha (Fasterová, 2013). Těžba byla prováděna formou holosečí (Bergerová, 2014) nebo byly ponechávány výstavky, z důvodu potřeby stavebního dříví (Buček, 2010). Místy docházelo i k výběrné těžbě (Kadavý et al, 2011). K těžbě výstavků dochází přibližně po uplynutí tří až pěti obmýtních cyklů spodní etáže pod nimi (Fasterová, 2013).

Cyklus výmladkového hospodaření probíhá v několika fázích. V první fázi dojde k vytěžení daného porostu. Vzniklá paseka je typická řídkou vegetací s výskytem světlomilných a pionýrských organismů. Následně dochází k rychlému zhoustnutí vegetace i pařezových výmladků. Rychlý růst výmladků je podmíněn z možnosti čerpat živiny z pařezů. Vrchol přírůstu je podmíněn úživností daného stanoviště. Ve vrcholné fázi výmladkového lesa, tj. těsně před těžbou, poskytuje výmladkový porost útočiště mnoha druhům organismů (Bergerová, 2014).

Během pěti až deseti let po těžbě ovšem dochází i k výraznému odumírání nově vzniklých výmladků, k mortalitě dochází přibližně u 75%-90% výmladků (Kadavý et al, 2011). Při dostatečném přísunu světla začnou výmladky během prvních deseti let po těžbě velmi rychle výškově přirůstat. Roční výškový přírůst činí asi 0,5 až 1m (Šišák et al, 2012).

V současnosti je na některých vybraných plochách přistupováno k obnově výmladkového hospodaření (Dörner et al, 2014). Hlavním důvodem je ochrana přírody, udržení biodiverzity a podpoření druhově bohatých společenstev vázaných na výmladkové lesy, na které odkazuje studie vytvořená přírodovědci v Belgii (Van Calster et al, 2008). I podle studie, která probíhala v předchozích deseti letech v Národní přírodní rezervaci Voskop v CHKO Český kraj, nelze dosáhnout výmladkovým hospodařením stejně vysoké produkce dříví jako hospodařením v lese vysokém. Výmladkový les však vykazuje větší biologickou rozmanitost (Šálek et al, 2014). Zdá se, že pro malé vlastníky lesa se zastoupením zejména listnatých dřevin, je ekonomicky efektivnější výmladkové hospodaření s využitím dříví jako zdroje tepelné energie ve srovnání s jinými zdroji (Šišák et al, 2012). Pro vlastníky lesa představuje výmladkové

hospodaření zajímavou alternativu jako obnovitelný zdroj palivového dříví (Dörner et al, 2014).

Výmladkový les může produkovat buď palivové dříví s nižší kvalitou anebo kvalitnější palivové dříví popřípadě i vlákninu. V prvním případě vlastník lesa neprovádí v lese během doby obmýetí výchovné zásahy a snižuje tak náklady. Ve druhém případě vlastník přistupuje k výchovným zásahům. Nejprve se po šesti až osmi letech z polykormonů odstraní netvárné a odumírající výmladky. Druhý výchovný zásah probíhá přibližně v polovině stanovené doby obmýetí. Na konci doby obmýetí zůstanou v polykormonu jeden až tři nejkvalitnější kmeny výmladků (Šišák et al, 2012).

3.3.2. Střední les

Střední les (viz obrázek č. 4) je etážový hospodářský tvar lesa. Jedná se o sdružený porost výmladkového a vysokého lesa (Kadavý et al, 2011). Výmladkový les vytváří spodní etáž, horní etáž je tvořena různě starými stromy generativního původu (Jelenecká, 2016). Vznik středního lesa je podmíněn mýcením výmladkového lesa ve stanovené době obmýetí, tj. 30 až 50 let. Po každé provedené těžbě jsou do porostu sázeny dřeviny semenného původu. Tímto přimíšením dřevin generativního způsobu pomalu vzniká horní etáž (Kadavý et al, 2011).



Obrázek 4: Schéma středního lesa, aautor: Michaela Voitová

Hospodářský tvar středního lesa je mladší než tvar lesa nízkého. Lidmi byl vytvořen pro potřebu jiného dříví než jen dříví palivového. Při těžbě byly ponechány nejkvalitnější kmeny vegetativního původu a do porostu byly postupně vtroušeny stromy semenného původu jako výstavky. Po proběhnutí několika obmýetí začal

vznikat více etážový porost. V současnosti jsou jako výstavky ponechávány pouze stromy generativního původu (Kadavý et al, 2011). Pro spodní etáž jsou typické dřeviny s dobrým vegetativním obnovováním, např. lípa srdčitá (*Tilia cordata*), lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*) nebo habr obecný (*Carpinus betulus*). Pro horní etáž jsou typické hospodářsky hodnotné dřeviny, např. dub zimní (*Quercus petraea*) a dub letní (*Quercus robur*) (Jelenecká, 2016).

Nejvíce je hospodářský tvar středního lesa zastoupen ve Francii, Itálii a Španělsku. V České republice tvoří tento tvar do 5% všech lesů (Kadavý et al, 2011). Velmi nízké zastoupení tvaru středního lesa může být dáno tím, že všechny lesy do roku 1989 patřily státu a zpravidla byly lesníky převáděny na tvar lesa vysokého (Matula et al, 2012). Dalším faktorem je, že útvary středního lesa jsou v lesních hospodářských plánech evidovány jako tvar vysokého lesa (Maděra et al, 2017).

Tvar středního lesa, ale i nízkého lesa, můžeme nazývat i světlým lesem. Světlý les je svou hustotou zalesnění mezi bezlesím a hustým lesem. Řídké porosty vznikaly na místech, kde docházelo k postupnému odlesňování krajiny člověkem. Typicky na lokalitách pařezin, kde vznikaly z důvodu pasení dobytka nebo shrabávání hrabanky jako podestýlky holiny (Čížek et al, 2016). Přirozeně světliny vznikají na mělkých půdách (Anonymus, 2016).

3.3.3 Habr obecný (*Carpinus betulus*)

Typickým zástupcem pařezové výmladnosti, který vytváří polykormony je habr obecný (Kadavý et al, 2011). Na nově vzniklé výzkumné ploše v NPR Koda na lokalitě Za Českou lípou je převažující dřevinou (Mejstřík, 2018).

Habr spadá pod čeleď lískovitých (*Corylaceae*) (Horáček, 2007). Řadí se mezi suboceanické druhy, které rostou převážně na intermediálních až teplých stanovištích. Má nízkou náročnost na světlo, je to sociofyt až hemisciofyt. Špatně snáší zimní mrazy (Ellenberg, 1974) a vyznačuje se choulostivostí na sucho, projevující se u starších jedinců spálou (Amann, 1997). Vyskytuje se od Kavkazu přes sever Turecka až po většinu území střední a západní Evropy (Svoboda, 1953). Na území České republiky se vyskytuje převážně v termofytiku (Kovanda, 1992).

Stanovištní nároky nejsou příliš vysoké, dává přednost hlinitým a humózním půdám (Erba, 2017), dokonalé schopnosti růstu habru však dosáhneme na svěží, minerálně bohaté a mírně kypré půdě. Podle stanoviště vytváří buď hluboký nebo mělký kořenový

system (Amann, 1997). Tvoří zejména porosty v listnatých lesích s hojností bylin od nížin až do výšky přibližně 1300 m.n.m. (Kermer, 1995). Díky mimořádně vysoké a trvalé schopnosti výmladnosti (Amann, 1997) je využíván zejména k hospodaření v nízkém a středním tvaru lesa. Přirozená stanoviště habru byla v minulosti přednostně přeměňována na ornou půdu, proto se na nich již nevyskytuje (Kemer, 1995).

Habr se dožívá 120 až 150 let. Roste-li jako solitér dosahuje dospělosti již v 10 až 20 letech, v prostu dosahuje dospělosti v 30 až 40 letech (Amann, 1997). V dospělosti kmen dosahuje výšky 8-20, výjimečně 30 metrů (Koblížek, 2006), jeho výčetní tloušťka se pohybuje okolo 500mm, u nejstarších jedinců dosahuje maximálně šířky 1000mm (Amann, 1997).

Květy jsou jednodomé. Samčí květy jsou v podobě převislých postranních jehněd bez okvětí, samičí v podobě vzpřímených koncových jehnědách se šupinkovým okvětím (Koblížek, 2006). Plodem je smáčklá, tvrdá, žebrovitá nažka nacházející se v jehnědách. Nejprve je nažka zelená, později hnědně. Typická je trojlaločným křídlem (Amann, 1997), které slouží jako létající orgán (Kemer, 1995). Semenná léta se opakují takřka každoročně (Amann, 1997), pomocí nedozrálých semen se rozmnožuje na podzim, zralými semeny po stratifikaci na jaře (Koblížek, 2006). Semeno zpravidla klíčí až druhé jaro po dozrání, klíčivost je přibližně 60-70% (Amann, 1997). Díky trojlaločnému křídlu, mohou být semena během zimních vichřic zavátá až do vzdálenosti 1 km (Kermer, 1995).

Koruna habru je poměrně široká, u jedinců s nízkým zápojem bývá volná, klenutá a nepravidelná. Jeho kmen je oválného průřezu, v pozdějším věku pokřivený a charakteristicky svalovcovitý (Kremer, 1995) s šedou hladkou, později šupinovitě rozpraskanou borkou (Koblížek, 2006). Pupeny habru jsou dvouřadé a mnohošupinaté, postranní typicky přitisklé (viz obrázek 5). Tvar pupene je kuželovitý, barva pupene je zelená až hnědě kropenatá (Amann, 1997). Pupeny měří přibližně 50 mm (Koblížek, 2006). Listy habru leží střídavě uspořádané ve dvou řadách (Kermer, 1995) a jsou dlouhé 4 až 10 cm, jejich tvar je vejčitý a na vrcholu krátce zašpičatělý (Amann, 1997). Při bázi jsou habrové listy zaokrouhlené až srdčité (Kermer, 1995) s mírnou asymetrií. Okraje listů mají dvakrát ostře pilovité, jednotlivé zuby jsou velmi malé (Kermer, 1995). Na licích jsou listy sytě zelené a lysé, na rubu světlejší a v úžlabí spoře chlupaté (Amann 1997). Na podzim se listy přebarvují do žluta až hnědožluta (Kermer, 1995).



Obrázek 5: Detail pupene a borky habru obecného, foto: Růžena Vrkočová

Habrové dříví patří mezi naše nejtěžší a nejtvrdší (Amann, 1997), zároveň je to nejobtížněji a nejhůře opracovatelné domácí dříví. Jeho barva je nažloutle bílá přecházející až do světle šedé, obvykle se světle nahnědlými úzkými proužky. Textura dřeva je stejnoměrná, na tangenciálním řezu lehce tmavě pruhovaná, na radiálním řezu lesklá a skvrnitá. Z důvodu zajištění světlé barvy dřeva je vhodné jej těžít v zimě. Kromě paliva lze dříví z habru využít na drobný nábytek, hračky, nástupnice schodů, dřevěné úchyty, rukojeti nebo na šachové figurky. V minulosti bylo využíváno na kuželky, ozubená kola, rámy katrů nebo na tiskařské štočky (Wagenführ, 2002).

4. Metodika

Lokalita Za Lípou se nachází v CHKO Český kras, přesněji na východním okraji NPR Koda u obce Tetín (viz obrázek 6). Vytyčená plocha je orientována na jihovýchodním svahu. Spodní hranice plochy je tvořena lesní cestou, která zároveň odděluje les a pole. Převýšení na vytyčené zkusné ploše se pohybuje okolo 30m.

Nedaleko jižního okraje vytyčené plochy se nachází veřejnosti nepřístupná jeskyně Martina, která je dlouhá asi 445 m (Hejna, nedatováno).



Obrázek 6: Výzkumná plocha v blízkosti obce Tetín, zdroj: geoportal.czuk.cz

4.1 Postup práce

Již dříve byla zkusná plocha rozdělena, dnes již inženýrem Markem Mejstříkem v rámci jeho diplomové práce, na 6 pásů o šířce 25m a délce přibližně 125m. V budoucnu bude postupně docházet k experimentální těžbě vytyčených pomyslných pásů. Její celková výměra činí asi 1, 982 ha. V každém pomyslném pásu je rovnoměrně rozmístěno a založeno 5 trvalých fytoecologických kruhových snímků o průměru 17 m. Na celé ploše se jich tedy nachází 30. Mimo plochu je umístěno dalších 10 trvalých fytoecologických snímků o průměru 17 m (viz obrázek 7). Na nově vzniklé lokalitě Za Lípou pro dlouhodobý experimentální výzkum byla měřena a zaznamenávána data pomocí technologie Field-Map, lesnické průměrky a laserového výškoměru značky Nikon.



Obrázek 7: Detail výzkumné plochy a ploch fytoecnologických snímků, zdroj: geoportal.czuk.cz

Měřeny byly pouze kmeny s větší výčetní tloušťkou než 7 cm. Každý kmen na zkusné ploše byl zaměřen pomocí technologie Field-Map a bylo mu přiděleno číslo, tzv. ID a souřadnice X, Y. V případě, že se jednalo o kmen z polykormonu, rozumí se jeho hlavním číslem, číslo nejnižší. Každému očíslovanému stromu byla pomocí lesnické průměrky změřena DBH, pomocí laserového výškoměru vymodelována celková výška a výška nasazení koruny. Bylo zaznamenáno, o jaký druh dřeviny se jedná, její zdravotní stav, zaznamenány případné dutiny a v neposlední řadě zda se jedná o strom rozmnožující se vegetativním nebo generativním způsobem. Naměřené hodnoty byly ručně vpisovány do projektu ve Field-Mapu.

4.2 Zaznamenávání stromů pomocí technologie Field-Map

Technologie Field-Map je primárně vytvořená pro relativně rychlý a efektivní sběr dat v terénu. Slouží k zaměřování a mapování stromů v terénu a je využívána zejména v lesnictví, jako nástroj pro inventarizaci lesa. Tato technologie je složena z hardwarové a softwarové části. Softwarová část plně podporuje program ArcGis, proto je snadné změřená data následně podrobit kancelářskému zpracování a vyhodnocení pomocí stolního počítače. Z programu ArcGis jsou vytvářeny grafické výstupy. Údaje zaznamenávané do databáze lze pomocí programu Access převést do Excelu a následně dále nasbíraná data vyhodnocovat (Jelenecká, 2015).

4.2.1. Hardware

Hardware Field-Mapu představuje terénní počítač a jeho nezbytné součásti. V terénním počítači je nainstalován software. Součástí hardware je laserový kompas,

který je spojen se softwarem v terénním počítači. Pomocí laserového kompasu a geodetických výtyček s odrazkami, od kterých se odráží laserový paprsek a vrací se zpět do přístroje, je možné mapovat stromy v terénu a zaznamenávat je do softwaru. Odrazka od laserového kompasu může být vzdálena až 30 m. Díky této schopnosti je možné se při dalším měření staničit již k zaznamenaným stromům. Další součástí hardwaru je dálkoměr, sklonoměr, GPS, samotný držák terénního počítače nebo stojan (Field-Map, internet).

4.2.2. Software

Software technologie Field-Map je rozdělen na dvě části. První část je program nazýván Project Manager sloužící k vytvoření a nadefinování vlastního projektu. U každého nově vzniklého projektu je možné nadefinovat si vlastní strukturu databáze, posloupnost vrstev a jiné. Pro založení a uspořádávání nového vlastního projektu není nutné znát programovací jazyk. Podstatné je, že data zaznamenaná v novém projektu, lze zpětně analyzovat za použití jiného softwarového programu. Project Manager je plně kompatibilní s programem ArcGis nebo Access, který umožňuje převést data do Microsoft Excelu a dále vyhodnocovat (Field-Map, internet).

Druhou částí je program nazýván Data Collector sloužící k mapování, měření a zapisování dat po založení nového projektu v Project Manageru. Tato data jsou sbírána v reálném čase a to za pomoci laserového dálkoměru a odrazek pro sběr polohových dat jednotlivých stromů anebo ručním zaznamenáváním popisných dat do předem připravené databáze za pomoci grafického rozhraní Field-Mapu (Field-Map, internet).

4.2.3. Práce s daty v počítači

Software používaný v technologii Field-Map lze propojit se stolními počítači. Nasbíraná data o polohách jednotlivých stromů byly nahrány do GIS, přesněji do aplikace ArcMap. Dále v aplikaci pomocí funkce Buffer a údajů o poloze středu fytoecologických snímků vytvořeny pomyslné kruhové plochy fytoecologických snímků o poloměru 8,5 m. Dále byl pomocí georeferencování připojen jako podklad ortofoto snímek. Následně byly pomocí programu Access vyexportována data do programu Excel, kde docházelo k jejich následnému vyhodnocování a počítání zásob stojícího dříví. Výstup z aplikace ArcMap (viz příloha 1), upravená excelovská tabulka

s primárními daty (viz příloha 2), excelovská tabulka s finálními daty pro 30 ploch fytoecnologických snímků (viz příloha 3) jsou součástí elektronických příloh.

4.3 Mapování Kody

K mapování stromů na zkusné ploše Za Lípou v NPR Koda probíhalo v předjaří a na podzim roku 2018.

4.3.1 Projekt ve Field-Mapu

Vlastní projekt byl z velké části převzat z již existujícího projektu, který vznikl pro potřeby diplomové práce, Alžběty Jelenecké, pro mapování zkusné plochy na vrchu Voskop. Definice projektu pro mapování zkusné plochy na lokalitě Za Lípou je tedy obdobná.

Projekt byl vytvořen pomocí programu Field-Map programu Project Manager. Vrstvy byly nadefinovány jako *celková plocha*, *stromy*, *keře* a *referenčními body*. Vrstva *celkové plochy* vznikla zaznamenáním skutečných rozměrů zkusné plochy. Do vrstvy *keře* byly zaznamenávány středy fytoecnologických ploch. Do vrstvy *stromy* byly zaznamenávány údaje o polohách jednotlivých stromů, každému stromu bylo přiděleno specifické identifikační číslo ID, v případě polykormonu je ID myšleno nejnižší číslo ve shluku jeho výmladků. Ke každému stromu byly ručně doplněny údaje o DBH (výčetní tloušťka stromu ve výšce 1,3 m), druh dřeviny, výška nasazení koruny, celková vymodelovaná výška, přítomnost dutiny v kmenu (ANO/NE), původ stromu (S-semenný, N-neznámý, P-polykormon), zdravotní stav (Ž-živý, M-mrtvý), porucha růstu koruny kmene (zaschlá, zlomená nebo bez poškození) a poznámky. Do vrstvy *referenční body* byly zaznamenávány body, ke kterým se při probíhajícím měření staničlo, popřípadě byly využity jako body, pomocí nichž došlo k přichycení na ortofoto snímek.

4.3.2 Terénní měření s Field-Mapem

Před každým vlastním měřením s Field-mapem v terénu a po každé výměně baterií je nutné přístroj kalibrovat. Samotný laserový dálkoměr (viz obrázek 8) je velice citlivý k magnetickému poli. Reaguje primárně na zemské magnetické pole, ale je schopený reagovat na jakékoliv potenciální magnetické pole. Porot není vhodné přístroj kalibrovat v blízkosti předmětů, které vytváří své vlastní magnetické pole. Dálkoměr se kalibruje

vždy směrem k severu, který je předem určen pomocí vhodného zařízení (kompas, buzola, apod.). Při kalibraci je nutné sledovat popisky v laserovém dálkoměru. Při kalibraci je nutné dodržet naznačené pozice laserového dálkoměru. Přístroj se kalibruje dle daného schématu:

- dlouhé stisknutí tlačítka šipky dolů (Unit 5),
- opětovné stisknutí tlačítka šipky dolů (H_Ang),
- potvrzení tlačítkem „FIRE“,
- stisknutí tlačítka šipky nahoru (HACAL),
- potvrzení tlačítkem „FIRE“,
- nasměrování přístroje k severu (C1_Fd), podržení v pozici „1“, potvrzení tlačítkem „FIRE“,
- stejný postup opakovat až do otočení přístroje do pozice „8“,
- pokud se objeví (FAIL), je nutné opakovat kalibraci od nasměrování přístroje k severu,
- pokud se objeví (PAS), potvrdit tlačítkem „FIRE“.

Při dodržení výše popsaných bodů je přístroj správně kalibrován. Stojan s laserovým dálkoměrem a vlastním terénním počítačem musí být vždy kolmé poloze vzhledem k povrchu země. K vycentrování do této pozice je používána libela, která je součástí stojanu.



Obrázek 8: Detail laserového dálkoměru, foto: Michaela Voitová

Laserový dálkoměr reaguje na zpětný dolet laserového paprsku odraženého od světelné odrazky. Pro zkusnou plochu byly využity odrazky kulatého tvaru. V nastavení přístroje je nastavena výše odrazek ve výšce 1,8 m nad povrchem země. Na všech používaných geodetických výtyčkách byly odrazky namontovány přesně v této výšce.

Geodetickou výtyčku s namontovanou odrazkou je nutné při probíhajícím měření držet v kolmém směru vzhledem k zemskému povrchu. Tento směr je určen pomocí libely, která je součástí geodetické výtyčky.

Před započítím samotného měření je nutné přístroj zastaničit, aby nedocházelo k nepřesnému měření a zaznamenávání stromů do plochy. Ke staničení je možné použít dva způsoby. Vždy je ovšem nutné předem vytvořit referenční body. Při prvním zahajovacím měření se nejprve do plochy umisťují referenční body, ke kterým je později přístroj staničen. Referenční body je vhodné vytvářet i během samotného měření a zaznamenávání stromů.

První způsobem je staničení přístroje přímo nad dříve vytvořený referenční bod. Tyto body se zpravidla nacházejí ve středu fytoecologických ploch a jsou označeny geodetickým bodem. Stativ s laserovým dálkoměrem a Field-Mapem je pomocí libely vycentrován nad tento daný bod. Při těchto podmínkách lze ihned zahájit měření.

Při druhém způsobu probíhá staničení ke dvěma referenčním bodům, které jsou vytvořeny pomocí geodetických výtyček s odrazkami. Měřit lze vždy jen s řádně zastaničeným laserovým dálkoměrem. Při přesunu na jiné místo, je vždy důležité zrušit stávající staničení. Při přesunech přístroje a vzniku nového staničení je nutné mít v blízkosti přístroje řádně vytvořené referenční body, ke kterým proběhne nové staničení. V případě nutnosti lze laserový dálkoměr zastaničit již ke změřením stromům, ovšem je důležité myslet na to, že při tomto druhu staničení dochází ke značnému zkreslení umístění přístroje v ploše.

Pokud je přístroj řádně zkalibrován a zastaničen (ve vytvořené ploše v novém projektu Field-Mapu je přesně vidět, kde se přístroj nachází), lze přistoupit k samotnému měření a zaznamenávání stromů. K vybranému stromovému jedinci je řádně umístěna geodetická výtyčka s odrazkou. Výtyčka se vždy umisťuje ke středu kmene a je v kolmé poloze vzhledem k zemskému povrchu. V nabídce programu Field-Map je zvolena vrstva *Stromy* a stisknuto tlačítko s názvem „Nové měření“. Pomocí laserového dálkoměru je zacíleno na odrazku a stisknuto tlačítko „FIRE“, pakliže bylo měření úspěšné, ozve se předem nastavený zvukový signál a v programu Field-Map se otevře vyskakovací okno s žádostí o potvrzení zaznamenání nového stromu s jeho ID. U polykormonů bylo jako ID stromu zaznamenáváno vždy první nejnižší zaměřené číslo, pro čísla ostatních kmenů byl vytvořen samostatný sloupec. Pro přehlednost je dobré popisovat samotné stojící stromy přiděleným číslem, aby došlo k urychlení práce, a měření dalších zvolených atributů probíhalo vždy u skupinek stromů.

Po naměření určitého počtu stromů (viz obrázek 9) je přistoupeno k doplňování atributů do atributové tabulky. V terénním počítači v programu Field-Map se po kliknutí na vrstvu *Stromy* objeví tabulka s již dříve nastavenými parametry a vytvořenými políčky. Do těchto políček jsou ručně dopsány naměřené hodnoty.



Obrázek 9: Detail zmapovaných stromů ve Field-Mapu, foto: Michaela Voitová

Po každém skončení měření je vhodné provést zálohování již naměřených dat. Zálohu dat provedeme do předem vytvořené složky na námi zvolené úložiště.

4.3.3 Metodika měření dřevin

Při měření byly zaznamenávány pouze jedinci s větší výčetní tloušťkou než 7 cm. Jednalo-li se o mrtvý strom, byla změřena jeho výška a výčetní tloušťka. Do výpočtu celkových zásob nebyly zahrnuty mrtvé stromy.

Každý zmapovaný jedinec byl pomocí křídly očíslován shodným číslem jako je ID stromu ve Field-Mapu (viz obrázek 10). U každého kmene byl nejprve určen druh. Poté byla změřena v prsní výšce, tj. v 1,3 m, výčetní tloušťka (DBH) pomocí lesnické průměrky. DBH byla zaznamenávána v milimetrech. Pomocí laserového výškoměru byla modelována a zaznamenána výška stromu s přesností na desetiny metru. Byla zaznamenávána výška nasazení první zelené větve. Dále byl posuzován zdravotní stav stromu, zda jsou v něm přítomny dutiny nebo má zaschlou korunu. U každého stromu bylo individuálně posouzeno, zda se jedná o kmen semenného nebo vegetativního původu.



Obrázek 10: Detail očíslovaného stromu, foto: Růžena Vrkočová

U polykormonu byly očíslovány všechny kmene s DBH nad 7 cm. Jako ID polykormonu bylo vždy zaznamenáno číslo kmene, který byl měřen jako první. Jestliže byly v polykormonu kmene s menší DBH než 7 cm, byly zaznamenány jako výmladky. Tyto výmladky nebyly očíslovány, přesto byla zaznamenávána jejich výčetní tloušťka a výška.

4.3.3.1 Zásoba dříví na zkusné ploše

Pro výpočet zásoby stojícího dříví byla použita data, která byla na zkusné ploše zaznamenána pomocí technologie Field-Map a následně vyhodnocena pomocí tabulek ÚLT. Základními faktory pro určení tabulkové hodnoty pro výpočet zásoby stojícího dříví je správné určení durhu dřeviny, změření výčetní tloušťky pomocí lesnické průměrky v prsní výšce (tj. 1,3m nad patou kmene) s přesností na centimetry a vymodelování výšky pomocí laserového výškoměru s přesností na desetiny metru. Porost byl vyprůměrován naplno (u každého kmene splňujícího podmínky uvedené výše byla změřena výčetní tloušťka a vymodelována výška).

Naměřená data byla z programu Field-Map vyexportována do programu Access a následně převedena do programu Excel, kde byly naměřené hodnoty dále zpracovávány.

Pro výpočet celkové zásoby byla nejprve seřazena dle přepočítané výčetní tloušťky na centimetry a to vzestupně. Následně byly dřeviny seřazeny podle určené dřeviny. Pro správné určení hodnot v tabulkách ÚLT pro výpočet zásoby stojícího dříví bylo nutné hodnoty naměřených výčetních tlouštěk převést na centimetry a rozdělit do tloušťkových stupňů. Pro rozřazení hodnot tlouštěk bylo přihlíženo ke středním hodnotám tloušťkových stupňů, intervaly rozdělení tloušťkových stupňů činí 2 cm,

kromě stupně 10. Do tloušťkového stupně 10 byly zahrnuty tloušťky od 7 cm do 11,9 cm, do tloušťkového stupně 12 byly zahrnuty tloušťky od 12 cm do 13,9 cm, atd. Následně byly vypočítány četnosti daných dřevin v tloušťkových stupních.

Následně byly zpracovávány naměřené výšky. Pro správné určení tabulkové hodnoty v ÚLT je nutné provést vyrovnání výšek. Vyrovnání výšek bylo provedeno pomocí bodového grafu, ve kterém byla uvažována závislost na naměřené výšce a výčetní tloušťce. Vzniklý graf byl následně proložen logaritmickou funkcí. Výpočet vyrovnané výšky pro jednotlivé tloušťkové stupně byl proveden za pomoci parametrů, které byly získány z logaritmické funkce, podle následující rovnice:

$$y = a \times \ln(x) + b, \text{ přičemž:}$$

a, b představují parametry logaritmické funkce,

y představuje hodnotu hledané výšky,

x představuje hodnotu výčetní tloušťky (Šmelko, 2007).

Po vypočtení vyrovnané výšky bylo přistoupeno k přiřazení jednotlivých objemových hodnot z ÚLT pro jednotlivé druhy dřevin. Pakliže nebyla v tabulkách nalezena hodnota pro některý druh dřeviny, byly ji přiřazeny hodnoty z tabulky, které nejlépe odpovídaly průběhu růstu dané dřeviny (ÚLT, 1951).

Získané hodnoty zásob stojícího dříví byly následně vynásobeny četností jednotlivých dřevin v tloušťkových stupních. Takto připravené hodnoty pro jednotlivé druhy dřevin byly sečteny. Výsledné hodnoty představují zásobu dříví jednotlivých druhů dřevin. Po sečtení těchto hodnot získáme finální hodnotu zásoby stojícího dříví na experimentální zkušné ploše. Finální hodnota byla přepočítána na hektarovou hodnotu. Obdobný postup pro vypočítání zásob stojícího dříví byl aplikován na plochách vymezených pro fytoecologické snímky.

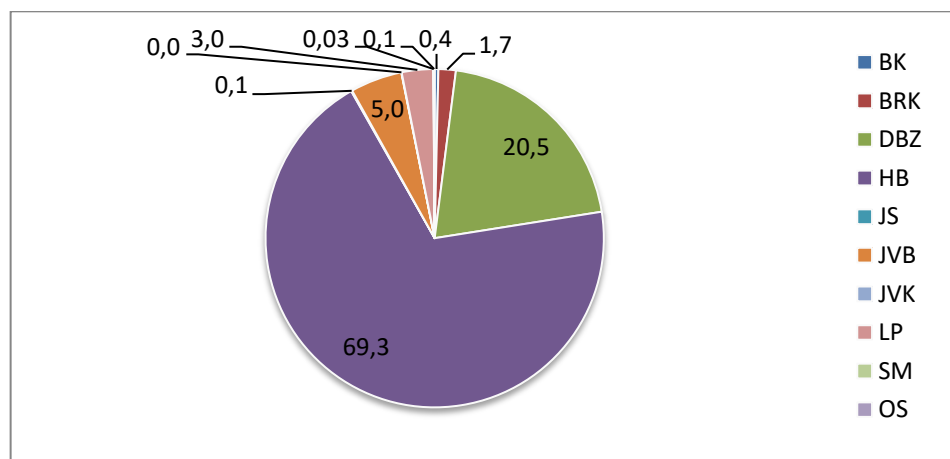
Při následné analýze a vyhodnocování získaných dat bylo tedy možné porovnávat zásoby dříví na celé ploše, jednotlivých dřevin, zásoby dřevin v polykormonech dle druhu dřeviny nebo zásoby na fytoecologických snímcích. Bylo možné hodnotit i počty jednotlivých druhů dřevin na celkové ploše nebo jen na plochách fytoecologických snímků a porovnávat je s vypočtenou hodnotou zásob.

5. Výsledky

Na zkusné ploše o výměře 1,984 ha bylo pomocí technologie Field-Map celkem zmapováno 3129 kmenů stromů s výčetní tloušťkou nad 7 cm. Z celkového počtu zaznamenaných kmenů bylo 2774 živých a 355 mrtvých.

5.1 Druhové složení dřevin

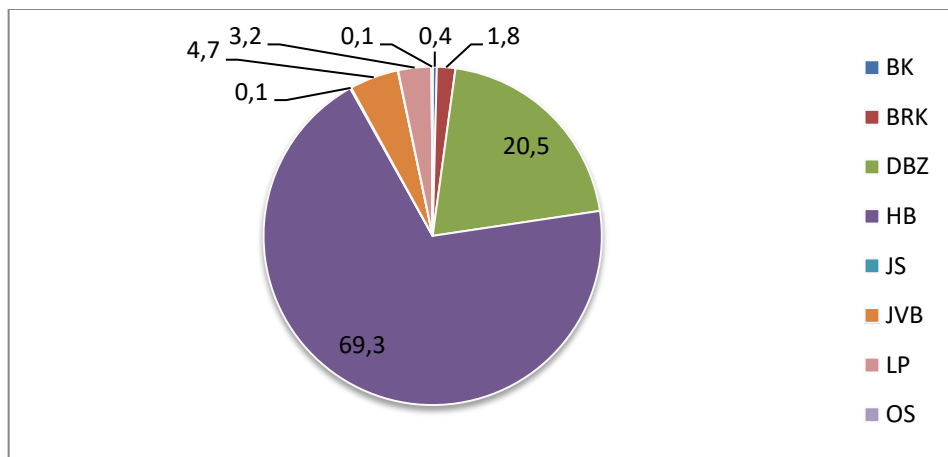
Na zkusné ploše bylo celkem zaznamenáno 10 druhů dřevin (viz obrázek 11), nicméně u smrku ztepilého (*Picea abies*) byl zjištěn pouze jeden neživý jedinec, v celkovém procentuálním složení je zcela zanedbatelný. Obdobně zanedbatelný je i javor klen (*Acer pseudoplatanus*), u něhož byl na ploše zjištěn pouze jeden živý jedinec.



Obrázek 11: Graf znázorňující procentuální druhové složení všech zmapovaných dřevin na zkusné ploše, bez ohledu na to, zda je dřevina mrtvá či živá

Na ploše je nejvíce procentuálně zastoupený habr obecný (*Carpinus betulus*) a to přibližně 69,3%. Druhého nejvyššího procentuálního zastoupení dosáhl dub zimní (*Quercus petraea*) a to přibližně 20,5%, což je zhruba pětina celkového počtu kmenů na ploše. Společně s habrem obecným tvoří základní dvě etáže středního lesa. Podle procentuálního zastoupení ostatních druhů dřevin, lze tyto dřeviny považovat za přimíšené nebo vtroušené. Třetím nejčastějším mapovaným druhem na ploše byl javor babyka (*Acer campestre*), jeho procentuální zastoupení činí přibližně 5%. Lípa srdčitá (*Tilia cordata*) je na ploše zastoupena přibližně 3%. Přibližně 1,7% je na ploše zastoupen jeřáb břek (*Sorbus torminalis*). Osika obecná (*Populus tremulea*) a jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) jsou na ploše zastoupeni pouze 0.1%.

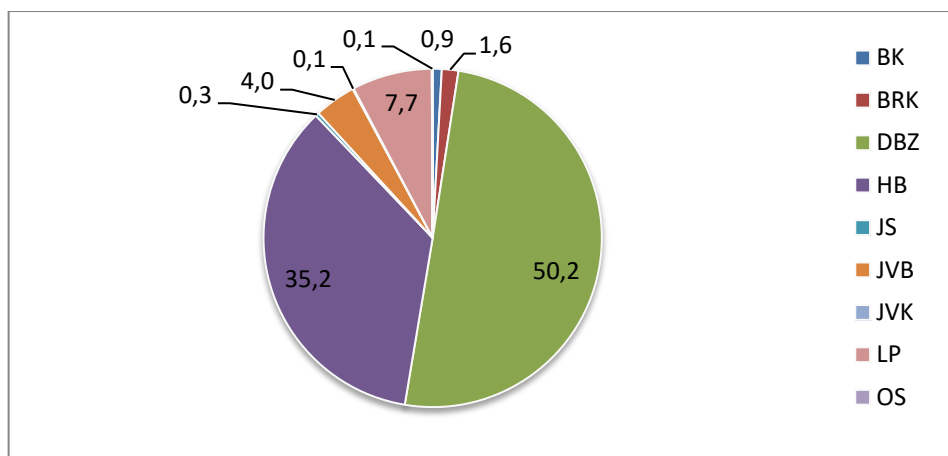
Pro porovnání byl vytvořen i graf (viz obrázek 12) znázorňující druhové složení v procentech pouze živých stromů. Výsledky se výrazně neliší od grafu znázorňujícího procentuální druhové složení bez ohledu na to, zda je strom živý či nikoli.



Obrázek 12: Graf znázorňující procentuální druhové složení všech živých stromů na zkusné ploše

5.2 Celková zásoba stojící dříví

Na zkusné ploše byla dále zjišťována celková zásoba porostu (viz obrázek 13) podle objemových tabulek ÚLT (ÚLT, 1951). Do zásoby byly započítávány pouze živé kmeny stromů, s výčetní tloušťkou nad 7 cm. Do celkové zásoby tedy nebyl započítán mrtvý exemplář smrku ztepilého (*Picea abies*). Celková zásoba činí na zkusné ploše o výměře 1,982 ha asi 541,84 m³. Zásoba na 1 hektar je stanovena na 273,38 m³.



Obrázek 13: Graf znázorňující zásobu porostu na zkusné ploše vyjádřený v procentech

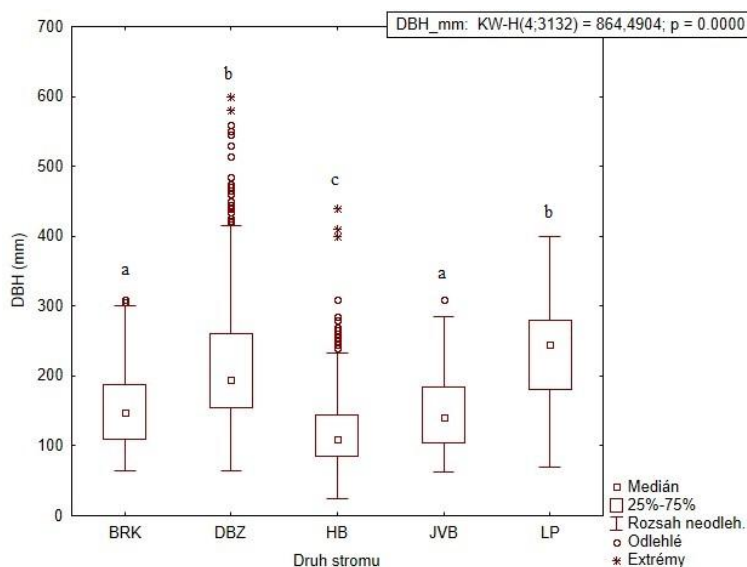
Nejvyšší procentuální zásoby vzhledem k ploše dosáhl dub zimní (*Quercus petraea*) a to 50,2 %, což je asi 271,96 m³ z celkového objemu. Habr obecný (*Carpinus betulus*)

tvoří přibližně jen 35,2% z celkové zásoby. Třetí nejvyšší zásoba byla zjištěna u lípy srdčité (*Tilia cordata*). 4% z celkové zásoby porostu byla zjištěna u javoru babyky (*Acer campestre*). Jeřáb břek (*Sorbus torminalis*) představuje 1,6% z celkové zásoby porostu. Zbylé dřeviny tvoří pouze zanedbatelné procento z celkové zásoby měřeného porostu.

5.3 Stromy na celé ploše

Pro další statistické analýzy byly z celkových zaznamenaných stromů na zkusné ploše vybrány pouze živé kmeny dřevin, které jsou na zkusné ploše zastoupeny více než 1%. Tyto dřeviny jsou zajímavé ke statistické analýze. Stanovené podmínky splňuje habr obecný (*Carpinus betulus*), dub zimní (*Quercus petraea*), lípa srdčítá (*Tilia cordata*), javor babyka (*Acer campestre*) a jeřáb břek (*Sorbus torminalis*).

Pro vzájemné porovnání byly vybrány tři spojité veličiny s velkým množstvím číselných hodnot. Vybranými veličinami jsou: DBH, výška stromu a výška nasazení první větve.

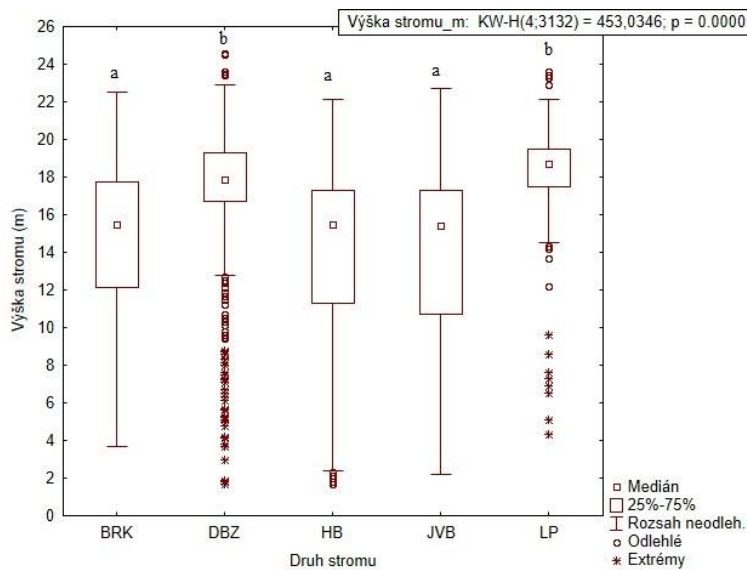


Obrázek 14: Graf znázorňující závislost DBH na druhu dřeviny

Graf uvedený výše (viz obrázek 14) znázorňuje závislost výčetní tloušťky na druhu dřeviny. Před samotným vytvořením grafu byl nejprve udělán histogram rozložení výčetních tloušťek na zkusné ploše. Bylo zjištěno, že se jedná o nenormální rozložení četností, proto byl použit Kruskal-Wallisův test pro zjištění signifikantnosti. Výsledná

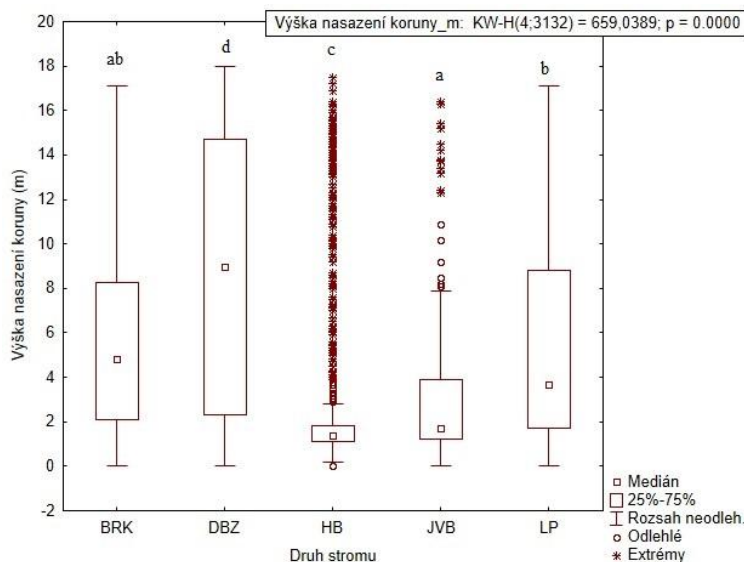
hodnota $p=0,000$, uvedená v grafu, splňuje podmínku hladiny hodnoty $p<0,05$. Použitá data jsou signifikantní.

Z grafu je patrné, že jednotlivé druhy dřevin mají odlišné DBH. Podobný rozsah hodnot výčetní tloušťky vykazuje jeřáb břek (*Sorbus torminalis*) a javor babyka (*Acer campestre*). Habr obecný (*Carpinus betulus*) nevykazuje podobnost ve velikosti výčetní tloušťky s žádným druhem analyzované dřeviny. Lípa srdčitá (*Tilia cordata*) má podobný rozsah DBH jako dub zimní (*Quercus petraea*), který navíc vykazuje největší extrém v rozsahu výčetní tloušťky



Obrázek 15: Graf znázorňující závislost výšky na druhu dřeviny

Graf uvedený výše (viz obrázek 15) znázorňuje závislost výšek jednotlivých zmapovaných kmenů a druhů dřevin. Bylo zjištěno, že se jedná o nenormální rozložení četností, proto byl použit Kruskal-Wallisův test pro zjištění signifikantnosti. Výsledná hodnota $p=0,000$, uvedená v grafu, splňuje podmínku hladiny hodnoty $p<0,05$. Použitá data jsou signifikantní. U dubu zimního (*Quercus petraea*) je zaznamenána největší hodnota výšky, ale i extrém v nejnižších zaznamenaných výškách. Podobné rozložení výšek jako dub zimní má lípa srdčitá (*Tilia cordata*), u které jsou zaznamenány také extrémní poměrně nízkých hodnot výšek. Podobně rozložené výšky má jeřáb břek (*Sorbus torminalis*), javor babyka (*Acer campestre*) a habr obecný (*Carpinus betulus*). U habru jsou také zaznamenány odlehlé hodnoty podobě jedinců s nízkou výškou.



Obrázek 16: Graf znázorňující závislost výšky nasazení koruny na druhu dřeviny

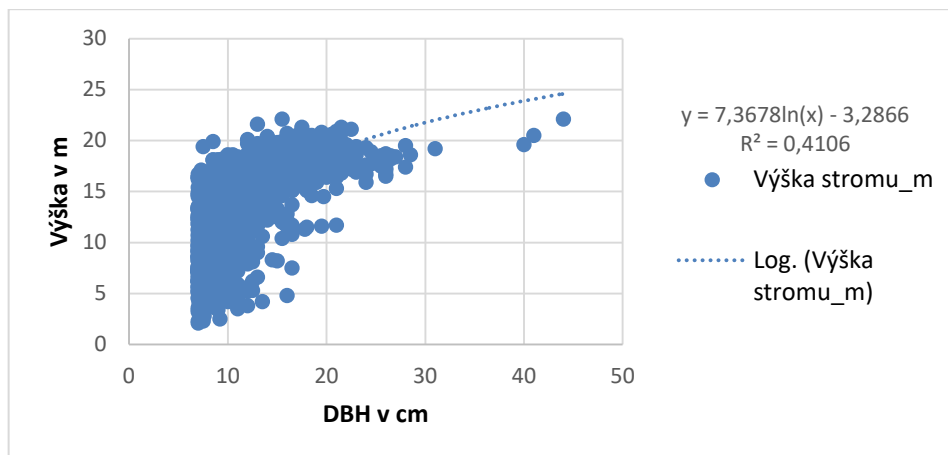
Graf uvedený výše (viz obrázek 16) znázorňuje závislost výšky nasazení koruny na druhu dřeviny. Bylo zjištěno, že se jedná o nenormální rozložení četností, proto byl použit Kruskal-Wallisův test pro zjištění signifikantnosti. Výsledná hodnota $p=0,000$, uvedená v grafu, splňuje podmínku hladiny hodnoty $p<0,05$. Použitá data jsou signifikantní. Z grafu je patrné, že jednotlivé dřeviny se v nasazení koruny velmi lišily. Určitou podobnost vykazují jeřáb břek (*Sorbus torminalis*), lípa srdčitá (*Tilia cordata*) a javor babyka (*Acer campestre*). Javor babyka ovšem z uvedené trojice vykazuje největší extrémy ve výšce nasazení koruny. Habr obecný (*Carpinus betulus*) má korunu nasazenou nejnižší ze všech porovnávaných dřevin. Habr obecný ovšem vykazuje i velké extrémy v horní výšce nasazení koruny. U dubu zimního (*Quercus petraea*) je patrné, že má nejvýše nasazené koruny.

5.4 Zmapovaný habr obecný (*Carpinus betulus*) na celé zkušné ploše

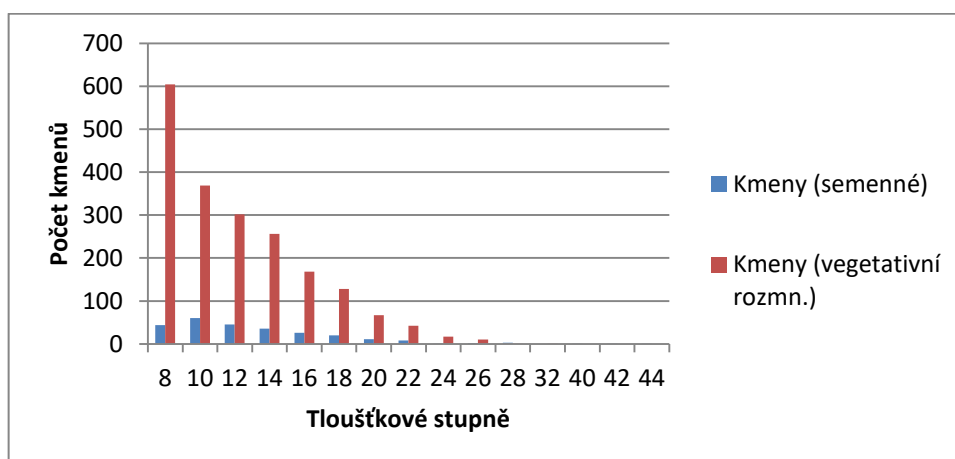
Na zkušné ploše bylo zaznamenáno celkem 2168 kmenů habru obecného (*Carpinus betulus*) s výčetní tloušťkou nad 7 cm. Z tohoto počtu je 1921 kmenů živých a 247 kmenů mrtvých. Pro další výpočty bylo uvažováno pouze se živými kmeny.

Z celkového počtu 1921 živých kmenů roste 255 samostatně. Z toho vyplývá, že jsou s největší pravděpodobností semenného původu. Zbylých 1666 kmenů roste v 557 polykormonech. Průměrně se tedy v jednom polykormonu nachází přibližně 3 kmenové výmladky. Celková zásoba habru byla stanovena pomocí objemových tabulek ÚLT

(ÚLT,1951) na 190,83 m³. Následně byl sestaven výškový grafikon (viz obrázek 17), s jehož pomocí byly vypočteny vyrovnané výšky.

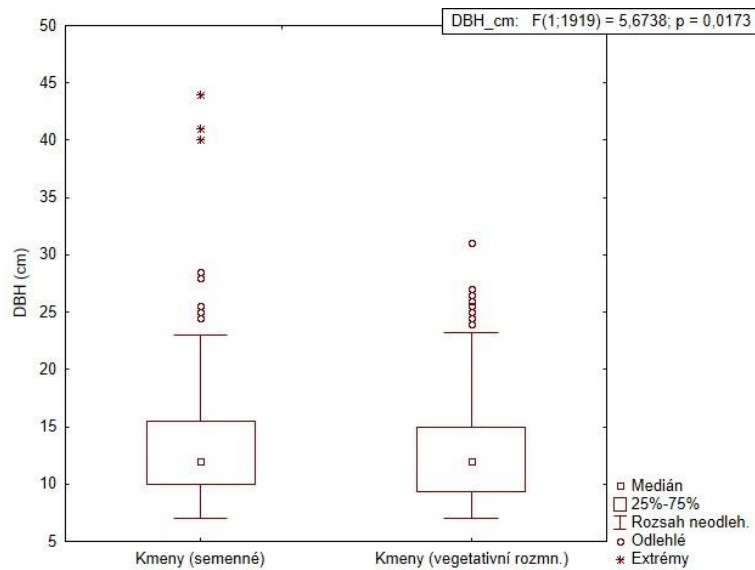


Obrázek 17: Graf znázorňující výškovou strukturu habru v závislosti na DBH



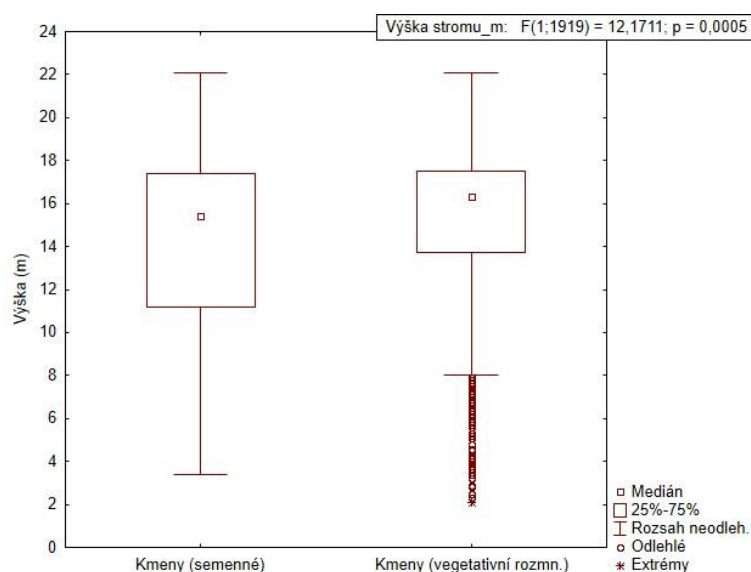
Obrázek 18: Graf znázorňující tloušťkovou strukturu habru obecného s rozdělením na kmeny z generativního a vegetativního rozmnožování

Z grafu (viz obrázek 18) znázorňujícího tloušťkovou strukturu habru obecného (*Carpinus betulus*) je patrné, že na ploše se vyskytuje značně méně kmenů habru obecného původem z generativního rozmnožování. U kmenů vzniklých vegetativním způsobem rozmnožování s rostoucí tloušťkou klesá počet kmenů. U kmenů vzniklých ze semene s rostoucí tloušťkou klesá počet kmenů, s výjimkou u prvních dvou tloušťkových stupňů. Kmeny ze semene také dosahují větších výčetních tlouštěk.



Obrázek 19: Graf znázorňující porovnání výčetních tloušťek HB samostatně stojících stromů a polykormonů

Při porovnání naměřených výčetních tloušťek kmenů habru (viz obrázek 19), které vznikly buď semenným, nebo vegetativním způsobem rozmnožování, nelze potvrdit, že stromy vzniklé generativním způsobem rozmnožování dosahují na ploše větších výčetních tloušťek. Výsledek může být ovlivněn lišícím se počtem kmenů habru vzniklých semenným způsobem rozmnožování a kmenů z vegetativního způsobu rozmnožování naměřených na zkusné ploše. U samostatně stojících kmenů z generativního způsobu rozmnožování dochází k větším extrémům než u kmenů v polykormonech.



Obrázek 20: Graf porovnávající výšku HB u samostatně stojících stromů a polykormonů

Z porovnání výšek kmenů z generativního a vegetativního způsobu rozmnožování (viz obrázek 20) nelze vyvodit, že kmeny generativního původu rostoucí na zkusné ploše dosahují vyšší výšky než kmeny vegetativního původu. U kmenů vegetativního původu však dochází k častějším výskytům kmenů, které jsou výrazně menší než ostatní kmeny.

5.5 Mapování dřevin na 30 plochách fytoecologických snímků

Výzkumná plocha je rozdělena do 6 pásů, v jednotlivých pásích je vždy umístěno 5 ploch fytoecologických snímků, jejichž poloměr činí 8,5 m. Po výzkumné ploše je tedy rozmístěno 30 fytoecologických snímků. Další 10 je systematicky rozvrženo kolem výzkumné plochy tak, aby bylo zkoumané území co nejlépe vystiženo. Výměra fytoecologických snímků uvnitř plochy tedy dohromady činí 510 m². Zbývajících 10 fytoecologických snímků má výměru 170 m². Ve fytoecologických snímcích se nacházejí pouze zástupci habru obecného (*Carpinus betulus*) a dubu zimního (*Quercus petraea*). Důležité hodnoty jsou znázorněny v Tabulce 1. Tyto hodnoty jsou spočítány pro 30 ploch, určených k fytoecologickému snímkování a nacházejících se uvnitř zkusné plochy. Pro výpočet zásoby stojícího dříví byly použity objemové tabulky ÚLT (ÚLT, 1951).

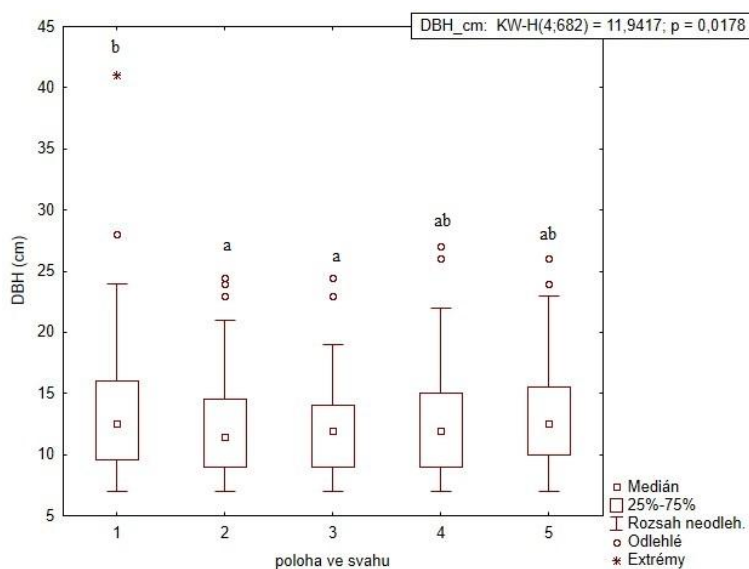
Tabulka 1: Tabulka znázorňující základní hodnoty zjištěné a vypočtené pro habr obecný a dub zimní zmapovaných na 30 fytoecologických snímcích

	Habr obecný	Dub zimní	Celkem
Zásoba (m³)	67,87	96,3	164,17
Zásoba v polykormonech (m³)	54,98	29,05	84,03
Počet (ks)	694	194	888
Počet polykormonů (ks)	211	52	263
Počet kmenů v polykormonech (ks)	578	107	685
Průměrná DBH (cm)	12,76	24,86	
Průměrná DBH kmenů v polykormonech (cm)	12,1	7,84	
Průměrná výška (m)	14,92	17,84	
Průměrná výška polykormonů (m)	14,44	7,15	

Na 30 plochách fytoologických snímků bylo zaznamenáno 694 kmenů habru a 194 kmenů dubu. Celkově se na 30 fytoecnologických snímcích nachází 888 kusů kmenů. Z 694 kmenů habru je 211 polykormonů, v těchto polykormonech je 578 kmenů. Obdobně jako na celkové ploše jsou v 1 polykormony přibližně 3 kmeny. Ze 194 kmenů dubu 52 polykormonů, v těchto polykormonech je 107 kmenů. V 1 dubovém polykormonu rostou přibližně 2 kmeny. Dohromady se na 30 fytoologických snímcích nachází 263 polykormonů, v polykormonech roste dohromady 685 kmenů. Průměrná výčetní tloušťka habru na 30 fytoecnologických snímcích je 12,76cm, DBH kmenů habru v polykormonech je 12,1 cm. Průměrná DBH kmenů dubu je 24,86 cm, ale průměrná DBH kmenů dubu v polykormonech činí pouze 7,84 cm. Průměrná výška kmenů habru na 30 fytoecnologických snímcích je 14,92 m, výška kmenů habru v polykormonech je 14,44 m. Průměrná výška kmenů dubu je 17,84 m, ale průměrná výška kmenů dubu v polykormonech je pouze 7,15 m.

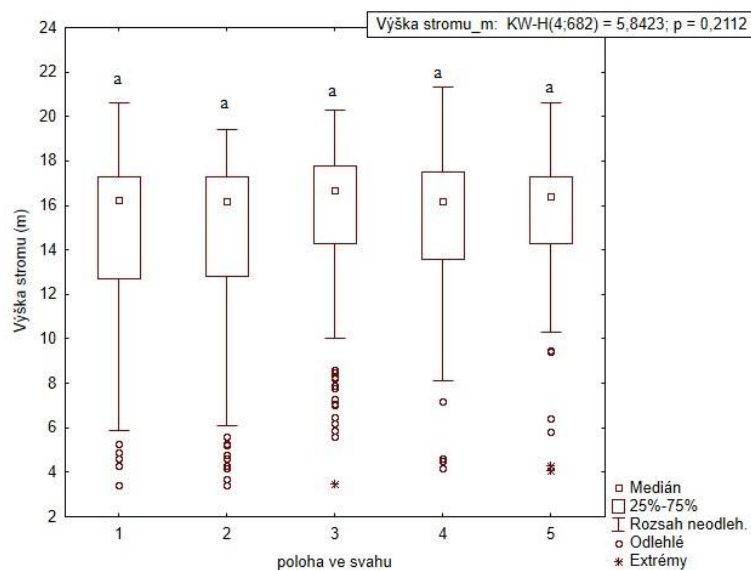
5.4.1 Habr obecný zmapovaný na 30 fytoecnologických snímcích

Dále byly porovnávány hodnoty naměřených DBH a výšek kmenů stromů habru obecného naměřených ve 30 fytoecnologických snímcích s polohou ve svahu. Poloha ve svahu nabývá hodnot 1-5. Hodnota 1 značí nejnižše položený pás na zkusné ploše, hodnota 5 značí nejvýše položený pás na zkusné ploše.



Obrázek 21: Graf znázorňující závislost naměřené DBH a polohu ve svahu u habru obecného

Graf uvedený výše (viz obrázek 21) znázorňuje závislost naměřené hodnoty výčetní tloušťky a polohy umístění kmenů habru ve svahu. Pomocí testování bylo zjištěno, že hodnoty jsou nenormálně rozložené, proto byl při tvorbě krabicového grafu použit Kruskal-Wallisův test pro zjištění hladiny statistické významnosti. Z testu vyplývá předpoklad, že se jedná o signifikantní data ($p=0,0178$). Nejnižší ve svahu se vykytují 2 jedinci habru obecného semenného původu s poměrně vysokou naměřenou DBH.

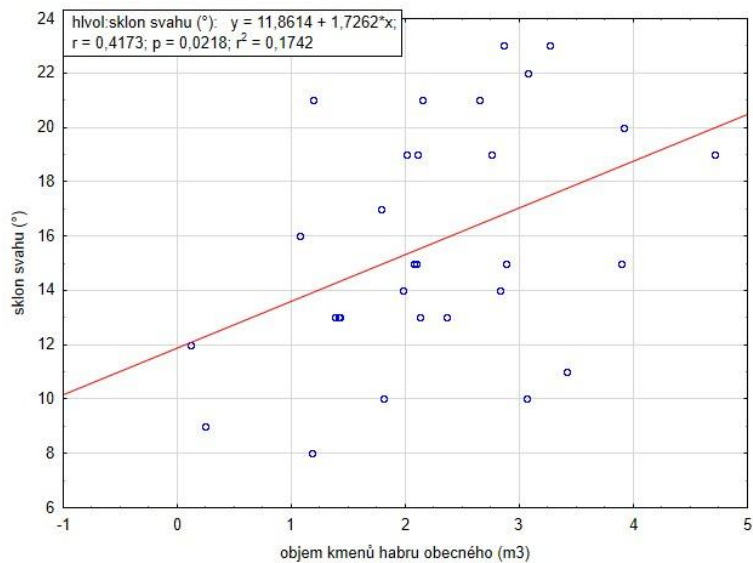


Obrázek 22: Graf znázorňující závislost vymodelované výšky a polohy kmenů ve svahu u habru obecného

Graf uvedený výše (viz obrázek 22) znázorňuje závislost naměřené výšky kmenů habru obecného s polohou umístění ve svahu. Pomocí testů bylo zjištěno, že se jedná o nenormální rozložení. Při tvorbě grafu byl tedy použit Kruskal-Wallisův test pro zjištění signifikantnosti. Z provedeného testu bylo zjištěno, že se hladina $p=0,2112$ a nesplňuje podmínku, že $p<0,05$. Rozložení výšek kmenů není závislé na poloze kmenů ve svahu.

5.4.1.1 Sklon ve svahu a habr obecný

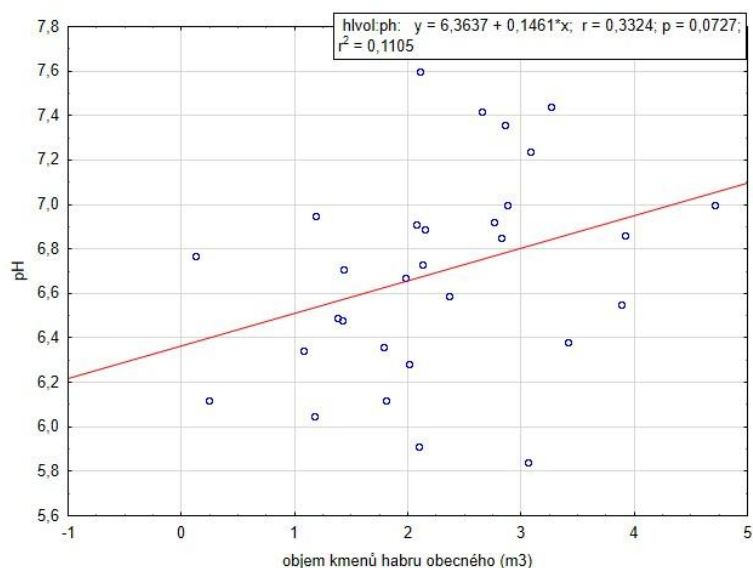
Hodnoty sklonu ve svahu se napříč 30 ploch fytoecologických snímků pohybují v rozmezí od 8° do 23° (Mejstřík, 2018) a vykazují pozitivní korelaci s objemem kmenů habru obecného vyskytujícího se na těchto 30 plochách (viz obrázek 23). Testováním bylo zjištěno, že $p=0,0218$ a splňuje podmínku $p<0,05$. Kmeny habru obecného rostoucí na vyšším svahovém sklonu mají větší objem.



Obrázek 23: Graf znázorňující závislost sklonu svahu na objemu habru obecného

5.4.1.2 Habr obecný a pH

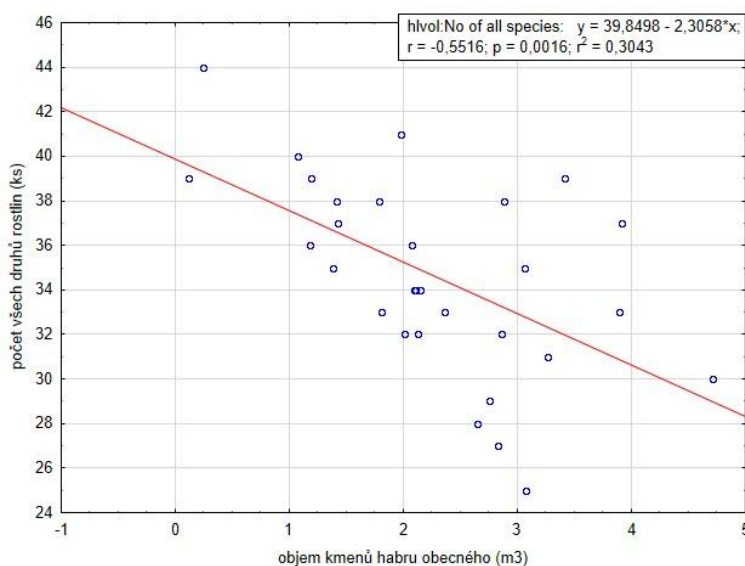
Naměřené hodnoty pH na 30 plochách fytoecologických snímků se pohybují v rozmezí od 5,84 do 7,6 (Mejstřík, 2018), to znamená od mírně kyselých po mírně zásadité (Moravec, a kolektiv, 1994). Hodnoty pH vykazují s objemem kmenů habru obecného pozitivní korelaci, nicméně tyto hodnoty jsou vzájemně nesifgnikantní (viz obrázek 24).



Obrázek 24: Graf znázorňující závislost pH na objem kmenů habru obecného

5.4.1.3 Počet všech druhů rostlin a habr obecný

Počet všech druhů rostlin zaznamenaných na 30 plochách fytoecologických snímků se pohybuje od 25 kusů do 44 kusů (Mejstřík, 2018) a vykazuje negativní korelaci s objemem kmenů habru obecného vyskytujících se na 30 plochách fytoecologických snímků. Ve vztahu k objemu kmenů habru obecného se projevil pozitivní trend, kmeny s nižším objemem jsou významněji s počtem výskytu druhů všech rostlin než kmeny s vyšším objemem (viz obrázek 25).



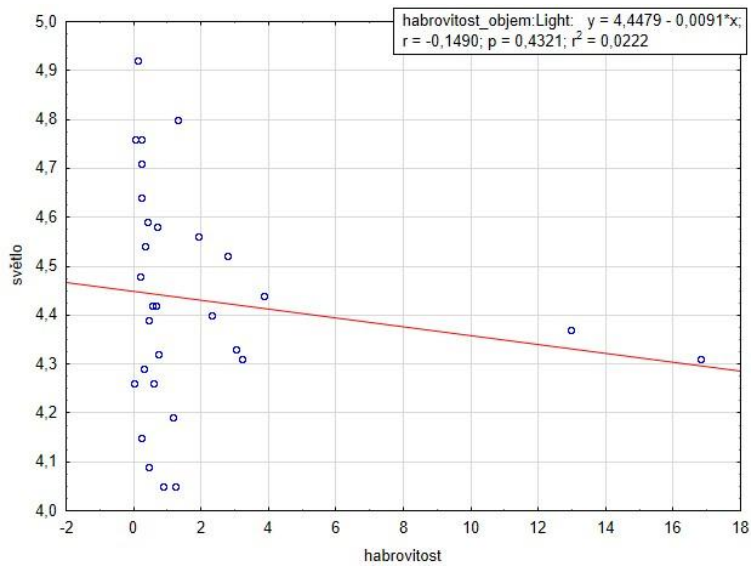
Obrázek 25: Graf znázorňující závislost počtu všech druhů rostlin na objem kmenů habru obecného

5.4.2 Poměr vypočítané zásoby habru obecného a dubu zimního

Pro potřeby bakalářské práce byla zavedena veličina „habrovitost“. Jedná se o poměr stanoveného objemu stojícího dříví mezi habrem obecným a dubem zimním.

5.4.2.1 Světlo a habrovitost

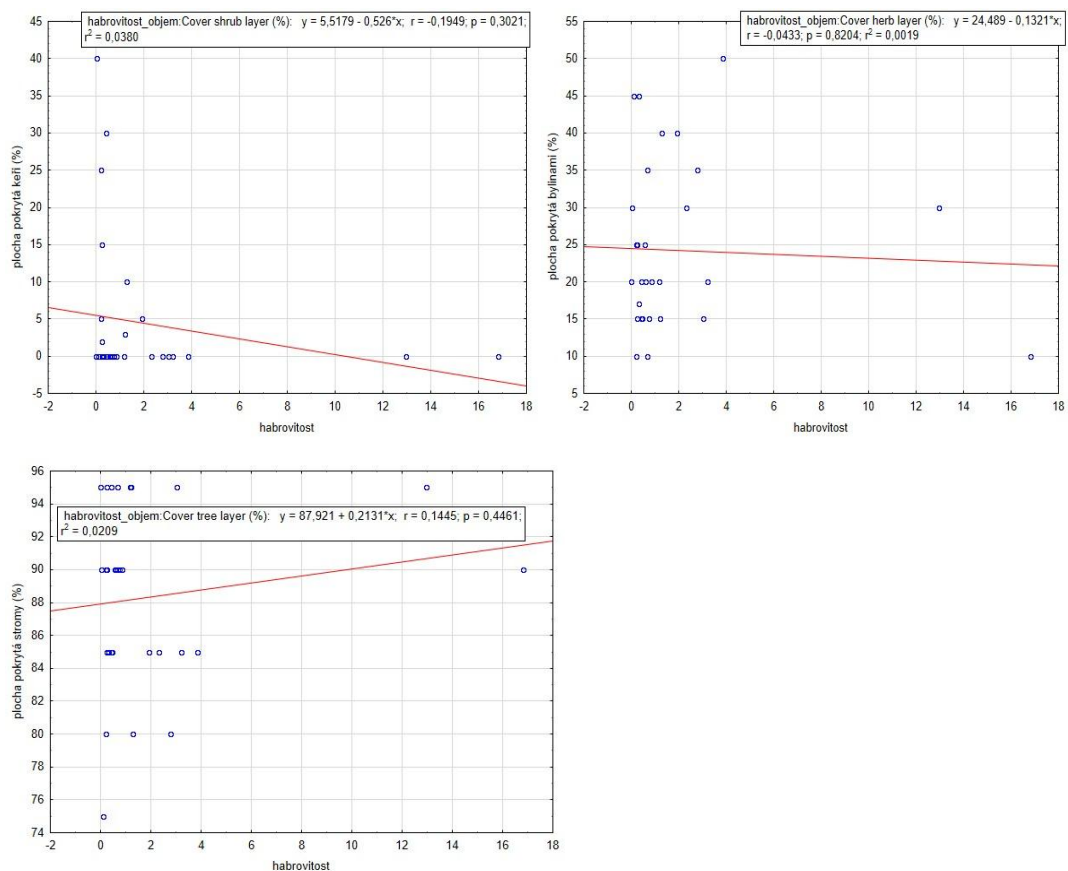
Světlo nabývá Ellenbergerovských hodnot od 4,05 do 4,92 (Mejstřík, 2018), na 30 plochách fytoecologických snímků se tedy vyskytují druhy sciofytů až hemisciofytů. Světlo negativně koreluje s poměrem objemu kmenů habru obecného a dubu zimního, nicméně se jedná o veličiny, které jsou nesignifikantní (viz obrázek 26).



Obrázek 26: Graf znázorňující závislost světla a poměru objemu habru obecného

5.4.2.2 Pokrytí ploch keři, bylinami, stromy a habrovitost

Dále byla zkoumána závislost pokryvnosti ploch keři, bylinami, stromy a habrovitosti (viz obrázek 27).

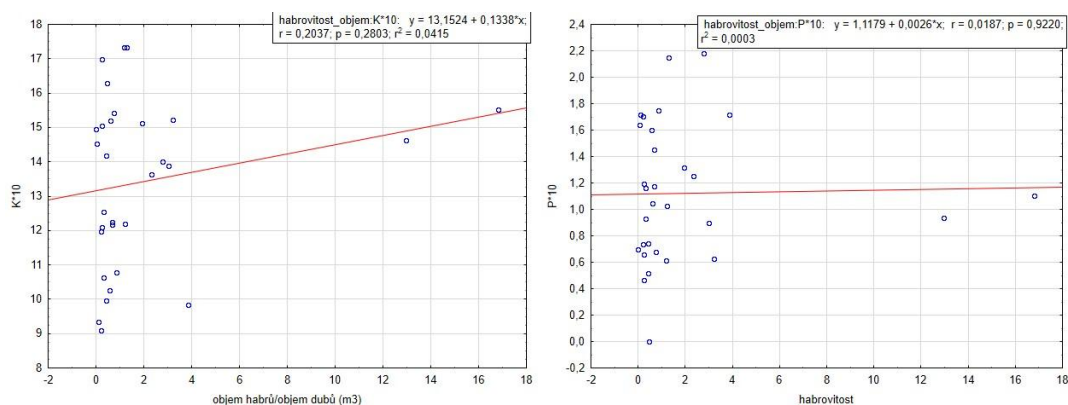


Obrázek 27: Zobrazení skupiny tří grafů, které znázorňují závislost pokryvnosti 30 ploch fytoecologických snímků keři, bylinami a stromy na habrovitost

Grafy výše znázorňují závislost pokryvnosti 30 ploch fytoecnologických snímků keři, bylinami a stromy v procentech na habrovitost. Pokryvnost keři, která se pohybuje od 0% do 40% (Mejstřík, 2018), pozitivně koreluje s poměrem objemu habru a dubu zimního, ale tyto dvě hodnoty jsou nesignifikantní. Pokryvnost bylinami, jejíž hodnoty se pohybují v rozmezí od 10% do 50%, a pokryvnost stromů, jejíž hodnoty nabývají 75% až 95% (Mejstřík, 2018), koreluje s poměrem objemu habru a dubu negativně, ale jedná se také o nesignifikantní hodnoty.

5.4.2.3 Vybrané půdní živiny a habrovitost

Pro další analýzu byly vybrány dva prvky, a to draslík (K) a fosfor (P). Naměřené hodnoty draslíku se na 30 fytoecnologických snímcích pohybují od 9,08 do 17,34 g/kg sušiny. Hodnoty fosforu na 30 plochách fytoecnologického snímkování se pohybují od 0,00 do 2,18 g/kg sušiny (Mejstřík, 2018).



Obrázek 28: Skupina grafů znázorňující obsah draslíku a fosforu v půdě na habrovitost

Grafy uvedené výše (viz obrázek 28) znázorňují závislost obsahu draslíku a fosforu v půdě na poměr objemu habru a dubu. Oba obsahy živin pozitivně korelují s poměrem objemu habru a dubu, nicméně jsou obsahy draslíku a fosforu s poměrem objemu habru a dubu nesignifikantní.

6. DISKUSE

6.1 Celá zkusná plocha

Pro sběr prostorových a tabelárních dat na vytyčené zkusné ploše na lokalitě Za Lípou v Českém krasu byla použita technologie Field-Map. Tato technologie byla již dříve použita pro účely diplomové práce *Struktura lesní vegetace na vrchu Voskop v Českém krasu* (Jelenecká, 2015). Vrch Voskop a lokalita Za Lípou jsou od sebe vzdáleny přibližně 5 km a leží na stejném vápencovém minerálním podkladu. Lokality se liší geografickou orientací.

Na vytyčené zkusné ploše Za Lípou o výměře 1,982 ha bylo celkově zmapováno 3129 kmenů různých druhů dřevin s výčetní tloušťkou nad 7 cm. Z celkového počtu zaznamenaných kmenů je 2774 živých a 355 mrtvých. Zkusná plocha na vrchu Voskop o výměře 1,88 ha bylo zaznamenáno 3286 ks kmenů stromů s výčetní tloušťkou nad 7 cm, z tohoto počtu bylo 2670 živých kmenů (Jelenceká, 2015). Na obou zkusných plochách se tedy nachází přibližně stejné množství stromů.

Na zkusné ploše Za Lípou bylo zaznamenáno 10 druhů dřevin, nicméně smrk ztepilý (*Picea abies*) byl zastoupen pouze 1 mrtvým jedincem a javor klen (*Acer pseudoplatanus*) byl zastoupen pouze 1 živým jedincem. Oba zmíněné druhy nebyly dále započítávány. Procentuálně nejvíce byl zastoupen habr obecný (*Carpinus betulus*), a to 69 %, což může být způsobeno vysokým podílem habrových polykormonů. Ve srovnání s lokalitou na vrchu Voskop je to asi o 19 % více (Jelenceká, 2015). Naopak zastoupení dubu zimního (*Quercus petraea*) na lokalitě Za Lípou činí 20,5 %, což je přibližně o 16,5 % méně než na lokalitě vrchu Voskop (Jelenceká, 2015). Tyto dvě dřeviny tvoří základní dvě etáže středního lesa (Kadavý et al, 2011). Zbylé dřeviny jsou přimíšené nebo vtroušené.

Dále bylo porovnáno zastoupení všech (mrtvých i živých) druhů dřevin se zastoupením všech živých druhů dřevin. Nepatrná odlišnost mezi všemi druhy dřevin (mrtvými i živými) a pouze živými druhy dřevin je způsobená tím, že počet mrtvých stromů činí přibližně 11,3% z celkového počtu stromů. Počet mrtvých jedinců habru i dubu zimního z celkových zmapovaných jedinců činí asi 11,4%.

Celková zásoba stojícího dříví na zkusné ploše Za Lípou o výměře 1,984 ha dosahuje asi 541,84 m³. Zásoba na 1 hektar je stanovena na 273,38 m³. Podle Zelené zprávy vypracované pro rok 2017 činí průměrná zásoba lesních porostů na plochu o výměře 1 ha asi 269 m³ (MZe, 2018). Zásoba stojícího dříví na zkusné ploše Za Lípou je tedy

lehce nadprůměrná. To může být způsobeno relativně velkým počtem dubových výstavků na celé ploše. Zásoba habru obecného (*Carpinus betulus*) na celé zkusné ploše činí asi 35, 2 % z celkové zásoby, zásoba dubu zimního (*Quercus petraea*) činí asi 50,2 % z celkové zásoby.

Z dat uvedených výše plyne, že i když je habr obecný výrazně nejzastoupenější dřevinou na zkusné ploše, jeho zásoba je přibližně poloviční. Naopak u dubu zimního bylo zaznamenáno zastoupení asi 20,5% z celkového počtu jedinců, ale jeho zásoba z celkové zásoby činí 50,2 %. Vyšší zásoba dubu zimního může být dána výstavky, které jsou na lokalitě Za Lípou staré 106 až 196 let (Müllerová et al, 2016). Zajímavostí je lípa srdčitá, která je na ploše zastoupena pouze 3,2%, ale její zásoba z celkové zásoby činí přibližně 7,7%. To je způsobené tím, že lípy na zkusné ploše Za Lípou dosahují vysokých výšek (až 23,6 m) a velkých výčetních tloušťek (až 40 cm).

Na zkusné ploše na vrchu Voskop je zásoba stojícího dříví stanovena na 136 m³ na 1 ha (Jelenecká, 2015). Vysoký rozdíl může být způsoben rozdílnou geografickou orientací obou zkusných ploch. Další možný faktor ovlivňující celkově vyšší zásobu stojícího dříví na lokalitě Za Lípou je přítomnost dubových výstavků, jejichž stáří je stanoveno na 106 až 196 let (Müllerová et al, 2016).

Dále bylo na celé zkusné ploše porovnáno 5 vybraných dřevin, a to lípa srdčitá (*Tilia cordata*), habr obecný (*Carpinus betulus*), dub zimní (*Quercus petraea*), javor babyka (*Acer campestre*) a jeřáb břek (*Sorbus torminalis*). Z výsledků vyplývá, že nejvyšší výčetní tloušťky a výšky dosahuje lípa srdčitá. I když je na zkusné ploše Za Lípou procentuálně zastoupena pouze 3,3 % její vymodelované výšky a naměřené DBH dosahují nejvyšších hodnot. Naopak nejnižších výšek a výčetních tloušťek dosahuje habr obecný, což je způsobeno množstvím habrových polykormonů, které zpravidla dosahují nižších výšek i výčetních tloušťek. V porovnání s ostatními dřevinami má nejvýše nasazenou první větev koruny dub zimní, to může být způsobeno počtem výstavků v celkovém množství dubu, které dosahují velkého vzrůstu a tím pádem i vysokého nasazení koruny.

6.2 Habr obecný na celé zkusné ploše

Na zkusné ploše Za Lípou bylo celkově zmapováno 2 168 kmenů habru obecného, z tohoto počtu kmenů bylo 1 921 živých a 247 mrtvých. Z 1921 živých stromů bylo 557 v polykormonech (respektive 1 666 kmenů vegetativního původu) a 255 kmenů semenného původu. Na zkusné ploše na vrchu Voskop bylo zmapováno 1 648 kmenů

habru obecného, 1 206 živých a 442 mrtvých. Z 1 206 živých kmenů je 877 v polykormonech a 329 samostatných (Jelenecká, 2015). Rozdíl je daný celkovým odlišným zastoupením druhů dřevin na obou zkusných plochách.

Bylo zjišťováno, zda se samostatně stojící kmeny liší výčetní tloušťkou a výškou od kmenů v polykormonech. Na vrchu Voskop dosahují výrazně vyšších výšek i výrazně větších výčetních tlouštěk samostatně stojící habry od habrů v polykormonech (Šálek et al, 2014). Na rozdíl od lokality na vrchu Voskop nebyl na lokalitě Za Lípou zjištěn výrazný rozdíl mezi výčetní tloušťkou a výškou samostatně stojících habrů a habrů v polykormonech. Nevýrazný rozdíl mezi samostatně stojícími habry a habry v polykormonech může být daný faktem, že na zkusné ploše Za Lípou je výrazně méně samostatně stojících habrů než habrů v polykormonech. Celkové zastoupení samostatně stojících habrů je pouze 13,3 %.

6.3 Habr obecný na 30 fytoecnologických snímcích

Bylo také zjišťováno, zda má poloha umístění ve svahu vliv na výčetní tloušťku a výšku habru obecného. Tato analýza proběhla s daty naměřených na 30 plochách fytoecnologických snímků s porovnáním s daty získanými z diplomové práce *Lesní vegetace lokality Za Lípou v chráněné krajinné oblasti Český kras* (Mejstřík, 2018).

Byla stanovena hypotéza, že poloha ve svahu bude mít vliv na výšku a velikost výčetní tloušťky u habru obecného. Z výsledků vyplývá, že habry napříč celým svahem dosahují srovnatelných výšek i výčetních tlouštěk. Nicméně v dolní úrovni svahu byly zmapovány dva samostatně stojící kmeny habru semenného původu, které dosahují nadprůměrných výšek i výčetních tlouštěk.

Dále bylo zjištěno, že objem habru na 30 plochách fytoecnologických snímků má vliv na počet vyskytujících se druhů. Je to dáno tím, že habr u sebe mívá hojnost bylin (Kremer, 1995). Vyšší počet všech druhů rostlin se vyskytuje zejména tam, kde je objem kmenů habrů nižší. To může být dáno větší volnou plochou, kterou habr svým objemem nezaujímá.

7. ZÁVĚR

Práce se zabývala charakteristikou struktury dřevinné vegetace na lokalitě Za Lípou v Národní přírodní rezervaci Koda v Českém krasu. Cílem práce bylo zmapovat dřeviny, zaznamenat u nich nejrůznější dendrometrické charakteristiky a určit zásobu stojícího dříví. Získané údaje budou dále sloužit jako podklad pro dlouhodobý experimentální výzkum, jenž byl na této lokalitě v minulosti založen.

V předjaří a na podzim roku 2018 proběhlo na předem vytyčené zkusné ploše mapování dřevin pomocí technologie Field-Map. Stejně mapování bylo dříve provedeno na lokalitě vrchu Voskop (Jelenecká, 2015), na které probíhá obdobný experiment. Došlo k porovnání obou mapování.

Na 1, 982 ha bylo pomocí technologie Field-Map zmapováno 3 129 ks různých druhů dřevin s výčetní tloušťkou nad 7 cm. Z tohoto počtu bylo 2 774 živých a 355 mrtvých stromů. U každé zmapované dřeviny byla zaznamenána její poloha na výzkumné ploše, druh, výčetní tloušťka, výška, výška nasazení koruny a další vybrané dendrometrické a dendrologické charakteristiky.

Ze získaných dat o dřevinách byla následně vypočtena celková zásoba stojícího živého hroubí. Data byla dále zpracována graficky a statisticky. Z porovnání dat získaných na vrchu Voskop vyplývá, že geografická orientace má zřejmě vliv na objemovou produkci dřevin.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY

Amann G. (1997): Stromy a keře lesa. – Nakladatelství J. Steinbrener Vimperk. Vimperk.

Anonymus. (2016): Starobylé výmladkové lesy. – Mendelova univerzita v Brně. Brno.

Bergerová V. (2014): Hodnocení stavu bývalých výmladkových lesů v MZCHÚ na Olomoucku. – Ms. [Knihovna katedry ekologie a životního prostředí PřF UPOL, Olomouc]

Buček, A. (2010): Význam starobylých výmladkových lesů v kulturní krajině České republiky. – Fórum o krajině a workshop management kulturní krajiny. Sb. příspěv. ZF MENDELU v Brně.

Čížek L., Šebek P., Bače R., Beneš J., Doležal J., Dvorský M., Miklín J., Svoboda M. (2016): Metodika péče o druhově bohaté (světlé) lesy. – Entomologický ústav, Biologické centrum AV ČR. České Budějovice.

Döner P., Müllerová J., (2014): Od intenzivního pařezání k lesu ochrannému – analýza historického vývoje lesů na Karlštejnském panství. – Bohemia centralis. 32: 425–437

Ellenberg H. (1974): Zeigerwerte mitteleuropäischer Gefässpflanzen. – Scripta Geobotanica, 9: 97.

Erba J. (2017): Rozšíření druhů dřevin v PR Na Voskopě v Českém krasu – Ms. [Knihovna Katedry ekologie lesa FLD ČZU, Praha]

Fasterová Z., (2013): Diverzita a management nízkých a středních lesů. –Ms., 35p. [Bak. práce; depon. in: Knihovna Katedry biologie PřF UK, Praha]

Hédli R. Szabó P. (2010): Starobylý les – nová kategorie pojmání lesa. [Ancient woodland - a new category of the understanding of forest.] Lesnická práce 89/1: 22–23.

Hejný S., Slavík B. (1988): Květena České socialistické republiky. Vol. 1–Academia, Praha, 557 p.

Hofmeister J. (2001): Jak si stojí dubohabrové lesy v CHKO Český kras. – Živa 3/2001.

Hofmeister J., Hošek J., Modrý M., Roleček J. (2009): The influence of light and nutrient availability on herb layer species richness in oak-dominated forests in central Bohemia. – Plant Ecol. 205:57–75.

Horáček P. (2007): Encyklopedie listnatých stromů a keřů. – Computer Press. Brno.

Horáčková J., Tichý T. (2014): Květena a vegetace národní přírodní rezervace Koda v Českém krasu. – *Bohemia centralis*, 32: 51–154.

Jelenká A., (2015): Struktura lesní vegetace vrchu Voskop v Českém krasu. – Ms. [Diplom. pr.; depon. in: FLD ČZU, Praha]

Kadavý J., Kneifl M., Knott R., Hurt V., Flora M. (2011): Nízký a střední les jako plnohodnotná alternativa hospodaření malých a středních vlastníků lesa: obecná východiska. – *Lesnická práce. Kostelec nad Černými lesy.*

Kermer B. (1995): Stromy, v Evropě zdomácnělé a zavedené druhy. – Ikar. Praha.

Koblížek J. (2006): Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. – Sursum. Tišnov.

Kovanda M., Hejný S., Slavík B. (1992): *Sorbus*. – Květena České republiky 3. Praha. *Academia* 52–54.

Ložek V. (2014): Přírodní poměry národní přírodní rezervace Koda a nástin její krajinné historie od konce posledního glaciálu na základě svědectví malakofauny. – *Bohemia centralis*, 32: 41–49.

Ložek V., Kubíková J., Špryňar P. (2005): Střední Čechy: Chráněná území ČR, svazek XIII. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha.

Maděra P., Buček A., Úředníček L., Slach T., Friedl M., Machala M., Řepka R., Lacina J., Černušáková L., Volařík D. (2016): Starobylé výmladkové lesy – metodika inventarizace, evidence a péče. Certifikovaná metodika.

Matula R., Svátek M., Kůrová J., Úředníček L., Kadavý J., Kneifl M. (2012): The sprouting ability of the main tree species in Central European coppices: implications for coppice restoration. – *European Journal of Forest Research*. 131:1501–1511

Mejstřík M. (2018): Lesní vegetace lokality Za Lípou v chráněné krajinné oblasti Český kras. – Ms. [Diplom. Pr.; depon. in: FLD ČZU, Praha]

Moravec J. et al. (1994): *Fytocenologie*. – Academia, Praha.

Mülleorvá J., Szabó P., Hédl R. (2014): The rise and fall of traditional forest management in southern Moravia: A history of the past 700 years. – *Forest Ecology and Management* 331. 14: 104–115.

Müllerová J., Pejcha V., Altman J., Plener T., Dörmer P., Doležal J. (2016): Detecting Coppice Legacies from Tree Growth. – *PLoS ONE* 11(1): e0147205. doi:10.1371/journal.pone.0147205.

Mze. (2018): Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2017. – Ministerstvo zemědělství. Praha.

Němčec J., Ložek V. (1996): Chráněná území ČR. – Consult ČR. Praha.

Novák A., Tlapák J. (1974): Historie lesů v chráněné krajinné oblasti Český kras. – *Bohemia centralis*, 3:9–40.

Roleček J., Vild O., Sladký J., Řepka R. (2017): Habitat requirements of endangered species in a former coppice of high conservation value. – *Folia Geobot.* 52:59–69.

Samek V., (1964): Lesní společenstva Českého krasu. – *Rozpravy Československé akademie věd. Sada matematických a přírodních věd.* 64: 74–7.

Skalická A., Hejný S., Slavík B.(1988a): Cupressaceae.–Květena České socialistické republiky. Praha. Academia: 332-343.

Skalický V., Jeník J., (1974): Květena a vegetační poměry Českého krasu z hlediska ochrany přírody – *Bohemia centralis*, 3: 101–140.

Svoboda P. (1953): Lesní dřeviny a jejich porosty. – Státní zemědělské nakladatelství:Praha

Szabó P., Müllerová J., Suchánková S., Kotačka M. (2015): Intensive woodland management in the Middle Ages: spatial modelling based on archival data. –*Journal of Historical Geography.* 48: 1–10.

Šálek L., Stolariková R., Jeřábková L., Karlík P., Dragoun L., Jelenecká A. (2014): Timber production and ecological characteristics of trees in coppice forest in the nature reserve Voskop in Český kras - a case study. – *Journal of forest science.* (12): 519–525

Šišák L., Sloup R. (2012): Ekonomická efektivnost hospodářského tvaru lesa nízkého ve srovnání s hospodářským tvarem lesa vysokého, Sborn. Referátů z konference. konference Ekonomické komise Odboru lesního hospodářství ČAZV. Praha.

Šmelko Š. (2007): Dendrometria: [vysokoškolská učebnica]. – Technická univerzita. Zvolen

ÚLT, Objemové tabulky ÚLT. Brandýs nad Labem, Československé státní lesy – ústředí lesnické technologie, 1951.

Van Castler H., Baeten L., De Schrijver A., De Keersmaecker L., Ragister J., Verlieyen K., Hermy M. (2007): Diverging effects of overstorey conversion scenarios on the understorey vegetation in a former coppice-with-standards forest. – *Forest ecology and management.* 241: 258 –271

Wagenführ R. (2002): obrazový lexikon Dřevo.– Grada Publishing. Praha.

Legislativa

Vyhláška č. 78/1996 Sb. Ministerstva zemědělství ze dne 18. března 1996 o stanovení pásem ohrožení lesů pod vlivem imisí

Výnos č. 32.946/52-IV/5 Ministerstva školství věd a umění ze dne 13. března 1952. o zřízení státní přírodní rezervace „Koda“ k ochraně krajinného rázu, zvířeny a květeny.

Internetové zdroje

ArcGIS – [online] Dostupné z: <https://arcgis.com/> (cit. 7. 4. 2019)

ČÚZK – Geoportál [online]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/> (cit. 7. 4. 2019)

FIELD MAP – Tool designed for computer aided field data collection [online]. Dostupné z: <http://fieldmap.cz/> (cit. 7.4.2017)

HEJNA, M. Jeskyňáři Tetín. *jeskyňáři Tetín* [online]. nedatováno [cit. 7. 4. 2019]. Dostupné z : <http://1-02.speleo.cz/wp/neco-o-me>

9. SEZNAM ELEKTRONICKÝCH PŘÍLOH

Příloha 1: Vrstvy mapovaného území – ArcGis, str. 36

Příloha 2: zásoba-výzkumné-plochy.xls, str. 37

Příloha 3: porostní-charakteristiky-30-zkusných-ploch.xls, str. 37