**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra hospodářské úpravy lesa

# Vliv okolních dřevin na dendrometrické charakteristiky tisu

**Diplomová práce**

Autor: Jakub Šlemr
Vedoucí práce: Ing. Lubomír Šálek, Ph.D.

**2016**

## Čestné prohlášení

"Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv okolních dřevin na dendrometrické charakteristiky tisu vypracoval samostatně pod vedením Ing. Lubomíra Šálka, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové 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:……

Podpis autora:…….

## Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval svému vedoucímu práce, Ing. Lubomíru Šálkovi, Ph.D., za odborné vedení, četné rady a veškerou pomoc při zpracování diplomové práce. Své rodině za umožnění studia a veškerou podporu.

# Vliv okolních dřevin na dendrometrické charakteristiky tisu

# Impact of adjacent trees to mensurational characteristics of yew


## Abstrakt

V prosinci roku 2015 se uskutečnila další část výzkumu populace tisu červeného (*Taxus baccata)* v NPR Chlumská stráň. Z celé populace byli vybráni jedinci přesahující výšku 4m a u kterých lze určit pohlaví. Z tohoto souboru bylo poté náhodně vybráno 50 jedinců, u kterých byly změřeny následující charakteristiky: výška, výčetní tloušťka, obvod kmene, výška nasazení první zelené větve, vzdálenosti konce větví od kmene, vzdálenost 5 nejbližších dřevin, jejich výška a azimut, dále bylo určeno pohlaví jedince a tvar koruny. Dopočteny byly objem a výška koruny.

Cílem práce je zjistit, jak okolní dřeviny ovlivňují dendrometrické charakteristiky tisu, a to nejen základní charakteristiky jako tloušťku v prsní výšce a výšku stromu, ale také charakteristiky koruny a zdravotní stav.

Průměrná tloušťka zkoumaných tisů je 41,53 cm a výška 13,66 m. Podrobně byly zkoumány koruny tisů. Nejdůležitější a nejzajímavější data jsou korunové průměty a vzdálenosti konkurenčních dřevin. Průměrný korunový průmět tisu je 79,25$m^2$, průměrná výška koruny je 12,26 m, povrch koruny je 2531,46 $m^2$, průměrná šířka korun je 10,36 m a průměrný objem je 429,80 $m^3$. 95 % všech zkoumaných tisů má asymetrickou korunu, lze tedy předpokládat vysoký vliv konkurenčních dřevin.

Nejpočetnější druhem z konkurenčních dřevin je habr obecný s celkovým počtem 60 jedinců, průměrnou výškou 13,6 m a průměrnou vzdáleností 5,79 m, následovaný lípou srdčitou a jasanem zimnářem.

Koruny tisů jsou vychýleny v severním, severozápadním a západním směru, což je způsobeno terénními podmínkami a konkurenčními dřevinami.

Bylo by vhodné z hlediska směřování výzkumů věnovat více pozornosti okrajovým dřevinám. U tisu by bylo přínosné zřídit trvalé zkusné plochy a získané informace využít pro návrat tisů do našich lesů.



## Klíčová slova

tis, koruna, sousední stromy, dendrometrické charakteristiky

## Abstract

In December 2015 the next part of the research population yew (Taxus baccata) took place in NPR Chlumská stráň. The specimens exceeding 4 meters at height at which the sex is possible to determine were selected from the total population. And from this group 50 individuals were randomly selected and the following characteristics were measured height, breast-height diameter, girth, height deployment of the first green branches, distances ends of the branches from the trunk, a distance of 5 nearest trees, their height and azimuth, also was intended sexes and crown shape. Volume and height of the crown were calculated.

The aim is to determine how the surrounding tree species affect mensurational characteristics of the yew not only basic characteristics such as thickness at breast height and tree height, crown but also the crown characteristics and health status.

The average diameter of the examined yews is 41,53 cm and a height of 13,66 m. The yew crowns were investigated in detail. The most important and interesting data are the yew crown projection and distances of competing species. The average crown projection yew is 79,25 square meters, the average height of the crown is 12,26 m, the surface of the crown is 2531,46 square meters, the average crown width is 10,36 m and the average volume of 429,80 cubic meters. 95 % of all surveyed yew has asymmetric crown, making it likely the high impact of competitive species.

The most abundand species of competitors is hornbeam (*Carpinus betulus*) with a total of 60 individuals, an average height of 13,6 meters and an average distance of 5,79 meters, followed by lime(*Tilia cordata*) and manna ash (*Fraxinus ornus*).

Crown yew are deflected to the north, northwest and west direction because of terrain conditions and competing trees.

Research in the future should be also focused to the marginal tree species and for yew it should be very appropriate to establish permanent sample plots and to use collected information for return of yew to our forests.

## Key words

Yew, crown, neighboring trees, mensurational characteristics

# Obsah

1 Úvod ..... 10
2 Cíle práce ..... 12
3 Charakteristika území ..... 13
3.1 Křivoklátsko ..... 13
3.1.1 Geologie ..... 13
3.1.2 Geomorfologie ..... 15
3.1.3 Pedologie ..... 16
3.1.4 Klimatické poměry ..... 17
3.1.5 Hydrologie ..... 18
3.1.6 Lesy Křivoklátska ..... 19
3.1.7 Vegetace ..... 20
3.2 Chlumská stráň ..... 22
3.2.1 Charakteristika ..... 23
3.2.2 Geologie a geomorfologie ..... 23
3.2.3 Hydrologie ..... 24
3.2.4 Důvod ochrany NPR Chlumská stráň ..... 24
3.2.5 Dřeviny rostoucí v blízkosti tisů ..... 25
4 Lesnictví na Křivoklátsku ..... 29
4.1 Vývoj lesního hospodářství a lesnatosti ..... 29
4.1.1 Poškozovaní porostů ..... 29
4.1.2 Vznik a vývoj hospodářské úpravy lesa na Křivoklátsku ..... 30
4.1.3 Hospodaření na Křivoklátsku dnes ..... 32
5 Tis červený (*Taxus baccata*) ..... 33
5.1 Taxonomie ..... 33
5.2 Tisovité ..... 33
5.3 Biologie tisu ..... 34
5.3.1 Vzhled ..... 34
5.3.2 Jehlice ..... 35
5.3.3 Dřevo ..... 35
5.3.4 Kořenový systém ..... 36
5.3.5 Rozmnožování tisu ..... 36

5.3.6 Růst ... 38
5.3.7 Sekundární metabolity ... 39
5.4 Ekologie tisu ... 40
5.4.1 Ochrana tisu ... 40
5.4.2 Stanovištní nároky ... 41
5.4.3 Přirozená obnova ... 41
5.4.4 Problematika zachování a rozmnožení tisu na Křivoklátsku ... 43
5.4.5 Škůdci ... 43
5.4.6 Využití tisu ... 44
5.5 Tis v ČR ... 45
5.6 Výskyt tisu na Křivoklátsku ... 46
5.6.1 Významné tisy na Křivoklátsku ... 47
6 Metodika ... 49
6.1 Příprava prací ... 50
6.2 Pomůcky a přístroje ... 50
6.3 Sběr dat ... 51
6.4 Terénní práce ... 52
6.5 Výpočty ... 53
7 Výsledky ... 55
7.1 Tisy ... 55
7.1.1 Vybrané tisy a jejich zdravotní stav ... 55
7.1.2 Výšky a tloušťky ... 57
7.1.3 Parametry korun ... 59
7.2 Konkurenční dřeviny ... 62
7.3 Umělá výsadba ... 70
8 Diskuze ... 72
9 Závěr ... 77
10 Literatura ... 79

# Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 LOKALIZACE, (ZDROJ: WWW. MAPY.CZ) ..... 22
OBRÁZEK 2 VYMEZENÍ HRANIC NPR CHLUMSKÁ STRÁŇ ..... 23
OBRÁZEK 3 VÝVOJ SEMENÁČKU TISU V PRVNÍCH 6 TÝDNECH ..... 42
OBRÁZEK 4 TIS S NEJMOHUTNĚJŠÍ KORUNOU V NPR CHLUMSKÁ STRÁŇ ..... 48
OBRÁZEK 5 ČETNOST VÝČETNÍCH TLOUŠTĚK ..... 57
OBRÁZEK 6 ROZLOŽENÍ VÝŠEK ..... 57
OBRÁZEK 7 VZTAH VÝČETNÍCH TLOUŠTĚK A VÝŠEK ..... 58
OBRÁZEK 8 VZTAH VÝČETNÍCH TLOUŠTĚK A PLOCHY PRŮMĚTU KORUNY ..... 58
OBRÁZEK 9 VZTAH VÝČETNÍ TLOUŠŤKY A ŠÍŘKY KORUNY ..... 59
OBRÁZEK 10 ZÁVISLOST VÝŠKY KORUN NA CELKOVÉ VÝŠCE TISŮ ..... 60
OBRÁZEK 11 VYCHÝLENÍ KORUNY TISU ..... 61
OBRÁZEK 12 ROZLOŽENÍ KONK. DŘEVIN V ZÁVISLOSTI NA SVĚTOVÝCH STRANÁCH ..... 64
OBRÁZEK 13 ROZLOŽENÍ KONK. DŘEVIN V ZÁVISLOSTI NA JEJICH VÝŠCE ..... 64
OBRÁZEK 14 ROZLOŽENÍ KONK. DŘEVIN V ZÁVISLOSTI NA VZDÁLENOSTI OD TISU ..... 64
OBRÁZEK 15 ROZLOŽENÍ HABRŮ ..... 66
OBRÁZEK 16 VÝŠKY A VZDÁLENOSTI HABRŮ ..... 66
OBRÁZEK 17 ROZLOŽENÍ JASANŮ ZTEPILÝCH ..... 66
OBRÁZEK 18 VÝŠKY A VZDÁLENOSTI JASANŮ ZTEPILÝCH ..... 67
OBRÁZEK 19 ROZLOŽENÍ JASANŮ ZIMNÁŘŮ ..... 67
OBRÁZEK 20 VÝŠKY A VZDÁLENOSTI JASANŮ ZIMNÁŘŮ ..... 67
OBRÁZEK 21 ROZLOŽENÍ KLENŮ ..... 68
OBRÁZEK 22 VÝŠKY A VZDÁLENOSTI KLENŮ ..... 68
OBRÁZEK 23 ROZLOŽENÍ LIP ..... 68
OBRÁZEK 24 VÝŠKY A VZDÁLENOSTI LIP ..... 69
OBRÁZEK 25 ROZLOŽENÍ TISŮ ..... 69
OBRÁZEK 26 VÝŠKY A VZDÁLENOSTI TISŮ ..... 69
OBRÁZEK 27 POŠKOZENÍ TISU ŠPLHAVCI ..... 72

## Seznam tabulek

TABULKA 1 CHARAKTERISTIKA PODNEBÍ PODLE QUITTA 1971. ..... 17
TABULKA 2: ÚDAJE Z KLIMATOLOGICKÝCH STANIC (ÚHUL, 2000) ..... 18
TABULKA 3 PŘEHLED MAJETKOVÝCH POMĚRŮ NA PŘELOMU 18. A 19. STOLETÍ ..... 30
TABULKA 4 SOUBOR VYBRANÝCH JEDINCŮ ..... 55
TABULKA 5 PRŮMĚRNÉ HODNOTY DENDROMETRICKÝCH VELIČIN KORUN TISŮ ..... 60
TABULKA 6 ŠÍŘKY KORUN VZTAŽENÉ KE SVĚTOVÝM STRANÁM ..... 61
TABULKA 7 ZASTOUPENÍ DŘEVIN V OKOLÍ TISŮ ..... 62
TABULKA 8 PRŮMĚRNÁ, MAXIMÁLNÍ A MINIMÁLNÍ VZDÁLENOST ..... 63
TABULKA 9 PŘEHLED UMĚLE VYSAZENÝCH JEDINCŮ ..... 70
TABULKA 10 SOUHRN POZNATKŮ RŮZNÝCH AUTORŮ ..... 74

# 1 Úvod

Oblast Křivoklátska je situována v západní části středních Čech. Nalezneme zde nespočet druhů cévnatých rostlin i živočichů. V roce 1977 bylo Křivoklátsko zapsáno na seznam biosférických rezervací UNESCO a o rok později zde byla vyhlášena chráněná krajinná oblast. V průběhu dalších let zde byla vyhlášena i ptačí oblast soustavy NATURA 2000. CHKO Křivoklátsko má vlastní správu se sídlem v obci Zbečno.

Chráněná krajinná oblast Křivoklátsko se rozkládá na ploše 630 $km^2$ a její součástí je značné množství maloplošných zvláště chráněných území. Za zmínku stojí národní z přírodních rezervací (např. Pochvalovská stráň, Chlumská stráň, Týřov a další) z národních přírodních památek (např. Bilichovské údolí, Odlezelské jezero, Cikánský dolík, Vosek a další). Nalézá se zde 16 přírodních rezervací a 6 přírodních památek. Již několik let se plánuje vyhlášení národního parku. Zatím však neúspěšně.

Za druhovou pestrost, rozmanitost a celkovou zachovalost přirozeného prostředí, vděčí Křivoklátsko zejména své členitosti, různé orientaci stanovišť ke světovým stranám, geologické a pedologické stavbě a údolnímu fenoménu řeky Berounky. Údolí řeky má kaňonovitý charakter a odvádí vodu z větší části oblasti. Nejvyšším bodem CHKO je Těchovín se svými 616 m n. m. naopak nejnižším bodem je dno řeky Berounky při výtoku z CHKO v Hýskově s výškou 213 m n. m..

Skalní výchozy s typickou teplomilnou florou a faunou nezřídka vystupují z přirozených lesních porostů pokrývajících strmé a špatně dostupné stráně v údolí řeky Berounky. Hluboké, místy až kaňonovité údolí vymodelované v horninovém podkladu ovlivnila řeka, která jím protéká a taktéž způsobuje teplejší mezoklima v této oblasti. Opačný jev doprovází pravostranné i levostranné přítoky řeky Berounky, kdy do úzkých hlubokých zářezů potoků a říček, jen velmi zřídka dopadají sluneční paprsky. Tvoří se tak mrazové kotliny. V těchto místech je teplota celoročně nižší a může odpovídat podhorským až horským oblastem. Teplotní inverze je pro Křivoklátsko typickým jevem a taktéž patří k důvodům vysoké druhové rozmanitosti území.

Další důvod zachovalosti přirozeného prostředí je řídké osídlení v minulosti. Doloženo je zde pouze několik lokalit s osídlením z dob 6. století pohřebištní mohyly v Lánské oboře nebo okolí Hýskova. Později ve středověku bylo Křivoklátsko využíváno jako královská lovecká oblast. Ta byla nejdříve spravována, z dnes již zaniklého hradu Hlavačov na Rakovnicku později pak z Křivoklátu. Lesní porosty zde byly záměrně

zachovány a bylo o ně dobře pečováno i přes to, že lesnictví se zde začalo rozvíjet až v 18. století. Velkou měrou se na tom podílel rod Fürstenberků, jehož představitelé do oblasti sezvali odborníky z Čech i Bavorska. V průběhu 19. a první poloviny 20. století dochází k částečné změně dřevinné skladby. Jedná se zejména o výsadbu smrkových monokultur na místech holin vzniklých těžební činností. Tyto porosty jsou poškozovány biotickými i abiotickými živly a ke konci 20. století se opouští vysazování smrků a vrací se zpět k přirozené dřevinné skladbě. Vzhledem k relativně malým hospodářsky využitelným plochám na Křivoklátsku nebyly větší celky lesních porostů nijak zásadně, nepříznivě ovlivněny.

Zřejmě proto se na Křivoklátsku zachovalo tolik lokalit s výskytem tisu červeného. Mezi největší a nejznámější patří PR U Eremita (1009 jedinců) a PR V Horách (3400). Zatloukal (2010) takových to lokalit ve své práci zmiňuje celkem 19. NPR Chlumská stráň se může chlubit 4. nejpočetnější populací jak na Křivoklátsku, tak v celé republice. Tisy zde rostou ve smíšených lesích na suťových svazích. Na hůře dostupných místech (skalní výchozy, římsy apod.) se tisy dokonce rozmnožují.

# 2 Cíle práce

Práce se bude zabývat podrobným zkoumáním populace tisu červeného v národní přírodní rezervaci Chlumská stráň na Křivoklátsku.

V práci bude tis stručně charakterizován, budou zmíněny nejvýznamnější lokality s jeho výskytem v České republice, zvláštní pozornost bude věnována tisům na Křivoklátsku.

Hlavním cílem bude zjistit, jak okolní dřeviny ovlivňují dendrometrické charakteristiky tisu, a to nejen základní charakteristiky jako tloušťku v prsní výšce a výšku stromu, ale také charakteristiky koruny a zdravotní stav.

V práci bude zmíněna taktéž kontrola uměle vysazených tisů a jejich přírůsty.

# 3 Charakteristika území

## 3.1 Křivoklátsko

Území Chráněné krajinné oblasti Křivoklátsko se rozkládá v Západočeském a Středočeském kraji, zasahuje na území bývalých okresů Beroun, Kladno, Plzeň-sever, Rakovník a Rokycany. Křivoklátsko spolu s Českým krasem tvoří přírodní lesní oblast (PLO) č. 8. Křivoklátsko a Český kras sousedí s PLO 6 - Západočeská pahorkatina, PLO 7 - Brdská vrchovina, PLO 9 – Rakovnicko – Kladenská pahorkatina, PLO 10 – Středočeská pahorkatina, PLO 17 – Polabí (ÚHUL, 2000).

Rozloha CHKO je 630 $km^2$, z toho je téměř 64 % plochy pokryto lesními společenstvy, která jsou tvořena převážně smíšenými a listnatými lesy. V CHKO leží celkem 88 obcí a dalších 25 obcí do ní alespoň částečně zasahuje. Křivoklátsko je vyhlášená rekreační oblast nachází se zde více než 6500 rekreačních chat a objektů postavených ještě před založením CHKO. Uvnitř chráněné krajinné oblasti se nachází 24 zvláště chráněných území různé úrovně. Největším je přírodní rezervace Týřov (Kolbek, 1999).

Díky vysokému podílu přirozených a člověkem nezměněných stanovišť bylo území 1. března 1977 organizací UNESCO vyhlášeno biosférickou rezervací a v listopadu 1978 zde byla vyhláškou ministerstva kultury zřízena chráněná krajinná oblast. Správa chráněné krajinné oblasti sídlí v obci Zbečno nedaleko obcí Rakovník a Beroun (Simon, 2010).

### 3.1.1 Geologie

Z geologického hlediska náleží celé území Křivoklátska stavební jednotce Českého masívu - Barrandien. Barrandien tvoří slabě metamorfované až metamorfované horniny svrchních starohor (proterozoika), zvrásněné na konci této éry, a starších prvohor (paleozoika), zvrásněné i se starohorním podložím při variských horotvorných procesech v mladších prvohorách (Kolbek et al., 1999).

Převážná část území je tvořena algonkickými břidlicemi s vložkami buližníků a spilitovými žílami pocházejícími ze svrchního proteozoika.

Kambrické vyvřeliny křivoklátsko – rokycanského pásma spolu se skryjskotýřovskými pískovci a slepenci tvoří pruh orientovaný směrem SV a JZ v oblasti mezi Křivoklátem a Vejvanovem (Vlasteckou vrchovinou) (ÚHUL, 2000).

Vrstvy spodního ordoviku jsou zastoupeny v úzkém pruhu Cekov – Třenice – Točník. Dále tvoří hřeben (Velíz) u Kublova a hřeben Krušné hory. Tvoří i další nápadné vrcholky na pravém břehu Berounky (ÚHUL, 2000).

Masa kambrických hornin má kyselý charakter, proto jen pukliny způsobené variským vrásněním mohly být vyplněny vápencem ($CaCO_3$). K tomuto jevu došlo především v oblasti Týřovských skal a v Oupořském údolí (Baborská et al., 1996).

Křemence, břidlice a pískovce středního ordoviku můžeme nalézt v pruhu spojující Žebrák a Hýskov, kde se pruh rozšiřuje až k Železné a Piticím (tvoří Chýňavskou pahorkatinu) odtud pak pokračuje úzkým pruhem ve směru na Rudnou a Chrášťany. Souvrství spodního ordoviku také vyplňuje dno Hořovické brázdy a táhne se úzkým pruhem severovýchodně od Berouna až k Jinočanům (ÚHUL, 2000).

Hojně zastoupenými horninami spodního ordoviku jsou různé typy tmavý břidlic, pískovců, a drob, které nedosahují odolnosti proterozoických hornin, podléhají erozi, a proto tvoří spíše sníženy a mírné svahy (Kolbek et al., 1999).

Do severní části CHKO zasahují sedimenty mladšího karbonu, které nebyly postiženy variským vrásněním a na rozdíl od starších jednotek jsou sladkovodního původu. Převažují zde hrubozrnné pískovce až slepence s vložkami jemnozrnných nezpevněných jílů (Baborská et al., 1996).

Karbonské souvrství částečně vyplňuje také Radnickou pánev (ÚHUL, 2000).

Z třetihorních usazenin jsou zde zastoupeny miocénní štěrky a písky, které tvoří jednotlivé ostrůvky v okolí Kozojed a v oblasti severně od Křivoklátu. Ojediněle lze najít i miocénické jíly v okolí Kozojed a Hýskova. Pleistocénické hlíny, které jsou vázány na rovinatý a mírně zvlněný terén a holocénické říční a potoční náplavy jsou pak záležitostí čtvrtohorní (ÚHUL, 2000).

### 3.1.2 Geomorfologie

Dle geomorfologického členění ČSR (Demek, 1987) zasahují na území Křivoklátska následující geomorfologické jednotky:

VA - 2 Pražská plošina

VA - 2A Říčanská plošina

VA - 2A - a Třebotovská plošina

VA - 3 Křivoklátská vrchovina

VA - 3A Zbirožská vrchovina

VA - 3A - b Vlastecká vrchovina

VA - 3A - c Hudlická vrchovina

VA - 3A - d Brdatky

VA - 3A - e Chyňavská pahorkatina

VA – 3B Lánská pahorkatina

VA – 3B – a Klíčavská pahorkatina

VA – 3B – b Loděnická pahorkatina

VA – 4 Hořovická pahorkatina

VA – 4A Hořovická brázda

VA – 4A – b Komárovská brázda

VA – 4A – c Zdická brázda

VA – 4A – d Hostomická kotlina

VB – 2 Plaská pahorkatina

VB – 2D – a Pavlíkovská pahorkatina

VB – 2D – b Kožlanská plošina

VB – 2D – c Radnická plošina

Území Křivoklátska je charakteristické značnými výškovými rozdíly. Nejvyšší bod je situován v centrální části CHKO a to ve Vlastecké vrchovině (Těchovín 617 m n. m.). Naopak bod s nejnižší nadmořskou výškou je bezesporu v místě kde řeka Berounka opouští CHKO, hodnoty se uvádějí v rozmezí 207 m n. m. a 211 m n. m. (Karešová, 2009)

V průběhu karbonu se oblast celého Křivoklátska vynořila a stala se na dlouhé období pevninou vystavenou erozním činitelům. Došlo k rozrušení variského pohoří, vzniklého vyvrásněním hornin starších prvohor a starohor během svrchního devonu a spodního karbonu. Počátkem křídy měla oblast ráz zarovnané plošiny, kterou zatopilo moře. Usazeniny (cenomanské pískovce) byly postupně splaveny během starších třetihor.

Z hlediska vývoje stanovištních poměrů je významné, že až do počátku čtvrtohor zde nebyly skalnaté údolní zářezy. Ty vznikly teprve v tomto nejmladším a dodnes trvajícím období a propůjčily křivoklátské krajině její dnešní členitý vzhled (Kolbek et al., 1999).
Krajina Křivoklátska byla tvořena dvěma základními fenomény. Říční fenomén, který je plně rozvinut v kaňonovitém údolí řeky Berounky odkud zasahuje i do některých velkých postranních údolí, stojí za vznikem různých horninových výchozů, vystupujících v rozmanitých polohách od úzkých roklí po skalní hrany a stěny s různou orientací vůči světovým stranám. Vrcholový fenomén se zde projevuje zejména ve formě skalních výchozů s různou orientací ke světovým stranám, nezanedbatelným elementem je zde vítr a zejména jeho směr. Tento fenomén se běžně projevuje jižně od Berounky značnými rozdíly mezi vrcholy na vulkanitech na jedné straně a buližníkovými kamýky na straně druhé (Baborská et al., 1996).
Dominantní geomorfologický celek Křivoklátska tvoří tzv. Křivoklátská vrchovina. Tato část zahrnuje Zbirožskou a Lánskou pahorkatinu. Západní část území zaujímá Kralovická pahorkatina, jižní okraj je tvořen Hořovickou brázdou a do východního cípu zasahuje Říčanská plošina. Téměř celá Křivoklátská vrchovina je pokryta uceleným rozsáhlým komplexem lesa, sousedící Kralovická pahorkatina a Hořovická brázda jsou pokryty menšími lesními celky a roztroušenými drobnými lesními porosty. Na území Říčanské plošiny je bezlesí, pouze ojediněle se vyskytují malé lesní porosty (ÚHUL, 2000).

### 3.1.3 Pedologie

Nejhojněji zastoupenou půdou na Křivoklátsku je typická kambizem mezotrofní (32,48 %) vytvořená na mírně zvlněných plošinách budovaných břidlicemi a drobami proterozoika. Jedná se o středně bohaté, písčitohlinité až hlinitopísčité půdy s humózním Aol horizontem o mocnosti kolem 10 cm. Barva půdního profilu je okrová nebo hnědá se značnou příměsí štěrku. Geologickým podložím jsou zejména porfyry, porfyrity, spility a méně často algonkické břidlice (ÚHUL, 2000).
Kambizem typická oligotrofní (16,85 %) je charakteristická nepatrným humózním Ao horizontem, mocnou štěrkovou vrstvou přechodného Cd horizontu a celkovým světlým zbarvením půdního profilu. Nejčastějším geologickým podkladem jsou algonkické břidlice. Na příkrých svazích a hřebtech se vytvořily silně kamenité až balvanité půdy - kambizemě rankerové (15,55 %) (ÚHUL, 2000).

Na pleistocénních hlínách, eventuálně jílovitých břidlicích vznikly kambizemě luvické (6,22 %), luvizemě (1,39 %) a v podmínkách s horšeným odtokem vody se vytvořily kambizemě pseudoglejové (5,04 %) (ÚHUL, 2000).

Kambizemě výrazně převládají na sever od Berounky, na jihu přecházejí v četných okrscích do jiných typů. Na živiny chudé dystrické kambizemě se vyskytují, na severu území, pouze na nejchudších lokalitách na podloží algonkických břidlic a fylitů. Dají se nalézt také mezi Zbirohem a Březovou na jihu oblasti. Ostrůvkovitě se na severu objevují luvizemě a pravé hnědozemě. Místa se špatným odtokem dešťové vody pokrývají primární pseudogleje a na podloží třetihorních štěrkopísků je vázaná kambizem arenická (Kolbek et al., 1999).

Kromě výše zmíněných půdních druhů je možné na území najít i další, jejich rozloha je ale nepatrná. Jejich výskyt však podstatně zvyšuje stanovištní diverzitu. Patří sem semiterestrické půdy vázané na údolní dna, gleje, renzinové půdy, balvanité rankery, organozemě a další (Kolbek et al., 1999).

### 3.1.4 Klimatické poměry

Podle klimato-geografického členění ČSR zpracovaného v 70. letech minulého století Quittem se lokalita nachází v mírně teplé oblasti v podoblasti M 11.

Tabulka 1 Charakteristika podnebí podle Quitta 1971.

| **Charakteristika** | **MT11** |
|---|---|
| Počet letních dnů | 10–30 |
| Počet dnů nad 10°C | 120–140 |
| Počet mrazových dnů | 140–160 |
| Počet ledových dnů | 50–60 |
| Prům. teplota v VII | 15–16 |
| Prům. teplota v IV | 4–6 |
| Prům. dnů srážek + 1 mm | 120–130 |
| Úhrn srážek ve veg.d. | 500–600 |
| Úhrn srážek v zimě | 350–400 |
| Srážky celkem | 850–999 |
| Počet dnů se sněhem | 100–120 |
| Počet dnů zamrač. | 150–160 |

Tato podoblast je charakteristická dlouhým, teplým a suchým létem, krátkým přechodným obdobím s mírně teplým jarem, mírně teplým podzimem a krátkou, mírně teplou a velmi suchou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky (Quitt, 1971).
Průměrná roční teplota vzduchu za období 1961–1990 byla 7,1–8°C, normála ročních srážkových úhrnů za stejné období byla 501–600 mm (Voženílek, Květoň, 2011).
ÚHUL, 2000 uvádí průměrnou teplotu stejně jako Voženílek a Květoň (2011) avšak úhrn srážek se liší 480 - 617mm, ve vegetační době pak 320-380mm. Srážková maxima připadají na červenec. Nijak neobvyklé nejsou ani jarní přísušky.
Vegetační doba se pohybuje v rozmezí 156 – 160 dní. Průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou je pro obec Křivoklát 40,2 a pro obec Broumy 55,9 (15 km severovýchodně od NPR Chlumská stráň) (ÚHUL, 2000).

Tabulka 2: Údaje z klimatologických stanic (ÚHUL, 2000)

| Stanice | Nadmořská výška m n. m. | Průměrná teplota [°C] | | Průměrné srážky [mm] | | Vegetační doba | Langův dešťový faktor |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | roční | IV-IX | roční | IV-IX | | |
| Kohoutov | 550 | 7,1 | - | 577 | 378 | - | 81 (semihumidní) |
| Hýskov | 225 | 8,8 | - | 518 | 343 | - | 60 (semiaridní) |
| Chroustenice | 285 | 8,4 | - | 500 | 330 | - | 62 (semiaridní) |
| Lochovice | 307 | 8,3 | - | 570 | - | - | 69 (semiaridní) |
| Zvíkovec | 331 | 7,7 | 13,7 | - | - | 156 | - |
| Nezabudice | 311 | 7,7 | 13,6 | - | - | 155 | - |
| Hostomice | 347 | 8 | 13,9 | 590 | 380 | 159 | 74 (semihumidní) |
| Králův dvůr | 337 | 8,4 | 14,5 | 481 | 320 | 163 | 57 (semiaridní) |
| Beroun | 225 | 8,4 | 14,4 | 480 | 322 | - | 57 (semiaridní) |
| Zdice | 256 | 8,7 | - | 525 | 352 | - | 60 (semiaridní) |
| Libín | 296 | 8,1 | 14,3 | 489 | 326 | 160 | 60 (semiaridní) |
| Křivoklát | 223 | 8,2 | 13,4 | 545 | 361 | 160 | 66 (semiaridní) |
| Skryje | 360 | - | - | 522 | 343 | - | - |

### 3.1.5 Hydrologie

Celé území Křivoklátska je obecně chudé na zásobu podzemní vody. Vyplývá to jak z ročního úhrnu srážek, tak i z nevhodného geologického prostředí pro vytváření kolektorů podzemních vod. Starohorní kambrické a ordovické horniny tvoří propojený puklinový systém a koloběh vody zde není z geologického hlediska nikterak omezen.
Většina území je tvořena břidlicemi a drobami, které mají díky vyššímu obsahu jílu velmi nízkou puklinovou propustnost. Co se propustnosti týče, jsou na tom lépe horniny

vulkanické, ale ani v nich se netvoří nijak významné zásoby podzemních vod. Většina podzemní vody je tedy vázána na poruchové zóny čtvrtohorních sedimentů s průlinovou, až průlinově puklinovou propustností.

Nejvýznamnější řekou CHKO je Berounka, která vzniká v Plzni soutokem Mže, Úslavy a Radbuzy a ústí do Vltavy jako levostranný přítok na 63. říčním kilometru. Do CHKO Křivoklátsko vtéká v obci Zvíkovec a po necelých 43 km opouští oblast v Obci Hýskov, spád je 41m. Do Berounky se vlévá velké množství menších toků. Přítoky mají obvykle bystřinný charakter a tvoří hluboké inverzní zářezy a údolí (ÚHUL, 2000).

Z hlediska této práce nejdůležitějším přítokem, který se vlévá do Berounky uvnitř chráněné krajinné oblasti, je Radubice. Tento potok odvodňuje spolu s dalšími nepojmenovanými potoky a potůčky Chlumskou stráň. Je pravostranným přítokem Berounky. Nedaleko obce Skryje přitéká Zbirožský potok, který svádí vodu z jižní část území. V Roztokách se do Berounky vlévá na levé straně Rakovnický potok, odvodňující severozápadní část území. Severní částí území protéká říčka Klíčava, která odvodňuje spolu se svými přítoky, Prvním luhem a Lánským potokem, celou severní část CHKO. Do Berounky se vlévá v obci Zbečno. Opomenut by neměl být ani Oupořský potok, který protéká NPR Týřov (Šilhánová, 2011).

Na území Křivoklátska je nepravidelně rozmístěno více než 300 vodních nádrží, rybníků a jezírek různých velikostí. Nejvýznamnějším vodním dílem je Klíčavská přehrada s rozlohou cca 70ha a hloubkou téměř 40m (Ložek et al., 2005).

### 3.1.6 Lesy Křivoklátska

Hlavní dřevinou na Křivoklátsku byl v minulosti nepochybně buk lesní (*Fagus sylvatica*). Na sušších stanovištích, ale nedokázal potlačit doubravy, porosty reliktních borovic, suťové porosty a menší otevřené plochy. Ještě v první polovině 19. století se na velkých plochách hojně vyskytovala jedle bělokorá (především ve východní části CHKO), na pseudoglejových půdách často v kombinaci s dubem. K jejímu plošnému úhynu došlo až v suchém roce 1947 (Ložek, 2011).

V současnosti dominuje v porostech smrk ztepilý (*Picea abies*) 25 %, buk lesní (*Fagus sylvatica*) 15,5 %, dub zimní (*Quercus petraea*) 12,6 % a borovice lesní (*Pinus sylvestris*) 10,6 %. V porostech do 40 let je druhové zastoupení následující: jedle bělokorá (*Abies alba*) 0,5 %, borovice lesní 7,5 %, bříza bělokorá (*Betula pendula*) 8,2 %, modřín opadavý (*Larix decidua*) 9,2 %, smrk ztepilý 10,5 %, duby (*Quercus* spp.)

12 %, habr obecný (*Carpinus betulus*) 16,8 %, buk lesní 17,5 %, a ostatní dřeviny (lípy, javory, jasany, jilmy a další) 19,3 % (Beranová et al., 2011).

### 3.1.7 Vegetace

Přirozená vegetace CHKO je rozmanitá a bohatá. Nejen díky zmíněným geologickým, geomorfologickým a pedologickým aspektům, ale především díky jejich kombinaci s klimatickými a fytogeografickými vlivy (Kolbek et al., 1997).

Jak vidno z historického botanického výzkumu Křivoklátska, byla většina prací věnována floristickému výzkumu, který však měl pouze fragmentární charakter. Kvalitativní floristický výzkum byl ukončen okolo roku 1950. Počet shromážděných údajů se tehdy pohyboval od 5000 do 6000. Bylo zjištěno přibližně 1300 taxonů cévnatých rostlin. Pro ochranářské účely bylo 550 a později 628 druhů květeny chráněné krajinné oblasti a přilehlé části okresu Rakovník rozděleno do pěti skupin podle četnosti výskytu, ohroženosti, fytogeografické příslušnosti a taxonomické obtížnosti (Kolbek et al., 1999).

Při vegetačním mapování a studiu vegetace tohoto území se záhy projevila potřeba vytvoření ucelené, kvalitativně i kvantitativně pojaté květeny území, jejíž realizace byla zahájena v roce 1980. Terénní průzkum přinesl poměrně rychlé zvýšení počtu údajů. Po ukončení výzkumu v roce 1995 se počet zjištěných taxonů zvýšil na téměř 1800 (Kolbek et al., 1999).

Stejně jako květena, je i vegetace Křivoklátska bohatá a pestrá. Největší část plochy zaujímají lesy, různé zdroje uvádí rozmezí mezi 60 a 64 %, tím se Křivoklátsko dostává vysoko nad celostátní průměr v pahorkatinném až vrchovinném stupni. Díky členitému terénu a ochraně území se lesy zachovaly na velkých plochách v přirozeném formátu. Nejhojněji jsou přirozené lesní porosty dnes zachovány na pravém břehu řeky Berounky, na svazích mezi obcemi Skryje a Branov, v okolí Zbirožského a Úpořského potoka (Kolbek et al., 2003).

V nižších polohách jsou dominantní zejména klimaxové dubohabřiny, zastoupené svazem *Carpinion* a reprezentované jedinou, ale za to velmi diferenciovanou asociací *Melampyro nemorosi-Carpinetum*. Ve vyšších polohách nebo na severních expozicích jsou nahrazeny společenstvy bučin svazu *Fagion* (as. *Tilio cordate-Fagetum*), respektive na kyselejších substrátech svazem *Luzulo-Fagion*. Specifickými lesními společenstvy Křivoklátska byly dříve zřejmě poměrně rozšířené jedliny. Dobře zachovalé lesní porosty dnes najdeme mimo jiné na suťových svazích a ve špatně

přístupných roklích. Velmi cenné jsou přirozené suťové porosty s tisem červeným na svazích Berounky a v okolí Javornice. Vzhledem k přeměně říční nivy na louky nebo ornou půdu, se lužní lesy nezachovaly v pravém slova smyslu. Vyskytují se zde bažinaté olšiny vázané na okolí pramenišť a podmáčených poloh kolem potoků. Jsou zde zastoupeny také teplomilné doubravy svazu *Quercion pubescenti-petraeae*, acidofilní doubravy na kyselých silikátových půdách svazu *Genisto germanicae-Quercion* a další (Kolbek et al., 1999).

„*Na lesní vegetaci navazují společenstva křovin. Sádlo (1990) uvádí, že se zde vyskytuje 9 asociací z celkem 15 uvažovaných na našem území, což poukazuje na značnou nadprůměrnost z hlediska diverzity vegetace*“ (Kolbek et al., 1999).

Primární xerofilní travinobylinná vegetace je reprezentována xerotermními společenstvy kyselých i bazických skal ze svazů *Festucion valesiacae, Alysso-Festucion palletis, Seslerio-Festucion glaucae* a dalších. Pionýrská bylinná vegetace primitivních půd je zde zastoupena společenstvy čtyř svazů (zejména *Veronicion, Hyperico perforati-Scleranthion parennis*) (Kolbek et al., 1999).

Luční vegetace CHKO Křivoklátsko je rovněž velmi bohatá a v mnoha případech doposud zachovalá, i když na tomto vegetačním typu se snad nejvíce odrazil intenzifikační proces zemědělství. Vyskytují se zde společenstva vysokých ostřic, svazu *Caricion gracilis.* Častější i četnější však jsou eutrofní vysokostébelnaté vlhké až podmáčené louky. Na ně často navazují společenstva nekosených lad, která již k vlastním loukám nepatří (Kolbek et al., 1999).

## 3.2 Chlumská stráň

Národní přírodní rezervace Chlumská stráň leží v Plzeňském kraji, v okrese Rokycany, v katastrálním území obce Chlum nad Berounkou. Rozkládá se na pravém břehu řeky Berounky, přibližně 30 km severovýchodně od Plzně, 20 km severně od okresního města Rokycany a hraničí s obcí Chlum. Území se z velké části nachází na prudkých svazích nad Berounkou a jejím pravostranným přítokem, potokem Radubice, západně od obce Chlum. Příkré svahy rezervace jsou orientovány na západ a severozápad. Lokalita je přístupná z obcí Chlum i Hřešihlavy po červené a z obce Prašný Újezd po zelené turistické značce.

Obrázek 1 Lokalizace, (zdroj: www. mapy.cz)

Celé území NPR Chlumská stráň spadá do čtvrté zóny ochrany (tj. Oblast země nebo moře, kde dochází k aktivním zásahům správy území za účelem ochrany přirozeného prostředí a uspokojení potřeb konkrétních druhů.), podle rozdělení Mezinárodního svazu ochrany přírody, IUCN. IUCN je mezinárodní organizace zaměřená na uchování přírodních zdrojů se sídlem ve Švýcarsku, spojující dohromady 83 států a mnoho nevládních organizací, které se zabývají ochranou přírody (Zahradnický, 2004).

Obrázek 2 Vymezení hranic NPR Chlumská stráň

### 3.2.1 Charakteristika

Lesní porosty, které pokrývají zdejší suťové svahy, jsou svojí dřevinnou skladbou z části blízké přirozené a z části pozměněné dřevinné skladbě. V současnosti obhospodařované lesy tvoří převážně smrkové a borové monokultury, zastoupená je i jedle bělokorá (*Abies alba*) (Jedlička et al., 2010).

Podle biogeografického členění náleží oblast do bioregionu Křivoklátsko, podprovincie hercynská, provincie středoevropských listnatých lesů. Větší část území náleží do biochory „Výrazná údolí na drobách v suché oblasti 3. vegetačního stupně“ (3UM) a pouze okrajově do biochory „Erodované plošiny na drobách v suché oblasti 3. vegetačního stupně“ (3BM) (Jedlička et al., 2010).

### 3.2.2 Geologie a geomorfologie

NPR je součástí Radnické vrchoviny. Což je plochá vrchovina, která se rozkládá po obou březích řeky Berounky, mezi ústím Třemošné a Rakovnického potoka. Horninovým podložím jsou zde převážně zpevněné sedimenty, proterozoické břidlice a droby s vložkami spilitů a buližníků. Méně z arkóz, pískovců slepenců, prachovců a

jílovců karbonské radnické pánve. Jejich relativní staří spadá do období proterozoika, útvaru neoproterozoika. Svahy jsou částečně suťové, částečně se skalními výchozy.

Radnická vrchovina se vyznačuje strukturně denudačním reliéfem se suky, rozvodnými hřbety, zbytky zarovnaných povrchů a hlubokými zářezy údolí Berounky a jejích přítoků se skalními výchozy, stěnami a suťovými svahy. Údolí Berounky provázejí výrazné stupně pleistocenních říčních teras. Na svazích vznikly četné recentní erozní rýhy. Nejvyšším bodem Radnické vrchoviny je Rovnička s 502 m n. m., mezi místní významné body patří také vrch Hamouz (se 470 m n. m. je nejvyšším vrcholem NPR Chlumská stráň) (ÚHUL, 2000).

Z pohledu regionálního geologického zařazení spadá Chlumská stráň do soustavy Český masiv (krystalinikum a prevariské paleozoikum), do oblasti středočeská oblast (bohemikum), regionu Barrandien, jednotky proterozoikum Barrandienu a subjednotky kralupsko-zbraslavská skupina (Jedlička et al., 2010).

Z hlediska regionálního geomorfologického zařazení patří oblast do Hercynského systému, subsystému Hercynská pohoří, provincie I Česká vysočina, subprovincie I5 Poberounská, do oblasti I5B Plzeňská pahorkatina a celku I5B-2 Plaská pahorkatina (Jedlička et al., 2010).

Podle regionálně fytogeografického hlediska je NPR Chlumská stráň řazena jako fytogeografická oblast Českomoravské mezofytikum a fytogeografický obvod 32 Křivoklátsko (Jedlička et al., 2010).

### 3.2.3 Hydrologie

Hydrologickým zařazením náleží NPR do hydrogeologického rajónu „623 Krystalinikum, proterozoikum a paleozoikum v povodí Berounky“. Rezervace je odvodňována potokem Radubice a nepojmenovanými přítoky Berounky. Toky se však většinou nachází mimo NPR (Jedlička et al., 2010).

### 3.2.4 Důvod ochrany NPR Chlumská stráň

Předmětem ochrany jsou zde zejména smíšené lesy na suťových svazích s výskytem tisu červeného (*Taxus baccata*) a jedle bělokoré (*Abies alba*). Konkrétně jde hlavně o acidofilní bučiny, květnaté bučiny, hercynské dubo-habřiny, suťové porosty, suché acidofilní doubravy, boreokontinentální bory bez lišejníků a další (Jedlička et al., 2010).

„Cíle ochrany jsou zachování a zvýšení biodiverzity celého ekosystému, vytváření podmínek pro rozvoj vzácných a ohrožených druhů organismů, zachování a obnova společenstev *Querceta petraeae humulia* sup. (zakrslé doubravy), zachování reliktních borů *Pineta quercina* (dubobory), (boreokontinentální bory) tvořících drobné nezmapované enklávy ve styku se zakrslými doubravami a v neposlední řadě i zachování populace silně ohroženého druhu tisu červeného. Z hlediska zachování genofondu tohoto druhu je lokalita výjimečná, protože se zde tisy vyskytují přirozeně a v relativně velkém počtu (Jedlička et al., 2010).

### 3.2.5 Dřeviny rostoucí v blízkosti tisů

V nejbližším okolí tisů se vyskytují zejména tyto dřeviny: bez černý (*Sambucus nigra*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), dub letní (*Quercus robur*), dub zimní (*Quercus paetra*), habr obecný (*Carpinus betulus*), jedle bělokorá (*Abies alba*), jilm horský (*Ulmus glabra*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), jasan zimnář (*Fraxinus ornus*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor mléč (*Acer platanoides*), lípa srdčitá (*Tilia cordata*), líska obecná (*Corylus avellana*), modřín opadavý (*Larix decidua*), smrk ztepilý (*Picea abies*), tis červený (*Taxus baccata*), třešeň obecná (*Prunus avium*).

Bez černý je dnes možné nalézt téměř kdekoliv. Přirozeně roste na vlhkých lesních mýtinách s kamenitým podkladem, v roklích nebo prohlubních, na světlých až polostinných místech, bohatých na živiny, především na dusík. Tento keř, dorůstající výšky 7 – 10 m, kvete v bohatých květenstvích (chocholčitý mnohoramenný vrcholík) od května do července. Květy mají žlutobílou barvu (Pagan, 1996).

Borovice lesní je strom, který dorůstá do výšky až 45m, dožívá se 300-400 let. Kmen je přímý, průběžný, válcovitý a do značné výšky bez větví. Tloušťka může dosahovat až 1 m ve výčetní výšce. Kůra je hladká žlutohnědá v horní části kmene žlutavá, později hnědne a tloustne na celém kmeni. Koruna je v mládí kuželovitá během vývoje stromu se koruna mění až na tvar polokoule s vystupujícími nepravidelnými větvemi. Jehlice jsou 4-8cm dlouhé v průřezu půlkruhové a vyrůstají po 2 v brachyblastu. Borovice má vysoké nároky na světelné podmínky. Proti tomu dobře snáší živinově chudé půdy s velmi nízkou vlhkostí. Za to vděčí mohutnému a hlubokému kořenovému systému. V našich podmínkách ji lze nalézt na kambizemích, písčitých podzolech, píscích, kambizemích rankerových, rankerech a renzinách (Pagan, 1996).

Dub letní je mohutný listnatý strom, který může dorůstat výšky až 40m. Průměrný věk se pohybuje mezi 300 a 500 roky v extrémních případech se může dožívat i 1000 let. Jako solitér tvoří poměrně nízký silný a zavětvený kmen. V porostech jsou kmeny přímé, plnodřevné, bez větví s tloušťkou až 2m. Borka je nejdříve červenohnědá později světle šedá hluboce rozpraskná. Koruna bývá košatá široce rozvětvená. Větve bývají křivolaké a neforemné. Dub má široký areál od nížin do pahorkatin. Dub letní se řadí mezi výrazně světlomilné dřeviny, považuje se za náročnější než dub zimní. Na rozdíl od dubu zimního má dub letní těžiště výskytu na půdách s vysokou hladinou podzemní vody. Upřednostňuje tedy vlhké až mokré půdy s vysokým obsahem živin a silnou humusovou vrstvou (Pagan, 1996).

Dub zimní je listnatá dřevina, která dorůstá do výšek kolem 40m a věku do 300 let. Nedorůstá však takových dimenzí ani věků jako dub letní. I jako solitér mívá rovné a průběžné kmeny s tloušťkou přesahující 1 m. V porostu jsou navíc bez větví. Koruna nebývá tak mohutná jako u dubu letního a je tvořena slabšími větvemi. Kůra je hnědá v pozdějším věku hnědo šedá hluboce rozpraskaná. Dub zimní je světlomilná dřevina, preferuje vlhké půdy s vysokým obsahem živin. Roste i na půdách sušších, ale nedosahuje takových přírůstů (Pagan, 1996).

Habr obecný je listnatý strom, který dorůstá výšky 25m a dožívá se až 200 let. Jako solitér tvoří nízké zavětvené kmeny. V porostu se kmeny dobře čistí od větví, jsou přímé, a často točité, dosahují tloušťky až 0,75m. Borka j hladká tmavě šedá popř. do hněda. Koruna bývá rozložitá a obvejčitá Větve bývají silné křivé a od kmene vyrůstají pod ostrým uhlem. Habr se vyhýbá roklím, údolím a prohlubním. Dobře se mu daří na vlhkých, vzdušných půdách. Hlavním konkurentem pro habr je buk, proto kde se neuchytí buk, okamžitě nastupuje habr (Úradníček, 2009).

Jedle bělokorá je mohutný jehličnan, který v našich podmínkách může dorůstat i 60m a dožívá se 300 a 400 let. Vytváří průběžný, válcový, plnodřevný kmen, který může dosahovat až 2m tloušťky v prsní výšce. Kůra je šedohnědá ve vyšším věku šedá, obsahuje velké množství pryskyřice. Velmi často tato pryskyřice vyplňuje malé měchýřky, které se tvoří pod kůrou. Koruna je u mladých jedinců kuželovitá později válcovitá, větve jsou pravidelně rozmístěny v přeslenech. Jehlice jsou 2-3cm dlouhé, ploché, svrchu tmavě zelené, na spodní straně světlejší, mají zakulacené špičky a na větev nasedají elipsovitou bází. Jedle se řadí mezi stíntolerantní dřeviny (spolu s bukem lesním a tisem červeným). Nároky na světlo se zvyšují s narůstajícím věkem. Preferuje

vlhké půdy provzdušněné půdy, ale roste i na půdách těžších přechodně zamokřených (Pagan, 1996).

Jilm horský je mohutný listnatý strom, který dorůstá výšek mezi 30 a 40m a dožívá se až 500 let. Pokud roste jako solitér, tvoří kratší vidlicovité kmeny. Roste-li v porostu, jsou kmeny přímé válcovité a bez větví s vysoko nasazenými korunami. Tloušťka může přesahovat jeden metr (Pagan, 1996). Kůra je šedohnědá a hladká hluboce rozpraskaná. Koruna má vejčitý tvar, je větevnatá a větve nasedají na kmen pod ostrým úhlem. Listy jsou obráceně vejčité, často asymetrické, pilovité a na konci mívají 3 delší zuby. Jilm horský paří mezi stinné dřeviny, podobně jako buk v mládí snáší vysoké zastínění a díky dobrému postavení listů využívá i slabé a rozptýlené světlo v porostu (Pagan, 1996). S přibývajícím věkem rostou i nároky na světlo. Nevadí mu chlad a dobře snáší i silné mrazy. Z hlediska náročnosti na živiny v půdě se řadí na přední příčky mezi dřevinami, hned za akát a jasan. Preferuje kypré vlhké půdy (Pagan, 1996).

Jasan ztepilý je listnatý strom dorůstající výšek přes 40 m. Dožívá se až 300 let. Tvoří vysoké válcovité kmeny a průměrem do 1,5 m. Kůra je světle zelenošedá, borka pak hnědošedá až šedá. Koruna je v mládí úzká, zprvu vejčitá později téměř kulovitá, s malým počtem větví. Listy jsou složené, lichozpeřené, dlouhé do 40 cm, složené ze 4 až 7 párů lístků. Jasan je citlivý i na slabé mrazy, které poškozují zejména terminální výhon. Řadí se mezi světlomilné dřeviny, avšak v mládí snáší zastínění porostu a lépe se ve stínu vyvíjí. Jasan se velmi úspěšně přirozeně zmlazuje. Nálet bývá početný a dobře nese zastínění porostu. Nachází zde zejména ochranu proti mrazům. Při vyšším průniku světla dobře reaguje a rychle odrůstá. Má vysoké nároky na obsah živin i na její fyzikální vlastnosti. Dobře roste na hlubokých, písčitohlinitých, provzdušněných a čerstvě vlhkých půdách. Roste však i na mělkých půdách, podmáčených suťovištích a balvanitých zeminách (Úradníček, 2009).

Jasan zimnář je nízký listnatý strom, který se dorůstá výšek okolo 20 m. Vytváří sbíhavé kmeny s průměrem do 60 cm. Kůra je hladká světle šedá. Borka má šedivou barvu a je bradavičnatě drsná, slabě rozpraskaná. Koruna bývá nízko nasazená a silně zavětvená. Listy jsou lichozpeřené, dlouhé do 30 cm. Je to světlomilná a teplomilná dřevina, která snáší extrémně vysoké teploty. S tím je spojená schopnost růst na velmi suchých místech. V mládí snáší slabý zástin. Půdy bývají mělké ale bohaté na živiny (Pagan, 1996).

Javor klen je mohutný listnatý strom, který dorůstá výšky až 40 m a dožívá se více než 400 let. Tvoří přímé kmeny, v porostu bez větví. Tloušťka kmene může být až 2 m.

Kůra je šedá až hnědošedá, hladká. Borka je rozrůzněná. Praská a odlupuje se v obdélníkovitých, jazykovitých až velkých nepravidelných destičkách. Koruna bývá vejcovitá, široce rozložená a košatá. Listy jsou dlaňově laločnaté. Je to polostinná dřevina, na živinově bohatých, vlhkých půdách snáší delší zástin. Kleny jsou náročné na fyzikální vlastnosti půd, nejvíc však na obsah živin. Dobře rostou na hlubokých humózních půdách s vysokým obsahem skeletu s vyšší vlhkostí (Pagan, 1996).

Javor mléč je listnatý strom dorůstající výšky do 30 m. Životnost stromu bývá do 300 let. Stejně jako javor klen tvoří přímé kmeny, v porostech jsou bez větví a dorůstají tlouštěk až 1,5 m. Kůra bývá červenohnědá až hnědá, borka je tmavě šedá mělce rozpraskaná. Koruna je vejčitá až široce vejčitá, velmi hustá. Stejně jako klen je to polostinná dřevina, ale hůře snáší mrazy. Nároky na půdu jsou stejné, jako u klenu jen snáší i sušší stanoviště (Pagan, 1996).

Lípa srdčitá je listnatý strom, který dorůstá do výšky 20 – 30 m. Jako solitér tvoří relativně nízký kmen s tloušťkou do 1 m. Kůra je světle hnědá až hnědá později šedavá. Borka je tmavě šedá až do černa slabě rozpraskaná. Koruna je vejčitá elipsovitá až košatá, silně zavětvená. Lípa je stinná až polostinná dřevina, která preferuje kypré a provzdušněné půdy. Na živiny v půdě je středně náročná. Lipový opad je dobře rozložitelný a má pozitivní vliv na půdní podklad (Úradníček, 2009).

Modřín opadavý je vysoký jehličnatý strom dorůstající výšek přes 50 m. Tloušťka kmene může přesahovat 1,5 m. Modřím se dožívá vysokého věku, přesahující 500 let. Má průběžný přímý kmen, který bývá na bázi šavlovitě zakřivený. V mládí bývá kůra žlutohnědá, poměrně brzy přechází do hnědé, vrstevnatě uspořádané, obdélníkovitě rozpraskané, hluboce rýhované borky. Koruna je štíhlá až kuželovitá, poměrně řídká a ve vyšším věku zaoblená. Modřín je velice odolná dřevina, která velice dobře odolává výkyvům počasí i bez ochrany mateřského porostu. Z jehličnatých dřevin má jednoznačně nejvyšší nároky na světlo a všestranně osvětlená koruna je základní předpoklad pro jeho úspěšný růst. Modřín preferuje vlhké půdy ale díky hlubokokořennému systému prosperuje i na půdách čerstvých a na půdách suchých přežívá. Z hlediska obsahu kyslíku v půdě je modřín na prvním místě. Vyhovují mu kypré a vzdušné půdy (Pagan, 1996).

# 4 Lesnictví na Křivoklátsku

## 4.1 Vývoj lesního hospodářství a lesnatosti

Vzhledem k odlišnému vývoji jednotlivých částí Křivoklátska i přilehlého okolí a k rozmanitým přírodním podmínkám, byly zdejší lesní komplexy vystaveny různému civilizačnímu tlaku. Na konci kolonizace (14. století) lesnatost klesala jen velice pomalu. Docházelo pouze ke zhoršování kvalit porostů a to pouze na okrajích lesních celků. Podstatné zvyšování populace přišlo až s koncem třicetileté války. Po roce 1700 se populační tlak ještě zvýšil a tím stouplo i využití lesa. Mezi nejvýznamnější činnosti patřily zejména lesní pastva, prekáry, travaření, hrabání, polaření apod. Ze strany majitele lesa šlo především o obstarání dostatku zvěře, dřeva a dřevěného uhlí (ÚHUL, 2000).

### 4.1.1 Poškozovaní porostů

V 18. století byla pastva povolena na všech majetcích. Tento fakt znemožňoval zalesnění celé řady parcel a obnova se táhla obvykle desítky (až 120) let. Výdělky za pastvu byly pro majitele nepatrné ve srovnání se škodami, které zvířata působila na lesních porostech (Svoboda, 1943).

Prekární lesy byly pro majitele nepřekonatelnou překážkou správnému hospodaření. Na počátku 19. století jich jen na Křivoklátsku bylo 3000 k.j. (tedy přes 1700ha) (Svoboda, 1943). V těchto lesích měli sedláci právo svobodně pást stáda dobytka a každý rok měli nárok na pět sáhů palivového dříví. Obce omezovali majitele nejen v řádném hospodaření, ale také znemožňovali i zaměření těchto pozemků (ÚHUL, 2000).

Travaření byl nešvar, který byl ukončen až v období okupace. Jednalo se o formu vyžínání buřeně na pasekách. Čerstvě zalesněné paseky se v aukci rozprodali a používali se jako zdroj trav pro výrobu sena. Neustálým sečením však travní porost houstl a taktéž docházelo k usekávání sazenic.

Lesopolaření byl další obvyklý a oblíbený způsob využití lesních holin. Po smýcení lesního porostu se půda pronajala sedláků, kteří zde pěstovali hospodářské plodiny. Nejčastěji oves a brambory. Čím vyšší bonita tím déle polaření probíhalo (ÚHUL, 2000).

V roce 1887 bylo na Karlštejně zakázáno hrabání steliva (Svoboda, 1943).

S hrabáním steliva a pastvou byly úzce spjaty i krádeže dřeva.

### 4.1.2 Vznik a vývoj hospodářské úpravy lesa na Křivoklátsku

K cílevědomému hospodaření ze strany vlastníků velkostatků dochází kolem roku 1800, důvodem je velice špatný stav lesů. Tabulka 3 uvádí přehled vlastníků a zařízení lesních celků. Jak je patrné z předchozího přehledu, již počátkem 19. století byla většina majetků na Křivoklátsku spravována podle určitých plánů (ÚHUL, 2000).

Tabulka 3 Přehled majetkových poměrů na přelomu 18. a 19. Století, (UHÚL, 2000)

| Majetek | Tehdejší vlastník | Rok zřízení / výměra | Autor / soustava |
|---|---|---|---|
| panství Křivoklát - část | Fürstenbergové | 1812-1818 /28225 ha | J. Bohumínský/ staťová |
| panství Zbiroh - část | Tehdejší stát | 1792/10392 ha | Mörickenstein/ lánová |
| panství Slabce | Hildprant | 1790/1500 ha | Zvonař / neznámá |
| panství Plasy | Náboženský fond | 1798/4011 ha | neznámý / lánová |
| panství Zbraslav | Náboženský fond | 1786/1658 ha | J. N. Knia / neznámá |
| panství Radnice | Sternbergové | 1830/1090 ha | A. Malchinger / neznámá |
| panství Rokycany | město | 1815/630 ha | A. Schönberger / neznámá |
| panství Libáň | Wurmbrandtové | 1801/764 ha | Sommer / neznámá |
| velkostatek Svinná | Wurmbrandtové | | Sommer / neznámá |
| velkostatek Terešov | K. Stein | 1781/308 ha | Sommer / neznámá |
| velk. Liteň a Svinaře | Rumerskirchenové | 1800/353 ha | neznámý / neznámá |
| panství Karlštejn | Tehdejší stát | 1806/1737 ha | J. Schmidt / lánová |

Počátku systemizace předcházely soubory doporučení, které měly snahu alespoň částečně usměrňovat těžby, podporovaly umělou obnovu, dělily lesy podle dřevinné skladby popř. vzrůstnosti. Prvotní systemizace daly poprvé lesním hospodářům možnost využívat poměrně přesné a zaměřené mapy. Takové mapy se pak používaly celá desetiletí a sloužily i jako podklad pro evidenci těžeb. V soustavě lanové, která byla běžně užívána, byl les rozdělen podle stanoveného obmýtí obvykle 40 let pro les nízký 50 – 60 let pro les střední a 80 – 120 let pro les vysoký nebo pro kvalitní listnáče a jedli. Tvořily se obdélníkové paseky, ke kterým se každý rok přiřadila další holá seč. Etáty byly vypočteny pro celé obmýtí, obvykle se však po několika letech upravovaly a

zaokrouhlovaly směrem dolů. Kontroly systemizací byly zpočátku nepravidelné, teprve až koncem 19. a počátkem 20. století se ujal pravidelný cyklus (Nožička, 1957).

Po roce 1830 začíná převládat užití staťové soustavy (hmotová, plochová nebo kombinovaná). Poprvé se objevuje umělá rozdělovací síť, která člení lesní celky na oddělení, porosty a mýtní články. Délka obmýtí se v podstatě nemění, jelikož však postupně ubývá pařezin a přibývá jehličnatých monokultur tak se průměrné obmýtí dostává k hranici 80 let. Ke konci století se obmýtí prodlužuje a taktéž dochází k prodloužení intervalu přiřazování holých sečí na 2-3 roky (Nožička, 1957).

Lesy se začínají dělit do věkových tříd, obvykle po 20 letech. Označovány jsou římskými čísly I-V, na některých majetcích se užívalo opačného číslování tj. porosty v mýtním věku měli označení I a holiny V (Nožička, 1957).

Etát se vypočítával za použití staťové saské metody. Údaje získané na základě výpočtů se dále korigovaly pomocí kamerální taxy nebo Hundeshagenova vzorce (ÚHUL, 2000).

Od 90. let nabývá na významnosti metoda Judaichova porostního hospodářství a všeobecně se přechází na maloplošné hospodářství s uplatněním přirozené obnovy. Mimo jiné se věnuje větší pozornost i výchově porostů. Vznikají předpisy mýtních zásahů. Doporučovaly se zásahy mírné, ale časté. Po roce 1918 se stává vlastníkem většiny lesních celků stát (Chrustenice, Karlštejn,…) a po roce 1929 i Křivoklátsko. Velké změny zasáhly i oblast Zbirožska, kde přechází značná část lesů (více než 8600 ha) pod správu ministerstva národní obrany (Nožička, 1957).

Po roce 1930 dochází ke sjednocení metodiky vypracování LHP. Využívají se Schwappachovy nebo Wimmenauerovy růstové tabulky a dochází k začleňování porostů do hospodářských skupin. Obmýtí je většinou určeno na 90 nebo 100 let. V LHP jsou podrobně popsány metody a postupy zalesňování, obnovy a výchovy porostů. K dispozici jsou různé skupiny map např. hospodářské (katastrální měřítko), porostní, těžební, atd. nejčastěji v měřítku 1:10000. Etát se stanovuje striktně podle PMP. Předmýtní těžby jsou nadále určovány podle potřeb jednotlivých porostů. Výtěžnost z 1 ha se pohybuje kolem $30m^3$ za decennium a do etátu byla započítávána i těžba nahodilá (ÚHUL, 2000).

### 4.1.3 Hospodaření na Křivoklátsku dnes

Je třeba si uvědomit, že na většině plochy Křivoklátska se rozkládá chráněná krajinná oblast a v rámci CHKO se nachází nespočet zvláště chráněných území. Nelze zde tedy v lesích očekávat standartní hospodaření.

Správa CHKO Křivoklátsko má stanoveny čtyři základní cíle, které určují směr hospodaření a péče o lesní i nelesní celky (Jedlička, 2014).

Zachování a ochrana přirozených společenstev a jejich obnova na předem určených a schválených lokalitách. Konkrétně se jedná o celé území I. zóny, klíčové oblasti II. zóny a ze III. zóny jsou vybírána území, která tvoří významné krajinotvorné prvky a systémy ekologické stability. Tento cíl je postupně a po dlouhých přípravách realizován v úzké spolupráci s vlastníky a uživateli lesů.

Zachování a ochrana dlouhodobě stabilizovaných lučních a travních porostů, zachování jejich velké druhové diversity a postupným rozšiřování na vhodné lokality.

Zachování a ochrana typického krajinného rázu, jeho pestrosti a členitosti. Do zájmu ochrany spadají i urbanistické stavby a architektura.

Posledním dlouhodobým cílem je změna systému hospodaření. Postupné upuštění od holosečného způsobu a naopak využití jiných, zejména pak výběrného způsobu (Jedlička, 2014).

# 5 Tis červený (*Taxus baccata*)

## 5.1 Taxonomie

Převzato z: Květena ČSR 1.

Říše: Rostliny (Plantae)
→Podříše: Cévnaté rostliny (Tracheobionta)
→Oddělení: Nahosemenné rostliny (Pinophyta)
→Třída: Jehličnany (Pinopsida)
→Řád: Borovicotvaré (Pinales)
→Čeleď: Tisovité (Taxaceae)
→Druh: Tis červený (*Taxus baccata* Linnaeus, 1753)

## 5.2 Tisovité

Do čeledi tisovitých (Taxaceae) se řadí dřeviny (stromy i keře) s jehlicovitými, vždyzelenými, kožovitými listy, obvykle dvouřadě rozestavěnými, spirálně postavenými. Rostliny jsou většinou dvoudomé, lze ovšem nalézt i jedince jednodomé (Klika, 1953).

Samčí květy vyrůstají v krátkých kláscích z úžlabí listů nebo rostou jednotlivě na spodní straně letorostů. Mají podobu malých, žlutohnědých kuliček. Jsou složeny z tyčinek, jejichž štítkovité šupiny nesou na spodu 2-8 prašníkových pouzder. Samičí květy vyrůstají na krátkých úžlabních větévkách a mají na konci jediné vajíčko, kryté kalichovitým výrůstkem plodolistu. Větrosnubné samičí květy vyrůstají jednotlivě nebo až po 4 pospolitě. Semeno při dozrávání přerůstá plodolist a osemení dužnatí. U některých druhů je tvrdé semeno obaleno dužnatým míškem (arilem), který je buď mističkovitý (*Taxus*) nebo srostlý s obalem (toreja- *Torreya*). Dnes je již rod toreja (Torreya) řazen do vlastní čeledi torejovité (Torreyaceae), (Větvička, 2001).

Dělohy bývají zpravidla dvě. V listech ani dřevě nejsou pryskyřičné kanálky (u rodu *Torreya* je pod cévním svazkem jeden velký pryskyřičný kanálek), jen u rodu *Taxus* v mladých letorostech můžeme najít osamocené balzámové buňky. Průduchy bývají na spodní straně listů uspořádány do dvou řad (Klika, 1953).

## 5.3 Biologie tisu

### 5.3.1 Vzhled

Naším jediným přirozeně se vyskytujícím zástupcem čeledi Taxaceae je tis červený. (Větvička, 2001).

Je to keř či strom přímého vzrůstu, tvar koruny je rozmanitý. Korunu stromových jedinců popisují Jelínková a Zatloukal (2001) jako kuželovitou nebo kulovitou, stejného názoru je i Úradníček (2009) a Skalická (1988). Klika (1953) zastává názor, že je koruna hustá, spíše podlouhle jehlanovitá až nepravidelná. Zatloukal (2010) ve své práci dělí koruny tisů do 9 základních skupin. Největší zastoupení má skupina široce kuželovitá a úzce kuželovitá s velkým odstupem pak následují ostatní tvary: komole kuželovitá, nepravidelná, pohárovitá, válcovitá, kulovitá, vejčitá a jiná.

Letorosty a dvouleté větvičky jsou olivově zelené, teprve až třetím rokem se na nich vytváří typická hnědočervená až do fialova zbarvená borka, která se odlupuje v dlouhých úzkých pruzích (Úradníček, 2009).

Jelínková a Zatloukal (2001) i Úradníček (2009) uvádějí výšku shodně v rozmezí mezi 10 a 20 metry, mezi 12-20 m udává Skalická (1988). Podle Kliky (1953) je průměrná výška tisu 15 m, nejvyšší jedinci pak dorůstat až 17,4 m. Zatloukal (2010) stanovil průměrnou výšku tisu v ČR na 7,3 m, a změřil maximální výšku na 20 m.

Jedinci se stromovým habit se obvykle bohatě větví na rozdíl od keřovitě rostlých tisů. Tisy obecně hojně tvoří adventní pupeny a mají výjimečně dobrou výmladnost. Jsou schopný vytvářet nové výhony téměř kdekoliv na kmeni, zejména po poranění, ořezu či okusu. Jako jediný přirozeně se vyskytující jehličnan obráží stejně dobře i ze starých pařezů (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Větve dotýkající se země velmi snadno zakořeňují a dochází tak k vegetativnímu množení. Schopnosti vegetativního rozmnožování a odolnosti vůči okusu, střihu nebo olamování se hojně využívá v zahradnictví (Klika, 1953).

Životnost tisů se běžně pohybuje od 300 do 400 let. Výjimečně se mohou dožívat až 1000 let. Staré tisy mívají často vyhnilé kmeny, popřípadě vznikají srůstem kmenů, což není nijak neobvyklý jev. Avšak vlivem těchto úkazů bývá nesnadné určit přesný věk jedince (Zatloukal et al., 2012).

Pravděpodobně nejstarší tis na našem území roste ve Vilémovicích v okrese Havlíčkův brod, dosahuje výšky 14 m, obvod kmene je 360 cm a stáří 800 let. Vůbec nejstarší tis

v Evropě roste ve Velké Británii v Crowhurstu, obvod kmene je 1001 cm, výška 11 m a věk 1500 let (Kyzlík, 2012).

### 5.3.2 Jehlice

Tis má jednožilné, zašpičatělé, lesklé jehlice. Rub jehlic bývá světlezelený až žlutavý, na líci jsou jehlice temně zelené a na bázi zúžené v kratičký řapík. Nemají voskový povlak ani pryskyřičné kanálky. Dorůstají délky 15-30 mm, šířky 2-2,5 mm a k jejich výměně dochází po 4-8 letech (Jelínková, Zatloukal, 2001).

V anatomické stavbě jehlic tisu je význačná dorzo-ventralita. Na svrchní straně mají dvouřadé palisádové pletivo, které chybí na straně spodní, kde se nacházejí průduchy. Mechanické pletivo je vyvinuto jen velmi slabě. Jehlice jsou obvykle rozmístěny ve dvou řadách spirálně postavené, při čemž jehlice na spodní straně větévek bývají asymetrické (Klika, 1953).

### 5.3.3 Dřevo

Dřevo má úzkou, žlutobílou běl a silně vyvinuté jádro. Čerstvé dřevo je nachové až temně hnědé, později světlá a barví se do červenohněda. Má úzké, ve svém průběhu nestejně silné, husté letokruhy, často zprohýbané (Keunecke et al., 2009).

Iszkuło et al., (2012) uvádějí rozsah tloušťky letokruhů 0,29-1,44mm. Tloušťka letokruhu je závislá na velkém množství biotických i abiotických činitelů. Autoři uvádí příklad 2 zkusných ploch vzdálených 37 km (vzdušnou čarou) a rozdíly v průměrné tloušťce letokruhů 0,59mm. Na jedné lokalitě pak byla tloušťka letokruhů v rozmezí 0,05mm.

Dřevo je bez vůně, chutná hořce, ze všech našich jehličnanů je tisové dřevo nejtvrdší a nejtěžší (Klika, 1953).

Podle Kliky (1953) se hustota čerstvého dřeva pohybuje mezi 970–1100 kg/m$^3$, suché dřevo pak dosahuje hustoty 740–940 kg/m$^3$. Naproti tomu Jelínková a Zatloukal (2001) uvádí hustotu v rozmezí 640–840 kg/m$^3$. Ze zahraničních autorů se hustotou tisového dřeva zabýval Schweingruber (1993) a udává 700–800 kg/m$^3$. Brzeziecki a Kienast ve své práci (1994) o tisu hodnotí dřevo jako velmi tvrdé a velmi ohebné s vysokou hustotou 640 kg/m$^3$.

Dřevo je tuhé a pružné, málo sesychá a má neobyčejnou trvanlivost. Špatně se štípe, zato se ale výborně leští, moří a soustruží (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Mikroskopicky se pozná velmi snadno podle toho, že neobsahuje žádné pryskyřičné kanálky, stěny tracheid jsou vyztuženy jemnou spirálovitou ztluštěninou a mají velké dvojtečky, dřeňové paprsky jsou tvořené pouze jednou vrstvou buněk (Walker, 2005).
Mezi buňkami dřeva existují mezibuněčná propojení, která zabezpečují transport vody a živin. Tato propojení se nazývají ztenčeniny a představují neztloustlá místa v buněčné stěně, ve kterých se nacházejí submikroskopické póry. V místě ztenčeniny není vyvinutá sekundární buněčná stěna a fibrily jsou v místě ztenčenin odkloněné od pravidelného směru. Rozlišujeme dva druhy ztenčenin: jednoduché ztenčeniny-tečky a dvůrkaté ztenčeniny-dvojtečky (Walker, 2005).

### 5.3.4 Kořenový systém

Tis je hlubokokořenná dřevina s postranními bohatě rozvětvenými kořeny, jejichž větve mohou být bez kořenového vlášení (v jílovitých půdách), nebo s bohatým kořenovým vlášením případně i s endotrofní mykorhizou (Klika, 1953). Kořenový systém se velice podobá kořenovému systému buku lesního (*Fagus sylvatica*). Je rozsáhlý, s velmi hustou sítí kořenového vlášení těsně pod povrchem. V některých oblastech, zejména pak na vápenném podloží (jihozápadní Irsko) jsou kořeny rozprostřeny po skalních površích a pronikají hluboko do trhlin, čímž velmi spolehlivě ukotvují tis i na prudkých skalách a skalních výchozech (Thomas, Polwart, 2003).
Prováděly se pokusy o mykorhitické spojení mezi kořenovým systémem tisů a houbou *Gigaspora gigantea*. Byly vysazeny dvě skupiny tisových řízků, jedna skupina byla naočkována houbou *Gigaspora gigantea* a druhá ne. Rostlinky pak byly pěstovány 15 měsíců ve skleníku. Skupina naočkovaných jedinců měla delší a bohatší kořenový systém, jehličí obsahovalo více chlorofilu a zvýšil se počet pupenů oproti druhé skupině, ale v průměru kmínků ani výškách se žádný významný rozdíl neprojevil (Gemma, 1998).
Pozitivní vliv mykorhizy popisuje na jihošpanělských tisech Lopez-Gartcia et al. (2013), který se zabýval vlivy, které by mohly způsobovat odumírání symbiotických hub.

### 5.3.5 Rozmnožování tisu

Jak již bylo řečeno, tis je dvoudomá rostlina. Výjimečně můžeme nalézt samčí a samičí květy na jedné rostlině. Jedinci začínají kvést v závislosti na lokalitě a světelných podmínkách mezi 20. a 120. rokem života. Od té doby plodí téměř každý rok. Květy se

objevují časně z jara, v březnu nebo dubnu. Vyrůstají na konci krátkých plodných větévek, na spodní straně tříletých větví. Takové postavení je spolehlivě chrání před deštěm a jiným mechanickým poškozením (Klika, 1953).

Samčí květ se zakládá již na podzim. Má podobu šištičky (4 mm v průměru), která nese na spodu hnědé šupinky. Skládá se z 8–10 štítkovitých tyčinek. Na spodní straně štítku je od 5 do 9 prašných pouzder, které částečně přirůstají k nitce prašné šupiny. Ve vhodném počasí (sucho, větrno) dochází po otevření prašných pouzder k vypadávání pylu. Dojde-li k nepříznivé změně počasí (deštivo), mohou se prašná pouzdra opět uzavřít a uchránit tak zbylý pyl před zvlhnutím (Klika, 1953).

Tis je rostlina anemogamní (větrosnubná). Pylová zrna jsou žlutá, s nepravidelným tvarem, bez vzdušných vaků, v průměru mají 25–35 μm (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Samičí květy se také zakládají už na podzim, z jara vypadají jako zkrácené větvičky, které vyrůstají na spodu loňských letorostů. Skládají se ze spirálně složených šupin. Tři páry šupin kryjí vajíčko, jehož špička vystupuje ven. Na špičce se nachází mikropyle, kam v čase zralosti vajíčko vylučuje kapku slabě kyselé, čiré tekutiny. V ní se zachytávají pylová zrna, která se na večer nebo v noci vsakují dovnitř (Klika, 1953).

Na spodu vajíčka vzniká val, který se mění v dužnatý nepravý míšek, kterým jsou semena obalena, ale nesrůstají s ním. Míšek je jedinou nejedovatou částí rostliny. Délka míšku se pohybuje mezi 6 až 10 mm, šířka mezi 5 a 8 mm. Semena jsou elipsoidní, lehce zploštělá, slabě čtyřhranné a na vrcholu přechází v nevýraznou špičku. Délka semene je obvykle 6 mm, šíře kolem 4 mm. Osemení je tvrdé slabě lesklé, v průběhu zrání přechází z olivově zelené do černohnědé barvy (Skalická, 1988).

Obsahuje olejnatý endosperm chránící embryo s dvěma dělohami. Semeno zraje dle polohy a nadmořské výšky od konce července do listopadu (Klika, 1953).

Semena jsou rozšiřována endozoochorně (po pozření zvěří). Semena tisu přeléhají až 3 roky. Semena sklizená před plným dozráním, zbavená míšku a ihned (koncem léta nebo začátkem podzimu) vysetá, klíčí zpravidla dříve. Malá část semen může vyklíčit již první jaro po výsevu, většina jich však vyklíčí až následující jaro. Semena si klíčivost udrží přibližně po dobu 4–5 let. Tisíc semen tisu váží v průměru 58,7 g, na 1 kg tak připadá přibližně 17000 čistých semen, z toho bývá asi 76 % klíčivých (Thomas, Polwart, 2003). Hulme (1996) uvádí klíčivost mezi 47–70 %.

K vyklíčení potřebuje semeno dostatek humusu a zástin. Při klíčení vyrůstá nejprve hlavní kůlový kořen, ze kterého později vyrůstají kořeny vedlejší. Klíčení je epigeické. Klíčící rostlinka má dvě dělohy podobné jehlicím s tupou nebo zakřivenou špičkou a

brzy zdřevnaťující hypokotyl. Po vysátí endospermu vyrůstají dělohy nad povrch a zezelenají. Záhy vyrůstají první jehlice (Jelínková, Zatloukal, 2001; Hulme, 1996).

### 5.3.6 Růst

Ani v pokročilém věku u nás tisy obvykle nepřekračují výškovou hranici 20 m. Svoboda (1953) popisuje kavkazské tisy, které dorůstají až 25 m. V našich podmínkách nejčastěji dosahují výšek 8–12 m (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Rychlost výškového růstu v mládí je velmi obtížné v terénu hodnotit, pokud není tis důkladně chráněn před škodami okusem působeným zvěří. V prvních letech života roste tis velmi pomalu. Do šestého roku života přirůstá pouze o 25-30 mm ročně, potom se sice rychlost růstu zvyšuje, ale stále patří mezi naše nejpomaleji rostoucí jehličnany. V 10 letech obvykle výškou nepřesahuje dva metry (Klika, 1953). Thomas a Polvart (2003) naopak tvrdí, že přírůsty mezi 20 a 30 cm nejsou nic neobvyklého a tisy rostoucí na mimo zástin ve věku 20 let mohou mít výšku i 4,5 m.

Do 20 let roste tis přibližně stejně rychle jako jedle, velký vliv na jeho růst má světlo. Potom nastává období intenzivního růstu. Ke kulminaci zpravidla dochází mezi 60. a 90. Rokem života. Výškový růst ustává po dosažení obvodu 80–100 cm, přibližně ve stáří 150 let (Jelínková, Zatloukal, 2001). Iszkuło et al., (2012) na základě výsledků své práce uvádějí, že tisové semenáčky do výšky 25cm mají větší výškový přírůst než semenáčky jedlové. Radiální přírůst obou druhů je srovnatelný. Poté je rychlost růstu obou dřevin vyrovnaná. Od výšky 2,1m do výšky 5,0m opět dominuje tis a to jak výškovým přírůstem tak i radiálním. Ve výškových třídách nad 5m již jednoznačně dominuje jedle.

Není prokázána žádná závislost mezi tloušťkou a výškou dřeviny. Obecně však platí, že jedinci rostoucí v zápoji jsou vyšší a štíhlejší než jedinci, kteří rostou mimo porost. U tisu se poměrně často vyskytuje vícekmennost. Může být způsobena například opakovaným poškozováním v mládí nebo méně vhodným podložím. Není neobvyklým jevem, že u starších jedinců dochází ke srůstu více kmenů nebo srůstu větví. Některé tisy mohou vzniknout i vzájemným srůstem více jedinců. V takových případech je velice složité až nemožné zjišťování věku podle počtu letokruhů (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Tloušťkový přírůst je poměrně nepravidelný, protože tis velmi rychle reaguje i na nepatrné změny ve svém okolí. Projevuje se to tím, že jednotlivé letokruhy nejsou po celém svém obvodu stejně široké. Klika (1953) uvádí roční tloušťkový přírůst 1–2 mm.

Při hodnocení literárních údajů o tloušťkovém přírůstu je nutno rozlišovat, má-li autor na mysli šíři letokruhu, nebo tloušťkový přírůst kmene (odpovídající dvojnásobné šíři letokruhu). V mnoha případech literárních údajů to není zcela jednoznačné.

### 5.3.7 Sekundární metabolity

Celá rostlina s výjimkou nasládlého červeného míšku je prudce jedovatá. Hlavní složku jedu tvoří směs alkaloidů nazývaná taxin (Úradníček et al., 2001). Nejjedovatějšími částmi tisu jsou samotné dřevo, kůra a lýko (Shanker et al., 2002).

Alkaloidy jsou dusíkaté látky, které vznikají metabolickou přeměnou aminokyselin nebo jiných prekurzorů zejména v těle rostlin a hub. Řada alkaloidů se využívá terapeuticky, jiné jsou významné jedy (Hrdina et al., 2004).

Hlavním alkaloidem tisu, zodpovědným za stále poměrně časté otravy domácího dobytka, je taxin. Zvláště citliví jsou koně, pro které je požer jehlic letální. Taxin se v zažívacím traktu velmi rychle vstřebává a závažné příznaky se dostavují již po 20–30 minutách. Otrava se projevuje závratěmi, pocity nevolnosti, zvracením, bolením břicha, mělkým dýcháním, průjmy a poruchou srdeční vodivosti. Smrt nastává do 2 hodin, respirační paralýzou se zástavou srdce v diastole. Pro člověka se smrtelná dávka pohybuje mezi 50–100 g jehlic (Hrdina et al., 2004).

Další biologicky aktivní látky obsažené v tisu jsou efedrin a taxol. Efedrin patří mezi aromatické aminy, i když je některými autory řazen do protoalkaloidů.

Efedrin má sympatomimetickou aktivitu s periferní vazokonstrikcí a zvýšením krevního tlaku, působí také stimulačně na centrální nervovou soustavu. Akutní otrava se projevuje silným pocením, bolestí hlavy, neklidem, svalovou slabostí a třesem, dilatací průdušek a zornic, nespavostí a zvracením (Hrdina et al., 2004).

Taxol (paclitaxel) patří mezi diterpeny, podporuje vznik tubulínu a tím zpomaluje dělení buněk. Látka je úspěšně využívána při léčbě některých druhů rakovin. Získává se zejména z tisu západoamerického (*Taxus brevifolia*) v tisu červeném je obsažen pouze v nepatrném množství (Hrdina et al., 2004).

## 5.4 Ekologie tisu

### 5.4.1 Ochrana tisu

Tis je chráněný zejména kvůli svému řídkému výskytu. Ve středověku byly tisové porosty ve většině evropských států zdevastovány. Jednak kvůli nešetrnému obhospodařování lesních pozemků. Užívání holosečného hospodaření, se kterým se tisy srovnávají jen velice obtížně. Největším problémem je náhlé oslunění koruny, která rostla dlouhou dobu v zástinu. Další historický problém byla pastva dobytka v lesích. Samotná pastva tisu neškodila více než jiným dřevinám. Problém byl v úmrtnosti zvířat, která tisy okusovala. Z tohoto důvodu byly tisy pastevci vysekávány a páleny. Neméně významným problémem byla poptávka po tisovém dřevě, které bylo nejvhodnější pro výrobu luků (Úradníček, 2009).

Z lesů, v nichž se tis dříve vyskytoval, v průběhu staletí prakticky vymizel. Přestal být chápán jako naše lesní dřevina. Hlavní příčiny jeho úbytku z lesů stále přetrvávají. Pro jeho záchranu se do nedávné doby, kromě konzervační ochrany, občasných dílčích inventarizací jeho výskytu a monitorování jeho úbytku, aktivně téměř nic nedělalo. Většina lokálních populací tisu v ČR má již tak omezený počet jedinců, že bez podpůrných revitalizačních opatření hrozí jejich zánik během relativně krátké doby. Z tohoto důvodu je třeba tis aktivně chránit. Napomáhat jeho navracení do míst odkud již vymizel a podpořit jej v oblastech kde se doposud vyskytuje.

Na druhou stranu existuje teorie, že tis má omezenou distribuci a díky slabým konkurenčním schopnostem se může vyskytovat jen tam, kde se nevyskytují rychle rostoucí druhy dřevin. K tomu to názoru se přiklání i výsledky paleobotanických výzkumů. Optimum výskytu tisů bylo v době, kdy se nevyskytovali jiné stíntolerantní druhy (Interglaciál), dnes už zůstaly jen relikty na vhodných stanovištích. Tyto teorie tedy zpochybňují vinu člověka na ubývání tisů (Iszkuło et al., 2012).

Z hlediska platných právních předpisů o ochraně přírody a krajiny patří tis červený mezi zvláště chráněné druhy (C3 – silně ohrožený) (podle vyhlášky MŽP č. 395/1992 Sb.). Na území našeho státu je tis chráněn od roku 1958, kdy byla vydána Vyhláška ministerstva školství a kultury č. 54/1958 Ú. l., která určí chráněné druhy rostlin a stanoví podmínky jejich ochrany. Podle této vyhlášky náležel tis mezi druhy s úplnou ochranou, to znamená, že jak nadzemní tak ani podzemní část nesmí být nikterak omezována v růstu, rostlina nesmí být vykopávána, přesazována ani jinak rušena ve svém přirozeném vývoji. Podle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny je

zakázáno zvláště chráněné druhy rostlin „trhat, vykopávat, poškozovat, ničit nebo jinak rušit ve vývoji; je zakázáno je držet, pěstovat, dopravovat, prodávat, vyměňovat, nebo nabízet za účelem prodeje nebo výměny.“ Pro nakládání s nimi je potřeba výjimka dle ustanovení §56 č. 114/1992 Sb. (Stonawsky, 2012).

### 5.4.2 Stanovištní nároky

Tis je rozšířen téměř po celé Evropě od východního Norska až po severní Afriku, směrem na východ zasahuje až na Kavkaz kde je zřejmě největší výskyt vůbec (cca 700 ha na Kavkaze ve východní Gruzii v soutěsce Bacara). Tisy zde ve stáří 400–600 let tvoří převládající dřevinu porostů. Největší zachovalá lokalita ve střední Evropě je na Slovensku v Harmaneckej dolině (Větvička, 2001).

Nejlépe se tisu daří v suťových lesích, vzácněji se vyskytuje i v jiných, na humus bohatých lesích, především v podhorských oblastech. Nejčastěji roste na půdách mělkých, kamenitých, obvykle typu ranker, suťový ranker nebo rendzina. Méně často ho můžeme nalézt na hlubokých půdách, vždy však humózních, dostatečně vlhkých na bazickém podloží. Můžeme jej samozřejmě nalézt i na kyselejších půdách, ale nejhojnější je na půdách bazických (Skalická, 1988).

Tis velmi dobře snáší zastínění a to po celý svůj život. Přežívá při 7 % celkového množství světla, jež dopadá na porost. Velmi dobře roste i při plném oslunění, ale špatně snáší náhlé odclonění. Juvenilové do 6 let věku přežijí při 0,5 % oslunění, musí mít však dobře vyvinutý kořenový systém (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Tis je dřevinou atlantického a mediteránního lesa s oceánickým klimatem, mírnými zimami a s vysokou relativní vlhkostí v létě. Provází bukojedlové lesy a vystupuje až do smrkových bučin. Velice špatně snáší silné a dlouho trvající mrazy (Klika, 1953).

### 5.4.3 Přirozená obnova

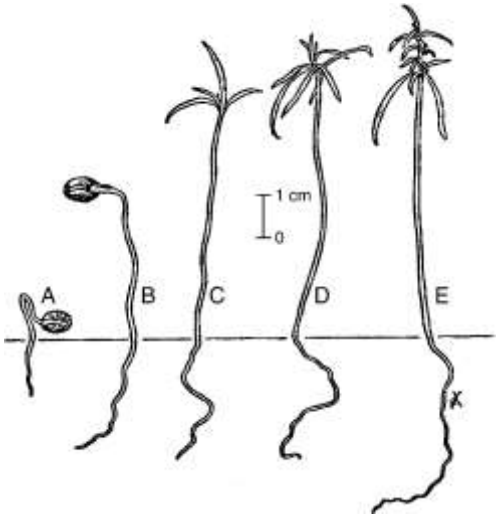
Nejdůležitějším aspektem pro přežití současných tisových populací je přirozená obnova. Tam kde nedochází k dostatečnému zmlazování, jsou tisové porosty na ústupu. Na lokalitách bez dorostu, je tis přes svou odolnost, houževnatost a dlouhověkost odsouzen k zániku (Svoboda, 1943).

Příčinou špatného zmlazování porostů může být mnohdy jen nepatrná plodnost nebo nepříznivé půdní poměry, vyvolané zejména kulturními porosty. Ne vždy však můžeme vysvětlit nedostatek juvenilních jedinců a semenáčků nepříznivými půdními poměry. Především proto, že povětšinou jde o lesy s původní dřevinou skladbou. Není to

způsobeno ani nedostatkem světla, jelikož i bohatě plodící samičí stromy a keře rostoucí na osluněných stanovištích kolem sebe mají nedostatek potomstva (Svoboda, 1943).

Svobodovu teorii o vyloučení negativního vlivu světla podporují pokusy prováděné v laboratorních podmínkách v Berlíně. Byl zde prováděn pokus na semenáčcích, simulující růst v různých světelných podmínkách (3, 7, 27 a 100 %). Výsledkem byla celá řada zjištění. Pozitivním vlivem při nízkém oslunění bylo například zvětšení asimilační plochy, rozšířením a prodloužením jehlic a celkovým zvýšením obsahu chlorofylu. Negativně byly ovlivněny výška a tloušťka kmínku a regenerační schopnosti rostlinek. Překvapivé zjištění bylo, že jak při 3 % tak ani 100 % osvětlení nedošlo k žádnému odumření semenáčků (Perrin, Mitchell, 2013).

Iszkuło et al., (2012) ve své práci tvrdí, že nedostatek přirozené obnovy tisů způsobuje jejich velká úmrtnost v 1. a 2. roce života. Jako nejzávažnější důvody Autoři uvádějí nadměrné zastínění, chlad a nedostatek vody. Taktéž zmiňují jako možné problémy dvoudomost dřeviny a vlivem izolovanosti jednotlivých populací, snížení genetické variability u tisů a s tím spojené reprodukční problémy.




Obrázek 3 Vývoj semenáčku tisu v prvních 6 týdnech, A - 1 den, B - 8 dní, C - 12 dní, D – 22 dní, E - 39 dní, (Martínez et al., 2010)

Jiní autoři tvrdí, že se obvykle za příčinu chybějícího náletu považuje zvěř, neboť tis vyhledává, okusem ho silně ničí a znemožňuje tak jeho další šíření. Pozorování v různých oblastech (severozápadní Španělsko, Velká Británie, Švýcarsko (Martínez et al., 2010), Česká republika (Klika, 1953; Zatloukal, 2010) potvrzují intenzivní okus, zejména pak zvěří srnčí a vysokou (Martínez et al., 2010).

Pro pomalý růst v mládí je tis okusu vystaven poměrně dlouhou dobu. Když odroste, odolává pak okusu velmi dobře stejně dobře, jako snáší zastřihování (Svoboda, 1943).

Takřka stejné potíže sužují celou Evropu. V Norsku bylo dlouholetými výzkumy prokázáno, že největší škody na tisu působí srnec obecný (*Capreolus capreolus*) (Mysterud, Østbye, 2004).

### 5.4.4 Problematika zachování a rozmnožení tisu na Křivoklátsku

Vzhledem k tomu, že se tis na území Křivoklátska vyskytuje pouze na pěti lokalitách (takové lokality, které jsou schopny zachovat genetickou diverzitu v celé šíři) navíc bez přirozeného zmlazení, které by zajistilo další generace, bylo by vhodné jeho výskyt rozšířit. V úvahu připadá několik řešení.

Zajištění ochrany juvenilů a semenáčků proti nepříznivým vlivům. Především snížením stavů zvěře a užití vhodné technologie pro dlouhodobou ochranu (je třeba přihlédnout k velmi pomalému růstu). Je nezbytné uvědomit si, že oblast Křivoklátska poskytuje vhodné životní podmínky pro zvěř a zvěř jí hojně vyhledává. Z tohoto důvodu je snižování stavů velmi náročné (Rus, 2012).

Druhý způsob je umělá výsadba. Tato metoda je časově i finančně velmi nákladná. Musíme vyhledat vhodné lokality pro výsadbu sazenic. Zajistit vhodné území pro sběr reprodukčního materiálu. Ke sběru semen v chráněných oblastech je nutný souhlas správy CHKO. Ten je ovšem velmi pracný a namáhavý z důvodů terénní nedostupnosti lokalit. Je třeba také vzít v úvahu technologickou a časovou náročnost přípravy semenného materiálu, například stratifikaci, předosevní přípravy a přípravu obalové sadby (Rus, 2012).

### 5.4.5 Škůdci

Pomineme-li škodlivý vliv člověka na populace tisu, můžeme tvrdit, že je na tom podobně jako většina našich dřevin. Stejně jako všechny dřeviny i tisy mohou být napadány houbami, hnilobami, hmyzem ačkoliv to není úplně běžné (Daniewski et al., 1998).

Z hub na tisu nejčastěji škodí sírovec žlutooranžový (*Laetiporus sulphureus*), který způsobuje rozklad dřeva, ohňovec hartigův (*Phellinus hartigii*), způsobující bílou hnilobu. Na jehličí se vyskytují sypavky způsobené houbami rodu *Phyllosticta* (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Hmyzích parazitů tisu je velmi málo. Nejrozšířenějším druhem je bejlomorka tisová (*Taxomyia taxi*) (Daniewski et al., 1998). Dospělci nakladou vajíčka do pupenů, kde

dojde k vylíhnutí larev. Pupeny na konci větévek se zvětšují a tvoří velké chocholovité hálky. Vznikají zakrnělé jehlice, ale nové letorosty nevyrůstají. Přesto, že je tento druh hojně rozšířen, nezdá se, že by způsoboval nějaké viditelné poškození. Roztoč tisový (*Eriophyes psilaspis*) taktéž napadá pupeny nebo samčí květy, které pak odumírají. Roztoč *Cecidophyes psilapsis*, pokud se vyskytne ve velkém množství, deformuje růst stromu a omezuje jeho plodnost (Jelínková, Zatloukal, 2001).

V neposlední řadě tisu škodí také zvěř, zejména zvěř spárkatá. Jelen evropský (*Cervus elaphus*) může tis okusovat až do výšky 2 metrů. Neokusuje jen jehličí, ale v zimě loupe lýko a kůru, kde je největší koncentrace minerálních látek a jedu (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Smrt dospělého jedince tisu v přirozených podmínkách může být způsobena několika faktory. Vážné poškození bleskem, silnými dlouhotrvajícími mrazy, vyhníváním kmene, nešetrnou těžbou, pádem stromu z horní etáže porostu případně disturbancí (lesní požáry, změna mikroklimatu způsobená polomy a vývraty okolních stromů) (Jelínková, Zatloukal, 2001).

### 5.4.6 Využití tisu

Dříve než se stal tis vzácným a chráněným druhem, byl hojně využíván v běžném životě. Tisové dřevo bylo vysoce žádané a ceněné pro svou kvalitu, pevnost a odolnost. Kromě luků a kuší se z něho vyráběly hroty šípů a oštěpů, násady, krovy, nádoby, vědra, vesla, pípy, střenky nožů, plotní sloupky, pravítka, rakve pro staroegyptské i francouzské krále a navzdory jeho jedovatosti i talíře, lžíce a další předměty každodenních potřeb. Byl-li dostupný ve větším množství, používal se na okrasné řezbářství, nábytkářství i pro soustružnické práce. Nejvíce se však využíval na výrobu luků. Ve Velké Británii byly tisové porosty zdecimovány právě díky kvalitě a oblibě tisových luků. V 16. století bylo nutno tisové dřevo do Anglie a Francie dovážet jelikož místní porosty byly téměř vymýceny. Dřevo se dováželo z Pyrenejí, Alp, Karpat, středního a jižního Německa (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Podobně jako jiné jedovaté rostliny se tis používal v léčitelství. Léčili se s ním mimo jiné také epilepsie a vzteklina. Léčba to byla nebezpečná a s nejistým výsledkem. Odvar z jehličí býval používán jako abortivum, ale spíše než potrat způsoboval smrt (Zatloukal et al., 2012).

Tis obsahuje látky, se kterými se od 80. let experimentuje při léčbě rakoviny. V dnešní době, se z tisu extrahují pouze některé z nich, například taxol. Jedná se o výtažek z tisu,

vyráběný synteticky z baccatinu, pokusně se používá k léčbě rakoviny prsu, vaječníků, nemalobuněčných nádorů plic a Kaposiho sarkomu, který souvisí s onemocněním AIDS. Největší koncentrace těchto látek bývá ve dřevě, kůře a lýku odkud jsou také získávány (Navia-Osorio et al., 2002)

I přes značný pokrok vědy je léčba stále provázena negativními vedlejšími účinky. Mezi nejzávažnější patří dušnost, bronchospasmus (zúžení dýchacích cest), nevolnosti a různé druhy kožních onemocnění, které se projevují v 10–15 % případů. Do budoucna by se však tis mohl ve farmacii uplatnit (Weiss, 1990).

V dnešní době se tisové dřevo používá jako podložka pod lovecké trofeje a na Slovensku pro výrobu fujar. Tisy mají široké uplatnění jako okrasné dřeviny, bylo vyšlechtěno přes 100 kultivarů. Dobře snášejí městské ovzduší a jeho snášenlivost k řezu a střihu již byla vzpomenuta dříve (Heike, 2004).

## 5.5 Tis v ČR

Touto problematikou se velmi podrobně zabýval Zatloukal (2010). Monitoroval výskyt tisu v celé České Republice. Postupoval systematicky podle přírodních lesních oblastí (PLO). Postupně vypsal, kolik tisů se v dané PLO nachází a kde přesně. Jedná-li se o primární nebo sekundární výskyt nebo umělé vysazení, obvykle zmiňuje i jejich výšky, tloušťky a popis. Pro potřeby této práce bylo využito členění na severní, jižní, východní, západní a střední Čechy a severní a jižní Moravu podle Jelínkové a Zatloukala (2001).

Tis se v České Republice vyskytuje velmi běžně. Je hojně zastoupen ve většině obcí, v pražských parcích a lesoparcích jsou stovky až tisíce jedinců. Tito jedinci byli však uměle vysazení z estetických důvodů, nevyskytují se přirozeně a z toho důvodu nejsou v této práci bráni v potaz. Práce se zabývá pouze jedinci s primárním výskytem. Tisy vyskytující se přirozeně (primárně) jsou na našem území rozmístěny roztroušeně až vzácně. Obvykle se vyskytují na těžko přístupných stanovištích, která nebyla v minulosti obhospodařována holosečným způsobem. Nejvýše tis vystupuje na Šumavě a jejím předhůří. Můžeme ho zde nalézt až v 900 m n. m.. Těžiště přirozeného výskytu je od dubových bučin (3. LVS) až do jedlových bučin (5. LVS).

„Jeho ekologická amplituda však sahá od doubrav (1. LVS) až po horní hranici smrkových bučin (6. LVS)“ (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Následující výčet zahrnuje pouze tisy vyšší než 1 metr a není-li napsáno jinak, jedná se pouze o tisy s primárním výskytem.

V severních Čechách se tis vyskytuje v okolí Děčína (NPR Březinské tisy a PP Jílovské tisy), v CHKO Jizerské hory zejména okolí obce Fojtka. Dále se pak přirozeně vyskytují v CHKO Lužické hory zejména u obcí Horní Sedlo a Krompach, kde roste náš nejmohutnější tis s obvodem 470 cm a věkem okolo 450 let. Celkem v severních Čechách do 1000 kusů (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Střední Čechy jsou na výskyt tisů nejbohatší. V CHKO Křivoklátsko (na několika lokalitách) přes 5000 kusů. Za zmínku stojí též NPR Drbákov – Alberovy skály, několik lokalit na středním toku Vltavy mezí obcemi Davle a Nalžovice a další s populací okolo 2300 jedinců. Střední Čechy tedy přibližně 7300 jedinců (Zatloukal et al., 2012).

V západních Čechách není tis tak bohatě zastoupen. Významnější lokalita je jen PR Netřeb poblíž obce Kanice (200-250 jedinců) (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Podobně na tom jsou jižní Čechy, kde v NP a CHKO Šumava roste na 200 tisů (Zatloukal, 1999).

Ve východních Čechách najdeme tisy zejména na Hřebečském hřbetu v počtu 400 jedinců (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Severní Morava je na tom podobně jako východní Čechy. V oblasti Jeseníků (především NPP Velký Špičák a Malý Špičák) a Beskyd se vyskytuje téměř 500 tisů (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Na jižní Moravě je nejhojnější výskyt tisu v CHKO Moravsky kras. Populace je rozložena na několika lokalitách (Sloup, Pustý žleb, Macocha, údolí Punkvy a další). Celkem se tedy populace tisů na jižní Moravě pohybuje kolem 2500 jedinců (Jelínková, Zatloukal, 2001).

Po součtu všech tisů ze všech lokalit v České Republice dostaneme 12615 původních tisů vyšších než 1 metr. Další 4000 mají kulturní nebo nejistý původ. Celkem tedy na našem území roste téměř 17000 tisů, jejichž výskyt se podařilo ověřit (Zatloukal, 2011).

## 5.6 Výskyt tisu na Křivoklátsku

Tis se zpravidla vyskytuje jako dřevina spodní nebo střední etáže, zejména listnatých lesů, situovaných na suťových svazích a lokalitách s kamennými výchozy (Rus, 2012). V ideálních podmínkách může tis dosahovat i úrovně popř. nadúrovně. V porostech roste převážně jednotlivě nebo je hloučkovitě vmíšen. Častý výskyt je podél potočních zářezů, na prudkých stráních a skalních výchozech (vlastní pozorování). Na území lesní správy Křivoklát se nachází na pěti význačných lokalitách a místech s ojedinělým

výskytem (na Křivoklátsku celkem 19 lokalit s přirozeným výskytem a celkovým počtem 5953 jedinců (Zatloukal, 2010). Celkový počet tisů v ČR se pohybuje přibližně kolem 17000. V oblasti je velmi malý počet uměle vysazených jedinců. Jedná se převážně o stromy přirozeně se vyskytující. Ve stávající populaci bohužel chybí jedinci mladších věkových stupňů (Rus, 2012).

Téměř polovina (45 %) ze všech přirozeně se vyskytujících tisů v České republice se nachází na Křivoklátsku v okolí Berounky a jejích přítoků. Populace je rozdělena do několika fragmentů, z nichž krajní jsou od sebe vzdáleny přes 20 km. V minulosti proběhlo na Křivoklátsku několikeré sčítání tisů například Svoboda 1943, Žebra 1995, Zatloukal 2010, Moucha, 2012 a Šlemr 2014.

Různí autoři uvádí různé počty lokalit (Zatloukal (19), Žebra (11), ve kterých se tis na Křivoklátsku vyskytuje. Do této studie byly vybrány oblasti s výskytem tisu podle Zatloukala (2010): PR V Horách a nejbližší okolí (3400), U Eremita (1009), Stříbrný luh (527), Dubensko (224), NPR Chlumská stráň (220), Velká Buková (202), Zbiroh – zámek a okolí (84), Týřov, Vosník ≥ (80), Propadený zámek (70), Krašov (63), Bělidlo (40), Jezírka (14), Zámeček Dřevíč (8), Kohoutovická hájenka (3), Střela u soutoku s Berounkou (3), Les poblíž Emilovny (2), Nechlebárna (2), Roztoky pod silnicí (1), Třímany (1). Celkem tedy 5953 jedinců. Je třeba brát v úvahu, že Zatloukal (2010) populaci v NPR Chlumská stráň určil za pomoci kvalifikovaného odhadu. A k celkovému počtu je tedy potřeba přičíst 142 jedinců což je dohromady 6095 (Šlemr, 2014)

### 5.6.1 Významné tisy na Křivoklátsku

Na Křivoklátsku se nachází velké množství význačných tisů, ale pouze 2 nesou jméno po osobnosti, která se nějak zasloužila o rozvoj lesnictví a ochranu přírody na Křivoklátsku. Tis „Alois“ má obvod kmene 215 centimetrů, výšku 15 metrů a věk asi 150 let. Je hluboko zavětvený, koruna je pravidelná a kompletní. Nese jméno po lesníku Aloisovi Nechlebovi, který na Křivoklátsku působil od roku 1883 do roku 1922. Vystudoval lesnictví na univerzitě v Mnichově, postupně prošel všemi hodnostmi, od asistenta lesního úřadu až po vedoucího celého Křivoklátského hospodářství (Kyzlík, 2012).

Druhý tis „Pravdomil“ se v 50 centimetrech rozdvojuje a výčetní obvody obou kmenů jsou 1,9 a 2,1 metru. Výška stromu je 13 metrů. Má široce vejčitou, plně zavětvenou korunu. Pojmenován byl po Prof. Ing. Dr. Pravdomilu Svobodovi, DrSc. jednomu

z nejvýznamnějších lesnických pedagogů a vědců v oboru lesních věd. Profesor Svoboda byl v letech 1952–1954 děkanem Lesnické fakulty v Praze a současně vedl katedru pěstování lesů (Moucha, 2012).

Obrázek 4 Tis s nejmohutnější korunou v NPR Chlumská stráň

# 6 Metodika

Cílem práce bylo zjistit, jaký vliv mají dřeviny rostoucí v blízkosti tisů na tisy a jakým způsobem ovlivňují jejich dendrometrické veličiny. Práce se zabývá náhodně vybraným vzorkem 50 tisů z NPR Chlumská stráň. Seznam tisů, které se v dané lokalitě nacházejí, včetně všech potřebných dat (zeměpisné koordináty, nadmořská výška, výšky, tloušťky, pohlaví,…), byly převzaty z práce Šlemra (2014), která se zabývala monitoringem tisu v této oblasti.

Výsledkem náhodného výběru byl soubor 50 jedinců nepravidelně rozmístěných po celé výměře NPR. Data z terénu byla získávána na přelomu listopadu a prosince roku 2015, v rámci jednoho týdenního terénního šetření. Šetření se uskutečnilo v tomto období zejména proto, že listy listnatých dřevin již opadali a ještě nenapadl sníh. Dalo se tedy předpokládat zvýšení přesnosti GPS navigace vlivem menšího stínění signálu olistěnými korunami stromů. Při pohybu pod zápojem jehličnatých stromů, zejména smrku a jedlí oproti pohybu pod korunami odlistěných stromů, klesá přesnost navigace až 4krát z ±3m až na ±12m (vlastní pozorování). Jedinci byli vyhledáváni v porostu za pomoci turistické navigace Garmin GPSmap 60CSx se zabudovaným výškoměrem. Další výhodou odlistění stromů, byla lepší orientace v prostoru, více světla v porostu a vyšší viditelnost (bylo snazší poznat tis na větší vzdálenost).

Ačkoliv byly k dispozici výšky, tloušťky, apod. bylo rozhodnuto, že se budou měřit znovu. Důvodem byla obměna vybavení. Konkrétně výměna ultrazvukového výškoměru vertex IV za laserový výškoměr TruPulse 360B Laser Rangefinder. Částečně proto, že od něj bylo očekáváno zpřesnění výsledků měření a částečně pro jeho schopnost měřit azimut, který je naprosto nezbytnou veličinou pro splnění cílů práce.

Celková populace tisů v NPR Chlumská stráň činila v roce 2014 362 jedinců (Šlemr, 2014). Před výběrem potřebného vzorku byly eliminovány tisy nedosahující výšky alespoň 3m, ty u kterých nebyly výšky přesně změřeny z důvodu nedostupnosti, tisy vyvrácené, částečně vyvrácené nebo s prořezanou korunou. Soubor, ze kterého byl vybrán vzorek 50 tisů, čítal po eliminaci všech nevhodných kandidátů 246 jedinců.

## 6.1 Příprava prací

Před započetím terénních prací bylo třeba vyřešit problémy s vybavením a připravit se na neočekávané problémy, které by se mohly vyskytnout. Bylo třeba promyslet sled činností, jak budou v terénu probíhat, vybrat vhodné přístroje, sestavit tabulky do kterých se budou zapisovat získaná data a doladit jiné drobné nedostatky.

Tabulky byly vytvořeny v tabulkovém editoru MS Excel. Do tabulek se zapisovaly následující informace: číslo měřeného jedince podle seznamu, tloušťka, výška, výška nasazení koruny, vzdálenost konce větví od kmene v daném směru vždy po 45° počínaje severem (0°). Dále byla v tabulce pole pro popis případného poškození jedince a pro poznámku. Do řádků se zapisovaly informace o 5 nejbližších dřevinách. Druh, výška, tloušťka, azimut a poznámka bylo-li třeba.

Jako podkladová mapa pro orientaci v terénu byla po předchozí zkušenosti používta aplikace MAPY.CZ, která samozřejmě nedosahuje kvalit turistické navigace, ale je méně náročná na obsluhu než GPS garmin, přehlednější a praktičtější než mapa papírová.

Byly vybrány nejmodernější přístroje, které byly k dispozici. Digitální průměrka Mantax, Mantax Gator Eyes laser pointers, laserový výškoměr TruPulse 360B Laser Rangefinder, dřevorubecké pásmo a dvojitý geodetický pentagon.

## 6.2 Pomůcky a přístroje

Vyhledávání jedinců podle souřadnic probíhalo za pomocí turistické navigace Garmin GPSmap 60CSx. Přístroj je malý, lehký a pro účely této práce má dostatečnou přesnost. Navigace je poháněna dvěma tužkovými bateriemi, což je taktéž řazeno na stranu kladů a to z důvodu snadné výměny v terénu. Navíc se dá předpokládat zvýšení přesnosti vlivem odlistění korun listnatých dřevin. Výrobce uvádí, že v optimálních podmínkách může být přesnost přístroje ±3m do vzdálenosti a ±5m je odchylka nadmořské výšky.

Pro měření výšek byl používán digitální laserový výškoměr TruPulse 360B Laser Rangefinder. Laserový výškoměr byl vybrán v zájmu zvýšení přesnosti, zrychlení a usnadnění práce. Oproti ultrazvukovému vertexu IV odpadá přemisťování transpondéru při měření dalších veličin a to je z hlediska časové náročnosti veliké usnadnění a zrychlení procesu měření. Zároveň tento typ výškoměru na rozdíl od jiných má i integrovaný elektronický kompas což opět ulehčuje a zrychluje určování azimutů. Nevýhodou, která byla zjištěna, až při měření v terénu je, že se laserový paprsek odrazí

od první překážky, na kterou narazí (podrost, suchá tráva, převislé větve zakrývající výhled na kmen apod.) a tím zkresluje měřenou vzdálenost. Výrobce udává přesnost měření vzdáleností ± 30 cm do vzdálenosti 100m. Maximální měřitelná vzdálenost je 2000 m. Chyba měření sklonů a z nich vypočítané výšky je ± 0,25° a chyba při určování azimutu je ±1°.

Pro měření tlouštěk byla využita digitální průměrka Mantax 1. generace. Průměrka umožňuje měření s přesností na milimetry a výhodou je, že naměřenou hodnotu zobrazí na displayi. Nedochází tak k chybě z odečtení hodnot na stupnici.

Pro měření tlouštěk větví byl vybrán produkt firmy Haglöf. Jedná se o příslušenství k průměrce Mantax a to konkrétně Mantax Gator Eyes laser pointers. Umožňující měření tlouštěk na vzdálenost až 40m. Jedná se o laserová ukazovátka připnutá k čelistem průměrky. Po zapnutí se rozsvítí 2 body ve formě teček na kmeni a měření probíhá tak, že se čelisti průměrky roztahují až je na oblině kmenu patrná místo tečky čára.

Geodetický pentagon byl používán pouze pro určení pravého úhlu při měření vzdálenosti okraje koruny od kmene dřeviny.

Dřevorubecké pásmo bylo používáno na měření obvodu kmenů a následnému dělení na osminy. V případě, že nebylo možné změřit nějakou vzdálenost pomocí přístroje, měřila se pomocí pásma.

## 6.3 Sběr dat

Pro určení konkrétní konkurence stromů a průmětů korun bylo nezbytné postupovat vždy stejným způsobem. Ke zjištění průmětu korun byla zvolena plocha osmiúhelníku, který vzniká vzdáleností konce větví v určitém směru počínaje vždy severem a pak po 45°, tedy ve směrech severozápad, západ, jihozápad, jih, jihovýchod, východ a severovýchod. Obvod kmene byl změřen obvodovým pásmem a výsledná hodnota vydělena osmi. Vždy v 1/8 obvodu kmene a jejích násobcích byly křídou vyneseny značky. V těchto bodech pak byla kolmo na tečnu kmene měřena vzdálenost od kmene po poslední živou větvičku. Pomocí geodetického pentagonu byly kontrolovány kolmice na povrch půdy.

Dále byly změřeny vzdálenosti, výšky a azimut od tisu. Tyto veličiny se měřily u pěti nejbližších sousedících stromů, jejichž výška přesahuje alespoň polovinu výšky tisu, v jehož blízkosti se nachází.

Z hlediska tisů byly dále měřeny výška, tloušťka a výška nasazení koruny (nasazení první zelené větve). Jako první zelená větev byla považována větev, která přesahuje tloušťku 2 cm ve vzdálenosti 2 cm od kmene a roste pod uhlem větším než 45°.

## 6.4 Terénní práce

Před započetím terénních prací bylo nutné zadat souřadnice všech měřených tisů do navigace. Jednotlivé tisy byly hledány podle funkce, NAVIGUJ DO BODU. Ve většině případů nebyl žádný problém s nalezením daného jedince. Pokud se hledaný tis nacházel ve skupince, postupovalo se následovně. Porovnala se nadmořská výška, tloušťka, pohlaví, pokud stále nebylo jisté, který jedinec je ten pravý, přistoupilo se k měření výšek. Všechny tisy byly nakonec správně určeny.

Po nalezení daného jedince bylo nutné postupovat vždy stejně. Jednak proto, aby se předcházelo chybám a také proto, aby bylo možné všechny naměřené hodnoty porovnat.

První fází bylo měření výšky. Měření se skládalo ze 3 kroků. Nejprve bylo potřeba zaměřit na kmen a tím změřit vodorovnou vzdálenost mezi stromem a měřičem. Dále bylo třeba zacílit na patu kmene a tím zjistit sklon mezi vodorovnou rovinou a patou kmene. Nakonec zaměřit terminál stromu a pomocí goniometrických funkcí přístroj dopočítal výšku stromu.

Pomocí průměrky byla změřena tloušťka v prsní výšce. Měření probíhalo vždy bez výjimky ve dvou na sebe kolmých směrech. Průměr z naměřených hodnot byl zanesen do tabulky.

Dalším krokem bylo změření obvodu kmene pomocí obvodového pásma. Pak byl obvod vydělen osmi a pomocí křídy byly vytvořeny značky na kůře stromu vždy v rozestupu jedné osminy obvodu kmene. Po vyznačení všech osmi bodů se přistoupilo k měření vzdálenosti konce větví od kmene. Ve většině případů bylo možné použít Trupulse 360B. V některých případech však nebylo možné zajistit volný průchod laserového paprsku až na kmen tisu a tak musely být určité vzdálenosti měřeny pásmem. Po změření a zapsání všech 8 bodů, byly vybrány nejbližší stromy, které by teoreticky mohly svou přítomností konkurovat tisu. Byl určen druh dřeviny, její výška, vzdálenost a azimut od tisu.

Po změření všech veličin byl vizuálně posouzen zdravotní stav tisu. Hlavními kritérii posouzení bylo výrazně poškození kmene, koruny, nebo kořenů. Výsledek byl zaznamenán do tabulky. Dále bylo zkoumáno pohlaví tisu. Jelikož pohlaví již byla

určena v práci Šlemra (2014), měla tato položka jen kontrolní charakter. Nejjednodušším rozlišovacím znakem mezi samci a samicemi jsou „plody“ pokud nebyly na jedinci přítomny semena obalená červeným míškem, bylo potřeba hledat samčí květy. U všech jedinců se pohlaví podařilo určit a v žádném případě se nejednalo o oboupohlavního jedince.

## 6.5 Výpočty

Průměty korun byly spočteny, jako plocha osmiúhelníku. Součtem ploch osmi trojúhelníků daných úhlem 45° a vzdáleností konce větve od kmene daného tisu. K této vzdálenosti bylo třeba přičíst ještě polovinu průměru kmene z důvodu měření od jeho povrchu, čímž bylo dosaženo vzdálenosti od středu kmene. Podobně byl spočten obvod koruny a to jako součet zbylých stran osmi trojúhelníků, které tvořily plochu daného osmiúhelníku. Podle rovnic 1 a 2.

$$P = \frac{1}{2} \times a \times b \times \sin\gamma \qquad (1)$$

$$c = \sqrt{(a^2 + b^2 - 2 \times a \times b \times \sin\gamma)} \qquad (2)$$

kde „P“ je plocha trojúhelníku, „c“ je zbývající strana trojúhelníku, „a“, „b“ jsou známé strany trojúhelníku a „γ“ je úhel sevřený mezi těmito stranami.
Povrch a objem koruny byl spočten podle následujících vzorců 3 a 4.

$$V = 0{,}4 \times \frac{\pi}{4} \times d^2 \times l \qquad (3)$$

$$S = \frac{\pi}{4} \times d_c \times \sqrt{(4 \times l^2 + b)} \qquad (4)$$

kde „V“ je objem koruny, „S“ je povrch koruny, „b“ je průměr koruny a „l“ je výška koruny.
U tisů byly zjišťovány vztahy mezi tloušťkou kmene a parametry koruny, pomocí korelačních koeficientů a lineární regrese s cílem zjištění úrovně vztahů.
Dále bylo nutné zjistit vliv okolních stromů na tvarování korun tisů. Koruny by měly být v ideálním případě symetrické (kruhové). Nicméně vlivem okolních dřevin pronikají větve tisů do volných prostor, které v rámci konkurence obsazují. Dojde-li v průběhu

vývoje porostu k zastínění těchto větví, tak odumírají a konkurenční boj se odehrává ve vyšších částech koruny. Pravidelnost koruny byla zkoumána na základě vzdálenosti konců větví v daných osmi směrech. Kritériem může být koeficient variability, pokud nepřesáhne 10 %, je možné o koruně tvrdit, že je víceméně symetrická. Pokud je vyšší jak 10 %, jednalo by se o korunu asymetrickou. Konkurenti působí na koruny tisů dvěma parametry. Vzdáleností stromu od tisu, měřena byla vzdálenost od kmene ke kmeni ve vodorovné rovině ve výčetní tloušťce, a poté výškou konkurenta. Poloha okolních stromů byla zjištěna na základě azimutu.

# 7 Výsledky

## 7.1 Tisy

### 7.1.1 Vybrané tisy a jejich zdravotní stav

Z celé populace 362 tisů byl vybrán vzorek 50 jedinců a to samičích a samčích stromů v poměru 1:1,17 což odpovídá 23 a 27 jedincům (tabulka 3). U tisu č. 29 byla zjištěna vada kmene (rakovina a poškození šplhavci). Tisy č. 19 a 30 měly odkryté kořeny, což mohlo být způsobeno částečně sesuvem půdního podkladu, ale především černou zvěří, která má ve stínu tisů (mezi kořeny a pod hustými korunami) vyhrabané dolíky. Na takových místech zvěř přečkává nepřízeň počasí (koruny poskytují ochranu před sluncem i deštěm). V okolí takto poškozených tisů je značné množství pobytových značek divokých prasat od stop přes trus až po štětiny (srst), které se zachytávají na kořenech a kmenech tisů. Toto tvrzení potvrzuje také poznámka Šlemra (2014), o nalezeném uhynulém (střelná rána) praseti divokém právě na takovém místě.

Tabulka 4 Soubor vybraných jedinců

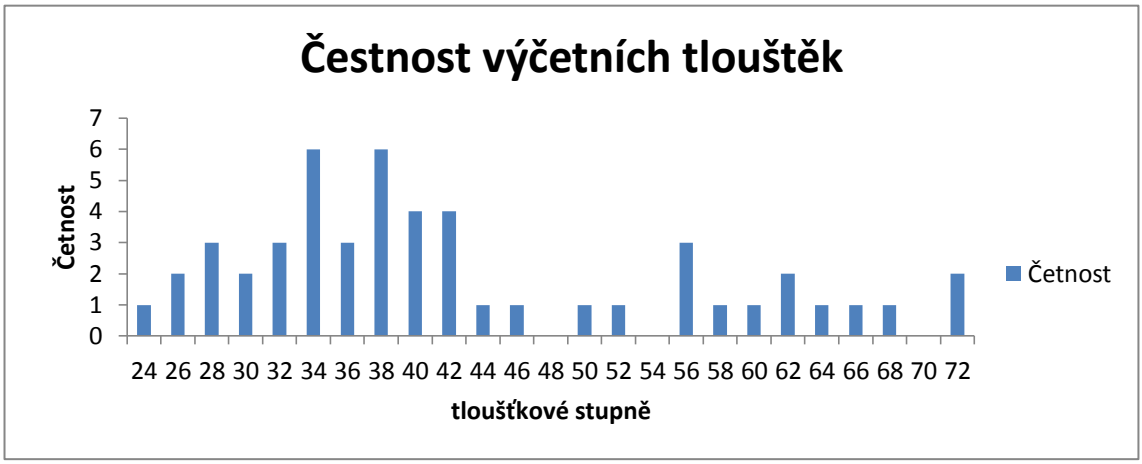
| Číslo 2015 | Číslo 2014 | Tloušťka [cm] | Výška [m] | Pohlaví | Souřadnice | | Nadmořská výška [m] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | X | Y | |
| 1 | 006 | 49,5 | 12,1 | samec | -800903 | -1052320,185 | 316 |
| 2 | 007 | 62 | 14,8 | samec | -800913 | -1052319,503 | 318 |
| 3 | 008 | 62 | 12,6 | samice | -800933 | -1052292,297 | 307 |
| 4 | 010 | 32,1 | 14,8 | samec | -800888 | -1052335,542 | 330 |
| 5 | 011 | 41 | 14,7 | samec | -800880 | -1052341,377 | 336 |
| 6 | 017 | 41,3 | 12,5 | samice | -800681 | -1052364,575 | 340 |
| 7 | 026 | 35 | 15,4 | samice | -800644 | -1052444,025 | 380 |
| 8 | 031 | 65 | 16,1 | samec | -800529 | -1052429,83 | 376 |
| 9 | 037 | 58 | 13,5 | samice | -800336 | -1052378,521 | 366 |
| 10 | 042 | 50,2 | 14,6 | samice | -800400 | -1052295,778 | 290 |
| 11 | 043 | 32,3 | 12,2 | samec | -800359 | -1052264,197 | 276 |
| 12 | 046 | 33,4 | 12,6 | samec | -800338 | -1052254,58 | 272 |
| 13 | 052 | 68 | 19,9 | samec | -800206 | -1052436,721 | 404 |
| 14 | 053 | 40 | 14,1 | samec | -800221 | -1052427,118 | 405 |
| 15 | 055 | 41,7 | 15,8 | samec | -800225 | -1052421,388 | 396 |
| 16 | 056 | 31,8 | 11,8 | samec | -800230 | -1052400,915 | 396 |
| 17 | 057 | 58,6 | 17,2 | samice | -800298 | -1052357,698 | 368 |
| 18 | 062 | 25,9 | 11,3 | samec | -800327 | -1052287,093 | 325 |
| 19 | 078 | 40,5 | 13,9 | samec | -800260 | -1052218,231 | 301 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 | 081 | 55,1 | 15,3 | samec | -800091 | -1052202,272 | 298 |
| 21 | 082 | 55,3 | 15,4 | samec | -800083 | -1052188,995 | 293 |
| 22 | 083 | 36,1 | 11,2 | samice | -800055 | -1052158,222 | 275 |
| 23 | 084 | 38,7 | 12,7 | samice | -800063 | -1052201,29 | 315 |
| 24 | 085 | 66 | 16 | samec | -800095 | -1052232,338 | 317 |
| 25 | 090 | 27 | 13,8 | samice | -799952 | -1052293,447 | 390 |
| 26 | 092 | 32 | 14 | samec | -799944 | -1052272,58 | 381 |
| 27 | 093 | 31 | 13,5 | samec | -799927 | -1052274,326 | 384 |
| 28 | 095 | 33 | 14,6 | samice | -800031 | -1052304,687 | 357 |
| 29 | 099 | 30 | 13,4 | samec | -800017 | -1052265,886 | 349 |
| 30 | 100 | 34 | 13 | samec | -799994 | -1052275,365 | 372 |
| 31 | 103 | 63 | 13,2 | samice | -800009 | -1052252,45 | 348 |
| 32 | 104 | 58 | 13,2 | samec | -800032 | -1052258,968 | 342 |
| 33 | 105 | 40 | 16,3 | samice | -800024 | -1052210,096 | 320 |
| 34 | 106 | 40 | 14 | samice | -800037 | -1052199,842 | 313 |
| 35 | 107 | 37 | 12,4 | samec | -800014 | -1052195,256 | 319 |
| 36 | 138 | 37 | 15 | samice | -799864 | -1052207,689 | 350 |
| 37 | 139 | 28 | 12,4 | samice | -799858 | -1052239,887 | 385 |
| 38 | 144 | 26 | 12,3 | samice | -799845 | -1052103,768 | 331 |
| 39 | 158 | 55 | 12,2 | samice | -799885 | -1052057,029 | 287 |
| 40 | 176 | 37 | 13,5 | samice | -799679 | -1052027,019 | 422 |
| 41 | 178 | 33,5 | 13 | samec | -799662 | -1052022,22 | 427 |
| 42 | 180 | 34,7 | 13,9 | samice | -799662 | -1051992,306 | 415 |
| 43 | 181 | 37 | 12,8 | samec | -799663 | -1052000,045 | 413 |
| 44 | 182 | 30 | 13,1 | samec | -799643 | -1052001,545 | 423 |
| 45 | 183 | 23 | 11,1 | samice | -799648 | -1052006,126 | 425 |
| 46 | 187 | 36 | 11,1 | samec | -799771 | -1051960,188 | 324 |
| 47 | 247 | 46 | 14,8 | samice | -799710 | -1051784,604 | 282 |
| 48 | 281 | 28 | 11,8 | samec | -799592 | -1051769,146 | 328 |
| 49 | 344 | 38 | 11,3 | samice | -799338 | -1051475,582 | 378 |
| 50 | 345 | 43 | 12,6 | samice | -799412 | -1051454,979 | 334 |

U těchto jedinců bylo určeno pohlaví, změřeny výšky a tloušťky a výška nasazení první zelené větve. Přeměřeny byly také tloušťky a výšky. A znovu hodnoceno také pohlaví. Byly změřeny korunové průměty a spočteny povrchy a objemy korun.

### 7.1.2 Výšky a tloušťky

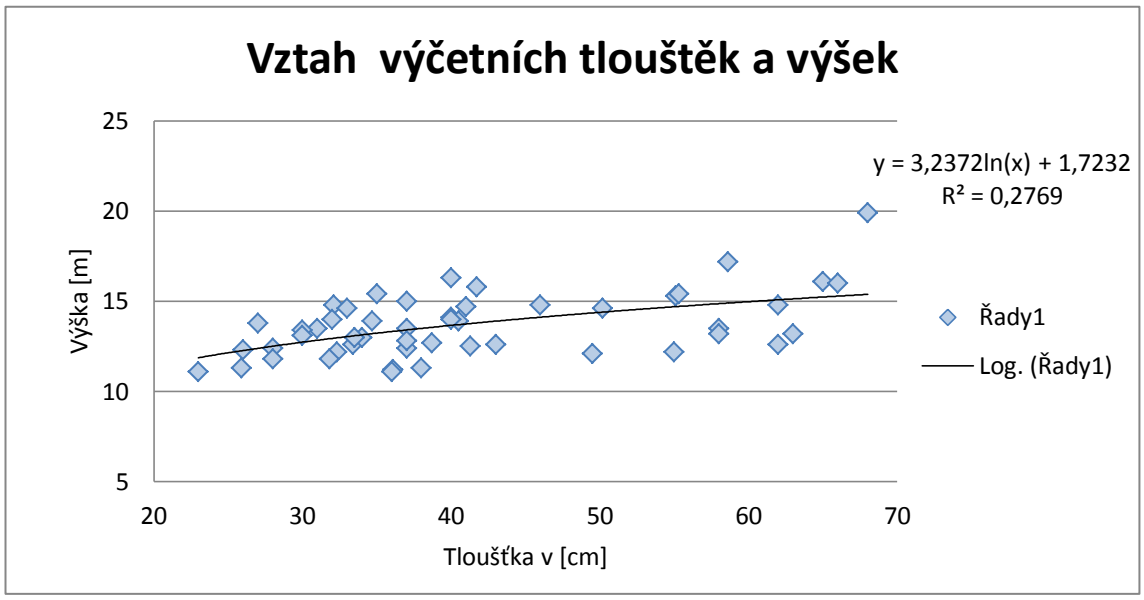
Z 50 naměřených výšek byla vypočtena průměrná výška tisu 13,66 m. Tuto výšku přesahuje 40 % změřených jedinců. 34 % vybraného vzorku pak přesahuje průměrnou tloušťku v prsní výšce, což je 41,53 cm. Na obrázku 5 je znázorněno rozdělení tisů do tloušťkových stupňů a jejich početnost. Je zřejmé, že v místě, kde bychom očekávali nejvyšší četnost, je naopak nejnižší zastoupení. To může být způsobenou formou výběru jedinců nebo nedostatečně početným vzorkem. Taktéž to může být způsobeno tím, že tisy nikdy nebyly vychovávány a proto dochází k velkému rozpětí tlouštěk.




Obrázek 5 Četnost výčetních tlouštěk

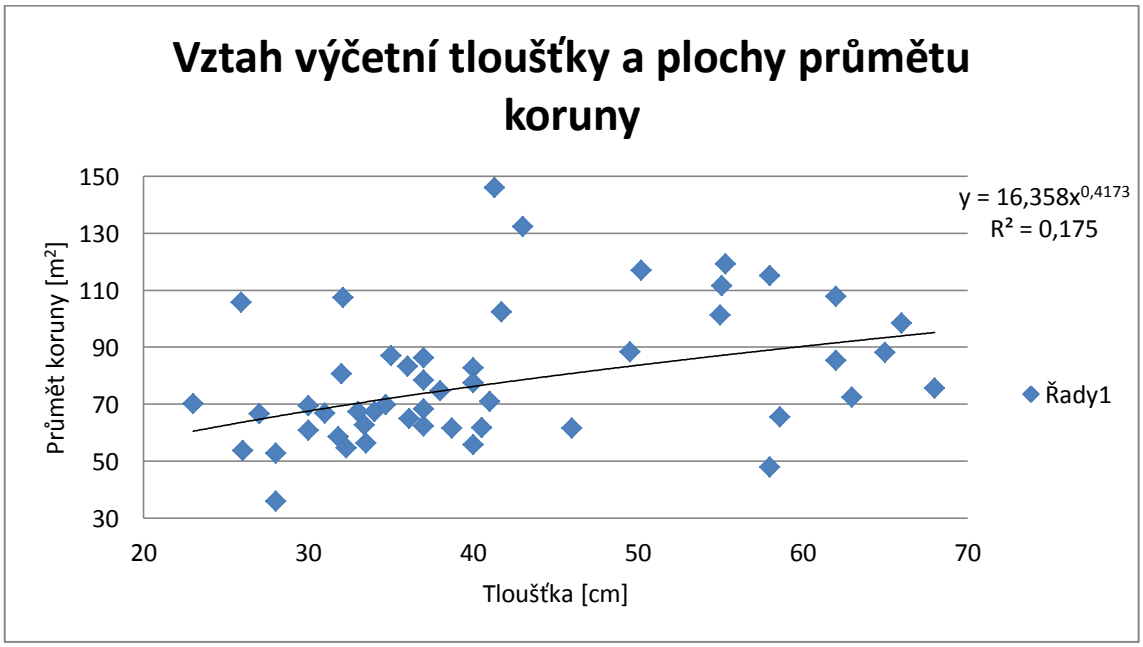
Obrázek 6 znázorňuje rozložení výšek tisů do výškových tříd. Na první pohled je zřejmé, že výšky nejsou tak variabilní jako tloušťky a spíše se vyskytují okolo střední hodnoty.

Obrázek 6 Rozložení výšek




Obrázek 7 Vztah výčetních tlouštěk a výšek, parametr a = 3,2372; b = 1,7232

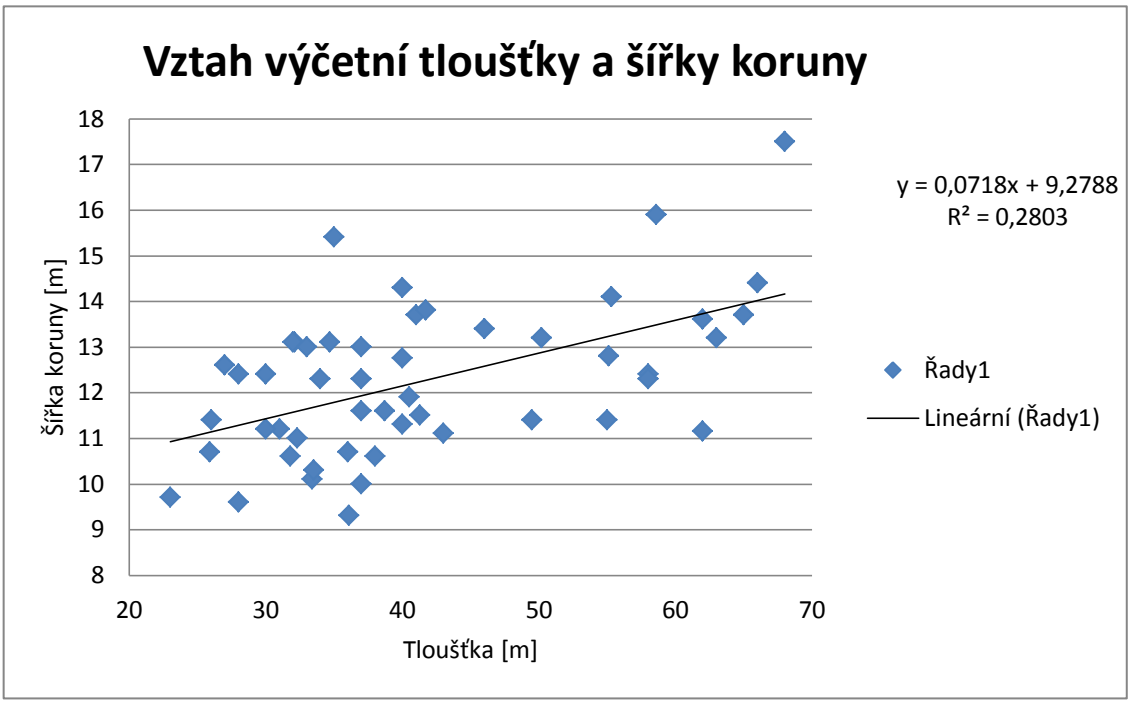
Vzhledem k tomu, že mnoho autorů uvádí vztah tloušťky a výšky, bylo by vhodné, v zájmu porovnání výsledků zjistit parametry rovnice a určit regresní vztah. Na obrázku 7 je znázorněn vztah tlouštěk a výšek. Výsledky potvrzují všeobecně známý fakt, že s rostoucí výčetní tloušťkou roste úměrně i výška dřeviny.




Obrázek 8 Vztah výčetních tlouštěk a plochy průmětu koruny, parametr a = 16,358; b = 0,4173

Totéž bylo provedeno i pro tloušťky a plochy průmětů korun. Obrázek 8 ukazuje vysokou variabilitu průmětu korun v závislosti na tloušťce, což by znamenalo ovlivnění tvorby korun vnějším prostředím a nikoli jen růstem tisu. Koeficient determinace je také

velmi nízký. I když je tis brán jako stín snášející dřevina z průmětů korun je možné vyčíst, že růst koruny je ovlivněn zástinem sousedních stromů.



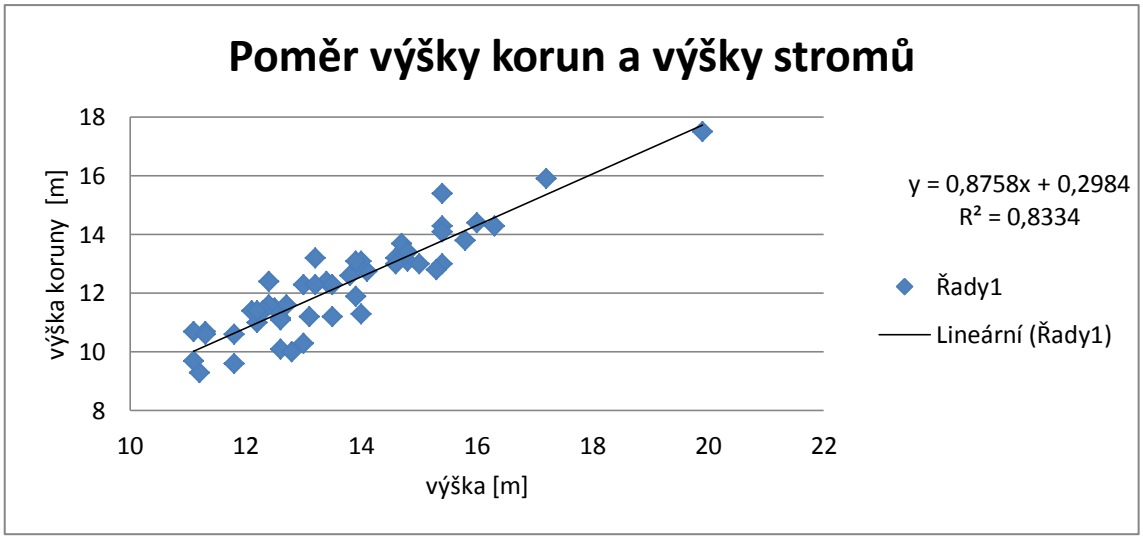

Obrázek 9 Vztah výčetní tloušťky a šířky koruny, parametr a = 0,0718; b = 9,2788

Průmět koruny ukázal velkou variabilitu, kdežto šířka koruny je již více závislá na tloušťce. To potvrzuje vliv sousedních stromů na tvorbu koruny, viz obrázek 9.

### 7.1.3 Parametry korun

Byla vypočtena délka koruny jako rozdíl výšky stromu a výšky nasazení první větve. Průměrná výška nasazení koruny je 1,39 m. Této hranice nedosahuje téměř polovina zkoumaného souboru tj. 46 %. Byly dány do poměru výšky korun s výškami tisů. Z Obrázku 10 je zřejmé, že délka koruny jednoznačně závisí na celkové výšce tisu.

Změřena byla také šířka korun ve 2 na sebe kolmých směrech a z těchto hodnot byla vypočtena průměrná šířka jednotlivých korun (viz Tabulka 5). Nakonec z průměrných hodnot jednotlivých korun byla určena průměrná šířka tisové koruny a to 10,36 m. Alespoň této hodnoty dosahují téměř tři čtvrtiny vzorku tedy 70 %.




Obrázek 10 Závislost výšky korun na celkové výšce tisů

Podle rovnic (3) a (4) z kapitoly 6.5 byly vypočteny hodnoty povrchů a objemů jednotlivých korun. Průměrná hodnota povrchu koruny je 2531,46 $m^2$, této hodnoty nedosahuje více než polovina populace tedy 56 %. Minimální povrch koruny je téměř 2,5x menší než je průměr tj. 1025,4 $m^2$.

Objemy korun nabývají stejně extrémních rozdílů. Průměrný tis má objem koruny 424,80 $m^3$, maximální objem je 737,90 $m^3$ a minimální objem činí 148,55 $m^3$.

Dále proběhlo měření průmětů korun a to metodou osmiúhelníku. Obvod kmene byl rozdělen na osminy podle světových stran. V určitém bodě byla změřena vzdálenost poslední větve a takto vzniklé body byly propojeny a vznikly tak osmiúhelníky, které jsou průmětem korun jednotlivých tisů (Tabulka 5). Průměrná hodnota průmětu koruny tisu v této oblasti je 79,25 $m^2$, tuto hodnotu přesahuje 40 % populace reprezentované vybraným vzorkem. Maximální hodnota průmětu koruny je téměř dvojnásobná v porovnání s hodnotou průměrnou tj. 145,96 $m^2$ (tis č. 6). Naproti tomu nejmenší korunový průmět je 36,05 $m^2$ (tis č. 48), což není ani polovina průměrné hodnoty.

Tabulka 5 Průměrné hodnoty naměřených a vypočtených dendrometrických veličin korun tisů

| | ø tloušťka [cm] | ø výška [m] | ø výška nasazení koruny [m] | ø vzdálenost od kmene[m] | ø vzdálenost od středu stromu [m] | ø průmět koruny [$m^3$] | ø výška koruny [m] | ø plocha koruny [$m^3$] | ø průměr koruny [m] | ø objem koruny [$m^3$] |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Průměr | 41,5 | 13,7 | 1,4 | 4,9 | 5,2 | 79,2 | 12,3 | 2531,5 | 10,4 | 424,8 |
| Směrodatná odchylka | 12,3 | 1,7 | 0,7 | 1,5 | 0,7 | 23,2 | 1,7 | 835,5 | 1,5 | 143,8 |
| Var. koeficient | 29,5 | 12,8 | 51,3 | 30,4 | 14,4 | 29,2 | 13,6 | 33,0 | 14,4 | 33,8 |

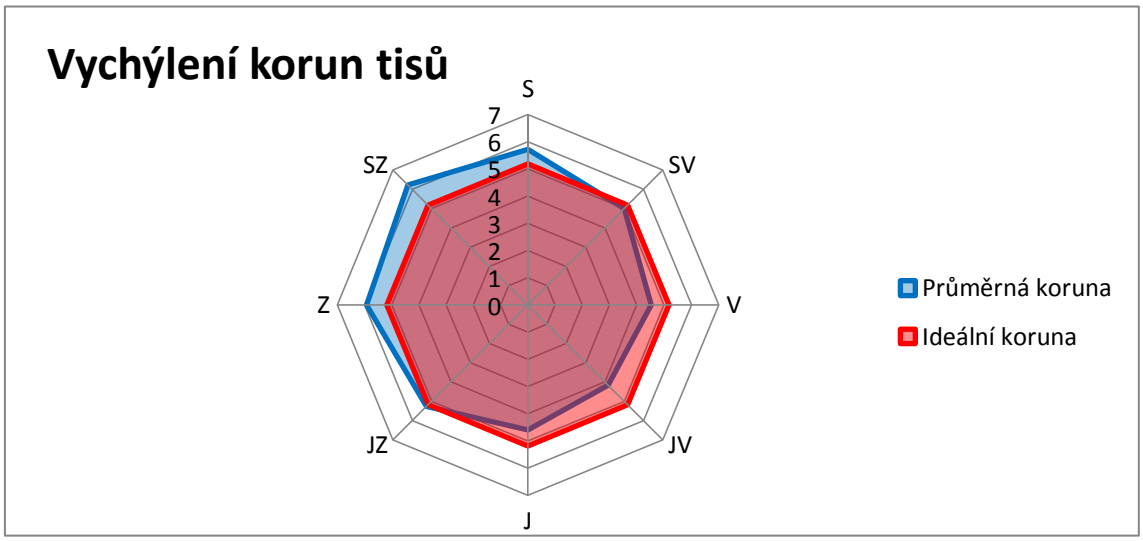
Vliv okolí na formování tisů byl šetřen pouze zprostředkovaně pomocí korunových průmětů. Z Tabulky 6 je zřejmý trend rozšiřování korun severním, severozápadním až západním směrem.

Tabulka 6 Šířky korun vztažené ke světovým stranám

| | S | SV | V | JV | J | JZ | Z | SZ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Průměr | **5,71** | 5,01 | 4,53 | 4,17 | 4,59 | 5,27 | **5,92** | **6,23** |
| Směrodatná odchylka | 1,43 | 1,52 | 1,30 | 1,25 | 1,30 | 1,44 | 1,37 | 1,17 |
| Variační koeficient | 24,97 | 30,44 | 28,81 | 30,09 | 28,29 | 27,33 | 23,19 | 18,84 |

Ještě lépe je to patrné z Obrázku 11. Je zde znázorněný průmět dvou korun a to koruny ideální kruhové (červená barva) a koruny mající parametry průměrné koruny (modrá) ze zkoumané oblasti. Vidíme, že v průměru dochází k vychýlení více než o 1m tedy téměř o 10 % šířky koruny a to ve směru na severozápad, západ až jihozápad.

Šetřena byla také symetrie korun. Byly vypočteny průměrné vzdálenosti konců větví od středu kmene, spočtena směrodatná odchylka a variační koeficient. Přesahuje-li variační koeficient 10 %, jedná se o korunu asymetrickou. Naopak je-li variační koeficient menší než 10 % můžeme o koruně tvrdit, že je symetrická. Symetrickou korunu má pouze 10 % (5) jedinců z vybraného souboru (50). Zbylých 90 % (45) má korunu asymetrickou. Což může být způsobeno vlivem konkurenčních dřevin nebo vlivem prostředí.




Obrázek 11 Vychýlení koruny tisu

## 7.2 Konkurenční dřeviny

V rámci mapování nejbližšího okolí bylo popsáno 5 nejbližších dřevin, určen jejich druh, změřeny jejich výšky, vzdálenosti a azimuty od vybraných tisů. Celkově bylo změřeno a určeno 250 dřevin, které mohou svou přítomností konkurovat tisu a tím omezit jeho prosperitu a rozvoj. Tento soubor je tvořen 17 různými druhy listnatých i jehličnatých dřevin. Což je velice pozoruhodné. Takto pestrá druhová skladba je nevšední úkaz a mělo by se zde hospodařit s ohledem na její zachování. Byly zde nalezeny tyto dřeviny: bez černý (KR - BEZ), borovice lesní (BO), dub letní (DB), dub zimní (DBZ), habr obecný (HB), jedle bělokorá (JD), jilm horský (JLH), jasan ztepilý (JS), jasan zimnář (JSZ), javor klen (KL), javor mléč (JV), lípa srdčitá (LP), líska obecná (KR - LÍSKA), modřín opadavý (MD), smrk ztepilý (SM), tis červený (TS), třešeň obecná (TR).

Největší zastoupení má habr obecný 23,9 %, lípa srdčitá 19,9 % a jasan zimnář 9,2 %. Nejvyšších průměrných výšek dosahovali jasan ztepilý 19,8 m, smrk ztepilý 19,7 m a modřín opadavý 19,2 m. Zastoupení zbylých dřevin, stejně jako průměrná, maximální a minimální výška je přehledně uvedena v Tabulkách č. 7 a 8.

Tabulka 7 Zastoupení dřevin v okolí tisů, průměrná, maximální a minimální výška, směrodatná odchylka a variační koeficient

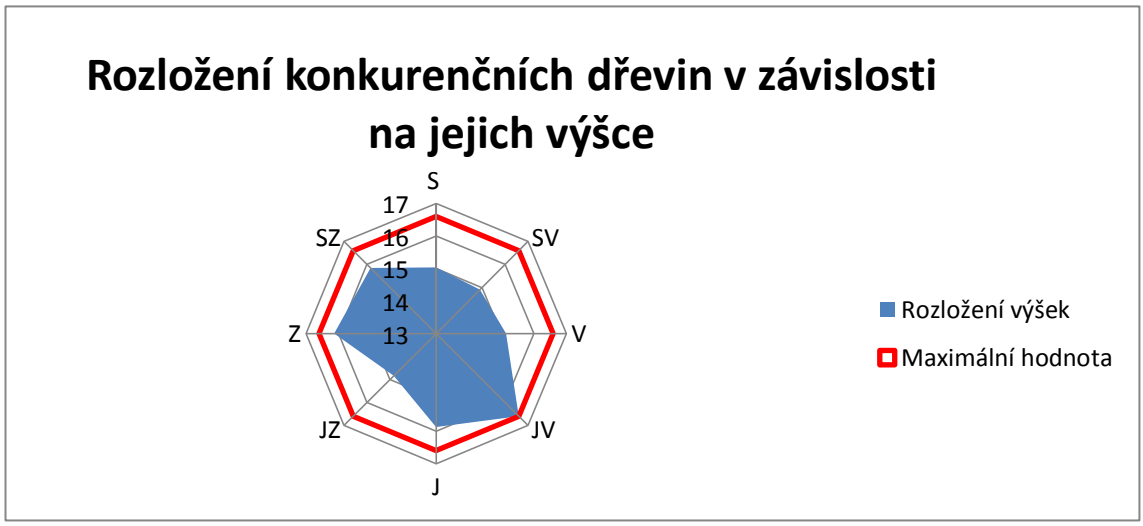
| číslo skupiny | druh dřeviny | počet dřevin | zastoupení [%] | průměrná výška [m] | maximální výška [m] | minimální výška [m] | směrodatná odchylka | variační koeficient |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | hb | 60 | 23,9 | 13,6 | 20,0 | 6,1 | 3,0 | 21,7 |
| 2 | lp | 50 | 19,9 | 15,4 | 19,8 | 7,0 | 3,2 | 20,7 |
| 3 | jsz | 23 | 9,2 | 15,7 | 19,8 | 11,8 | 2,3 | 14,6 |
| 4 | js | 22 | 8,8 | 19,8 | 35,5 | 8,0 | 8,2 | 41,7 |
| 5 | kl | 18 | 7,2 | 17,2 | 30,8 | 10,6 | 5,1 | 29,9 |
| 6 | ts | 17 | 6,8 | 11,3 | 15,4 | 6,8 | 3,2 | 28,4 |
| 7 | jd | 13 | 5,2 | 17,8 | 22,0 | 11,2 | 2,7 | 15,0 |
| 8 | jv | 13 | 5,2 | 17,1 | 24,0 | 10,6 | 4,3 | 25,0 |
| 9 | sm | 10 | 4,0 | 19,7 | 23,8 | 14,7 | 3,0 | 15,3 |
| 10 | db | 7 | 2,8 | 15,7 | 24,0 | 7,8 | 5,6 | 35,9 |
| 11 | kr - líska | 5 | 2,0 | 9,9 | 12,7 | 7,0 | 2,2 | 22,2 |
| 12 | bo | 3 | 1,2 | 16,3 | 17,9 | 14,9 | 1,5 | 9,3 |
| 13 | dbz | 3 | 1,2 | 13,3 | 19,2 | 6,5 | 6,4 | 48,0 |
| 14 | md | 3 | 1,2 | 19,2 | 22,0 | 17,0 | 2,6 | 13,3 |
| 15 | jlh | 2 | 0,8 | 14,6 | 16,3 | 12,9 | 2,4 | 16,5 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | kr - bez | 1 | 0,4 | 6,2 | 6,0 | 302,0 | - | - |
| 17 | tr | 1 | 0,4 | 10,1 | 10,1 | 10,1 | - | - |
| celkem | 17 | 251 | 100,0 | 12,4 | 35,5 | 6,1 | - | - |

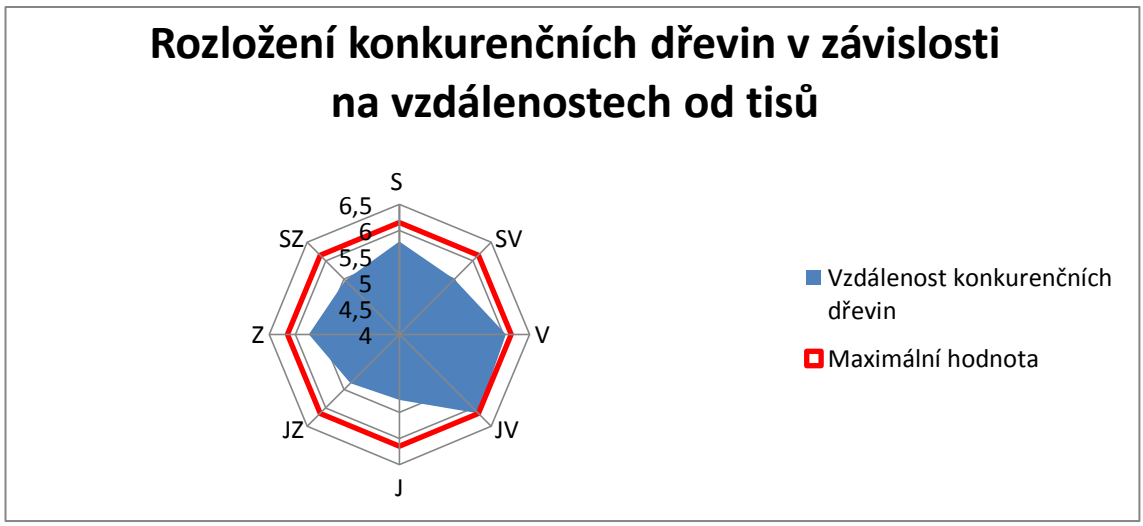
Tabulka 8 Průměrná, maximální a minimální vzdálenost, směrodatná odchylka a variační koeficient

| číslo | druh dřeviny | vzdálenost [m] | maximální vzdálenost [m] | minimální vzdálenost [m] | směrodatná odchylka | variační koeficient |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | bez | 6,0 | 6,0 | 6,0 | - | - |
| 2 | bo | 6,10 | 9,40 | 2,10 | 3,70 | 60,66 |
| 3 | db | 4,81 | 11,20 | 0,40 | 3,30 | 68,62 |
| 4 | dbz | 4,33 | 4,60 | 4,10 | 0,25 | 5,81 |
| 5 | hb | 5,79 | 11,60 | 0,60 | 2,15 | 37,09 |
| 6 | jd | 5,65 | 8,00 | 3,20 | 1,64 | 29,07 |
| 7 | jlh | 5,40 | 6,30 | 4,50 | 1,27 | 23,57 |
| 8 | js | 5,38 | 10,50 | 2,10 | 2,24 | 41,62 |
| 9 | jsz | 5,29 | 9,60 | 0,40 | 2,41 | 45,52 |
| 10 | kl | 5,68 | 9,60 | 1,50 | 1,94 | 34,20 |
| 11 | jv | 5,78 | 11,10 | 2,30 | 2,78 | 48,10 |
| 12 | lp | 6,03 | 17,30 | 0,40 | 2,56 | 42,44 |
| 13 | kr | 5,92 | 13,00 | 2,80 | 4,07 | 68,78 |
| 14 | md | 5,47 | 6,00 | 5,10 | 0,47 | 8,64 |
| 15 | sm | 4,18 | 7,00 | 2,00 | 1,42 | 34,00 |
| 16 | ts | 5,96 | 10,00 | 2,60 | 2,14 | 35,97 |
| 17 | tr | 6,00 | 6,00 | 6,00 | - | - |

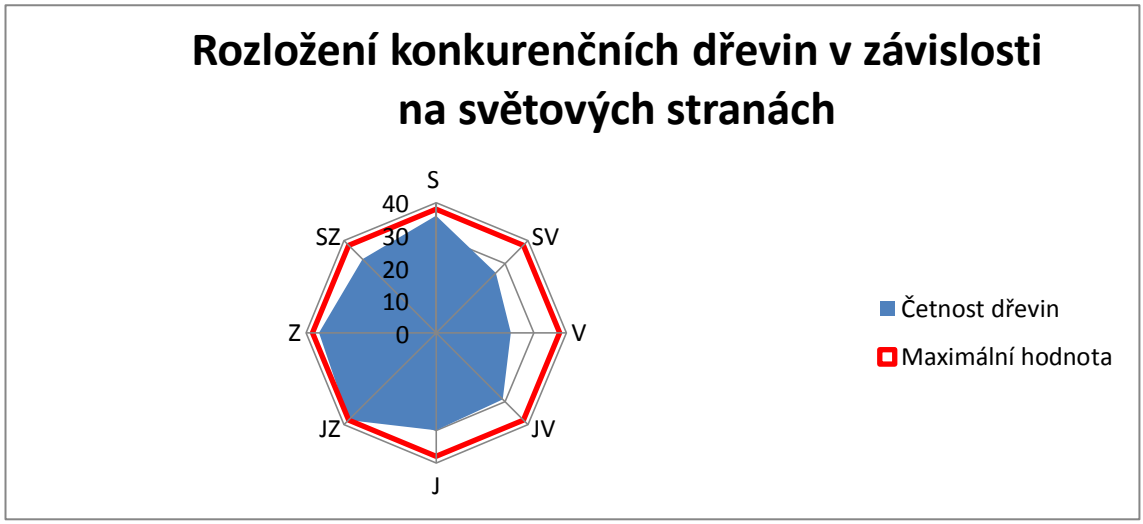
Byl zkoumán vliv okolních dřevin na dendrometrické veličiny. Na následujících obrázcích je znázorněné rozložení konkurenčních dřevin v závislosti na světových stranách Obrázek 12, na výšce Obrázek 13 a na vzdálenosti Obrázek 14.




Obrázek 12 Rozložení konkurenčních dřevin v závislosti na světových stranách




Obrázek 13 Rozložení konkurenčních dřevin v závislosti na jejich výšce




Obrázek 14 Rozložení konkurenčních dřevin v závislosti na vzdálenosti od tisu

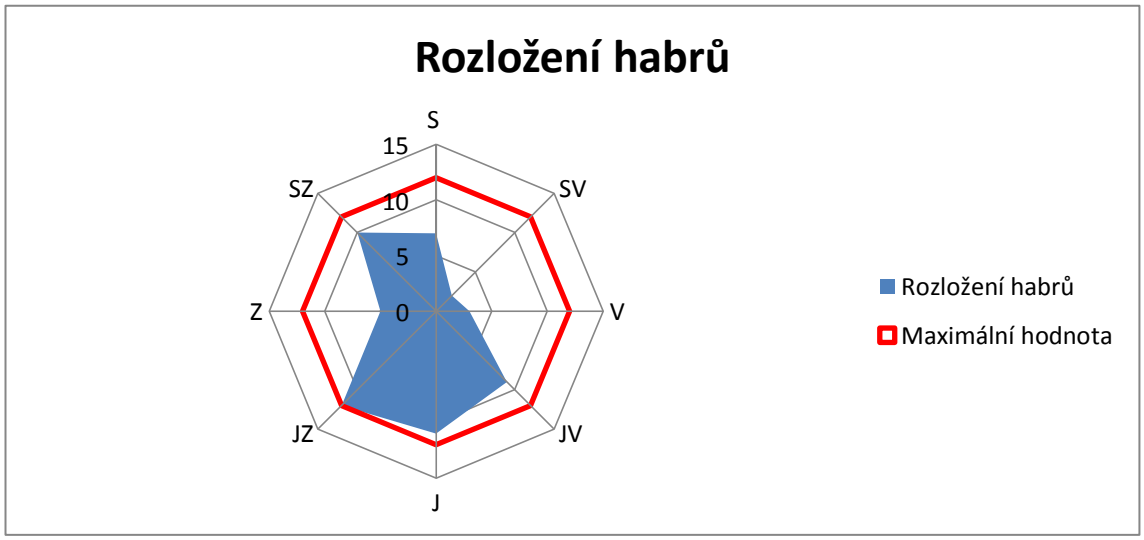
Na Obrázku 12 je vidět, že nejvíce konkurenčních dřevin se nachází jihozápadním a západním směrem. Porovnáme-li výsledek s Obrázkem 11, není zde patrný žádný významný vliv, jelikož koruny tisů se vychylují směrem na sever, severozápad a západ. Předpoklad byl, dochází-li k ovlivnění tisů konkurenčními dřevinami, budou koruny vychylovány přesně na opačnou stranu.

Z Obrázku 13 je zřejmé, že nejvyšší konkurenční dřeviny se nacházejí jihovýchodně od tisů. Pokud opět porovnáme tento obrázek s obrázkem 11, je možné vidět již výše zmiňovaný trend vychýlení korun v opačném směru tedy na severozápad. Můžeme tedy tvrdit, že tisy více než samotná přítomnost konkurenčních dřevin ovlivňuje jejich výška.

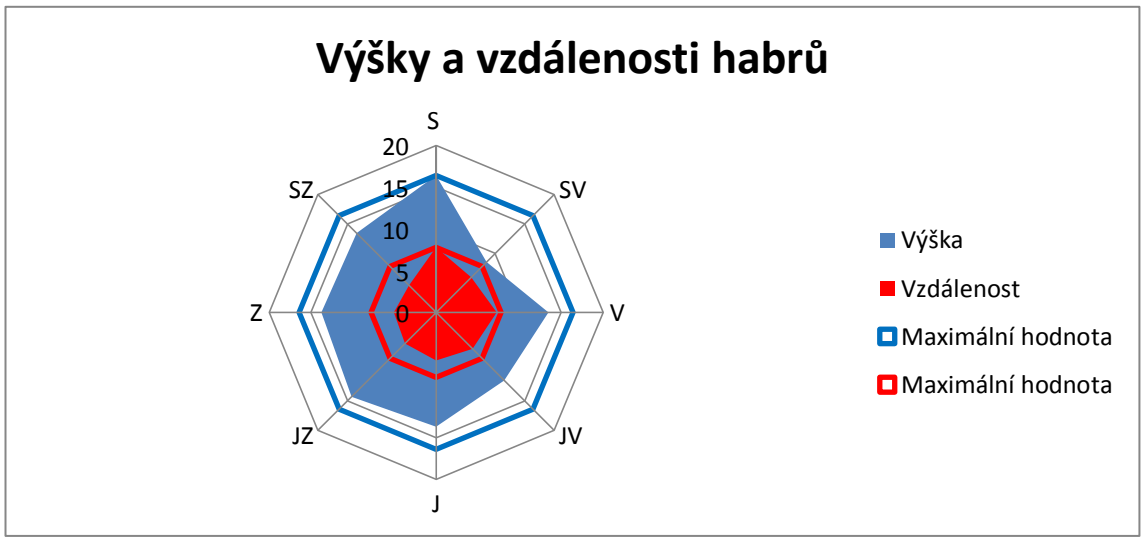
Obrázek 14 znázorňuje rozložení konkurenčních dřevin z hlediska vzdáleností od tisů. Při porovnání s Obrázkem 11 opět nedochází k potvrzení předpokladu. Jelikož ve směru, kterým se vychylují koruny tisů, jsou konkurenční dřeviny nejblíže. Z toho plyne, že tisy jsou ovlivňovány více výškou konkurenčních dřevin než jejich pozicí a vzdáleností.

Taktéž v této studii proběhlo šetření vlivu jednotlivých druhů konkurenčních dřevin na dendrometrické veličiny. V úvahu byly brány pouze druhy dřevin, které dosahovali četnosti v blízkosti tisů vyšší než 10. Tuto podmínku splnilo z celkového počtu 17 pouze 6 druhů, jasany ztepilý i zimnář, tis červený, javor klen, habr obecný a lípa srdčitá.

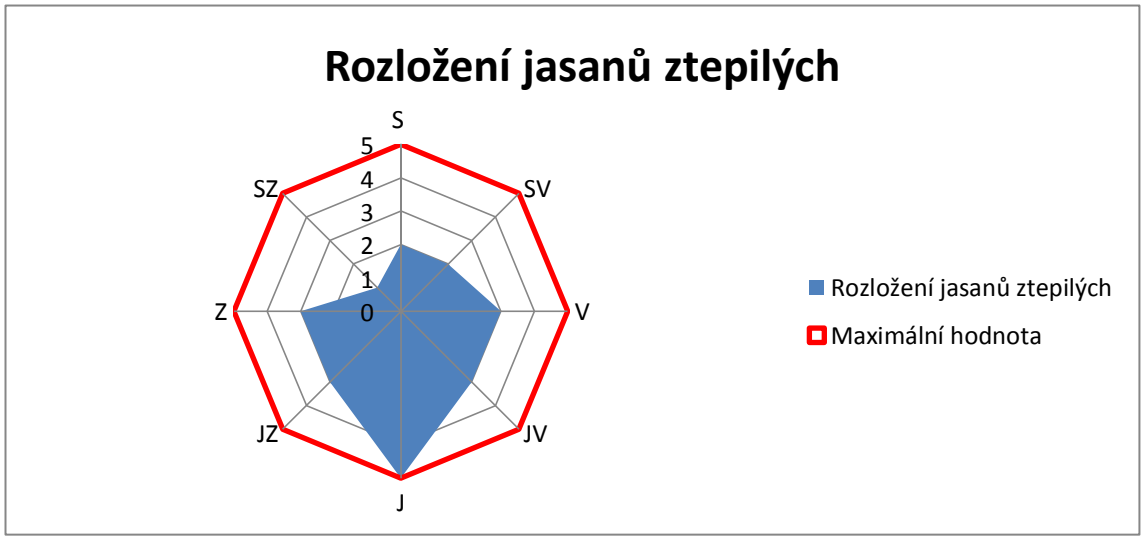
Obrázky 15 – 26 znázorňují rozložení jednotlivých dřevin z hlediska světových stran a rozložení z hlediska výšek a vzdáleností.



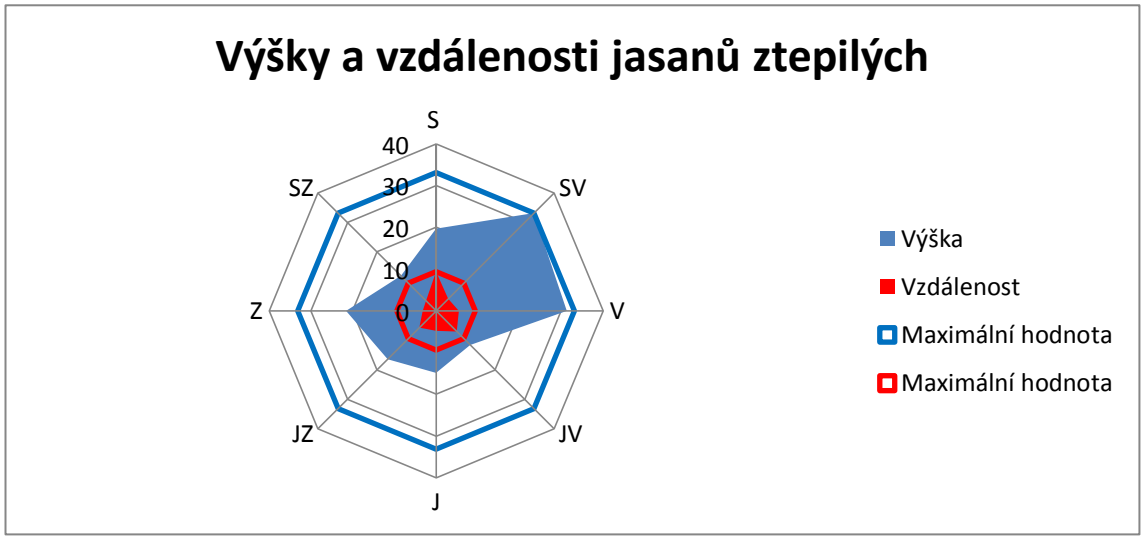

Obrázek 15 Rozložení habrů



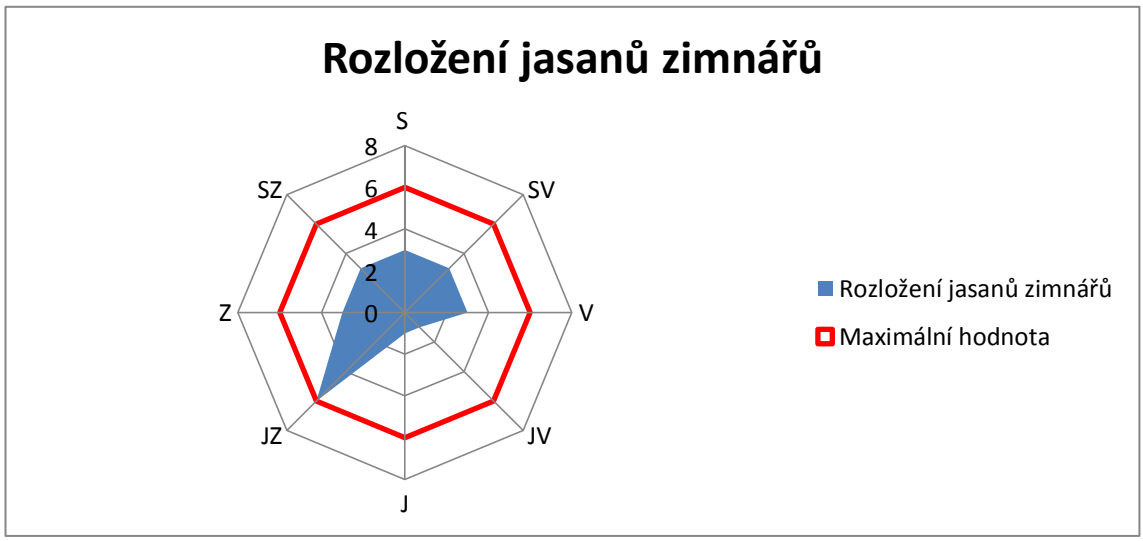

Obrázek 16 Výšky a vzdálenosti habrů



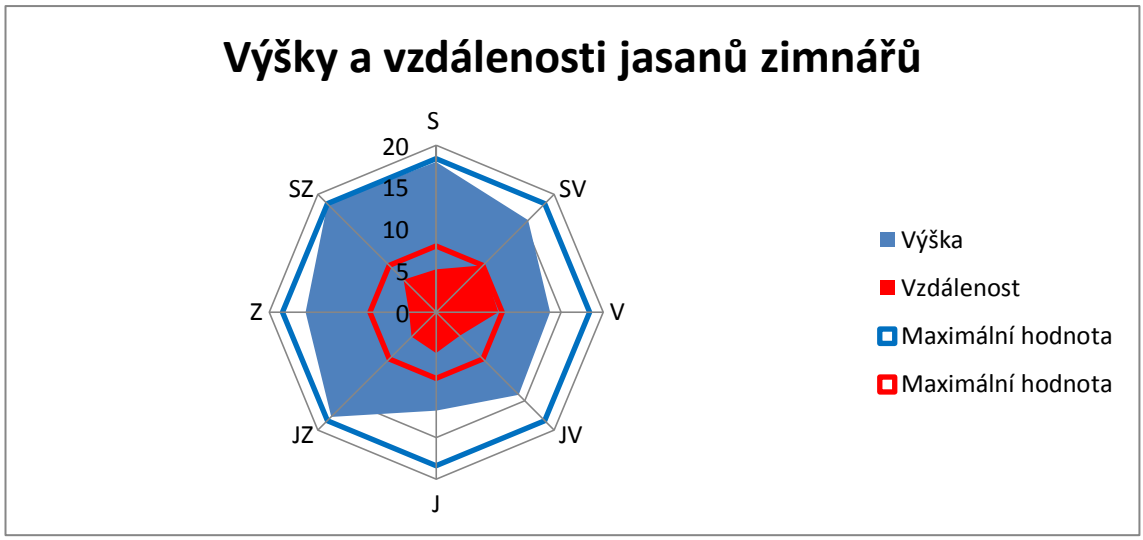

Obrázek 17 Rozložení jasanů ztepilých



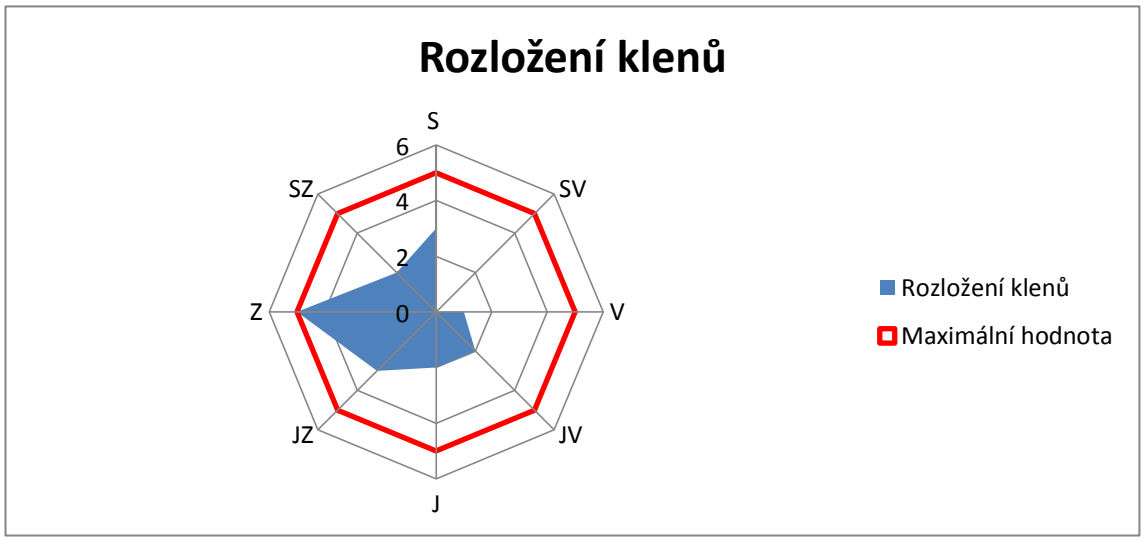

Obrázek 18 Výšky a vzdálenosti jasanů ztepilých



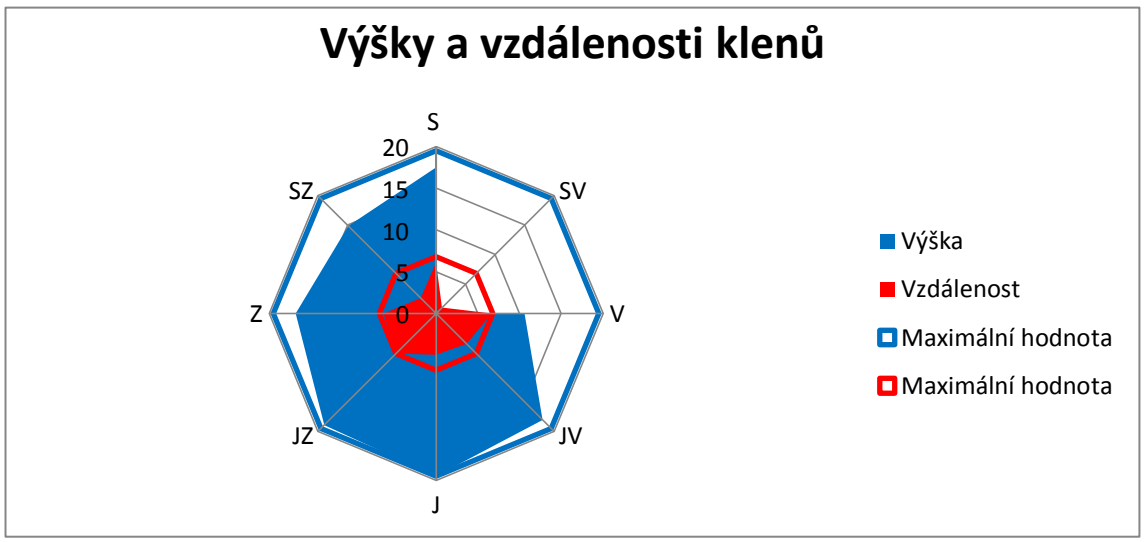

Obrázek 19 Rozložení jasanů zimnářů



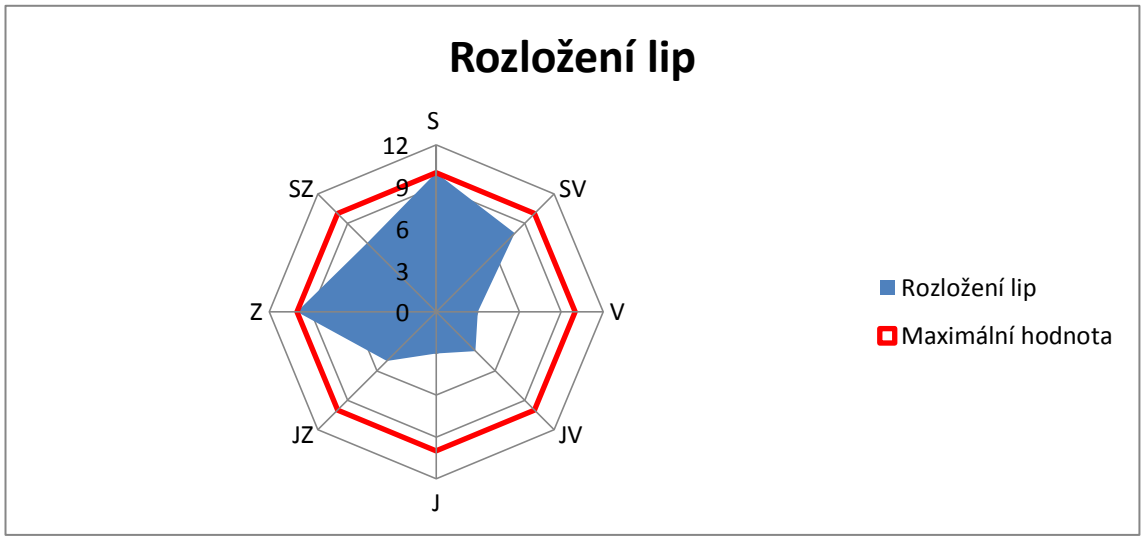

Obrázek 20 Výšky a vzdálenosti jasanů zimnářů



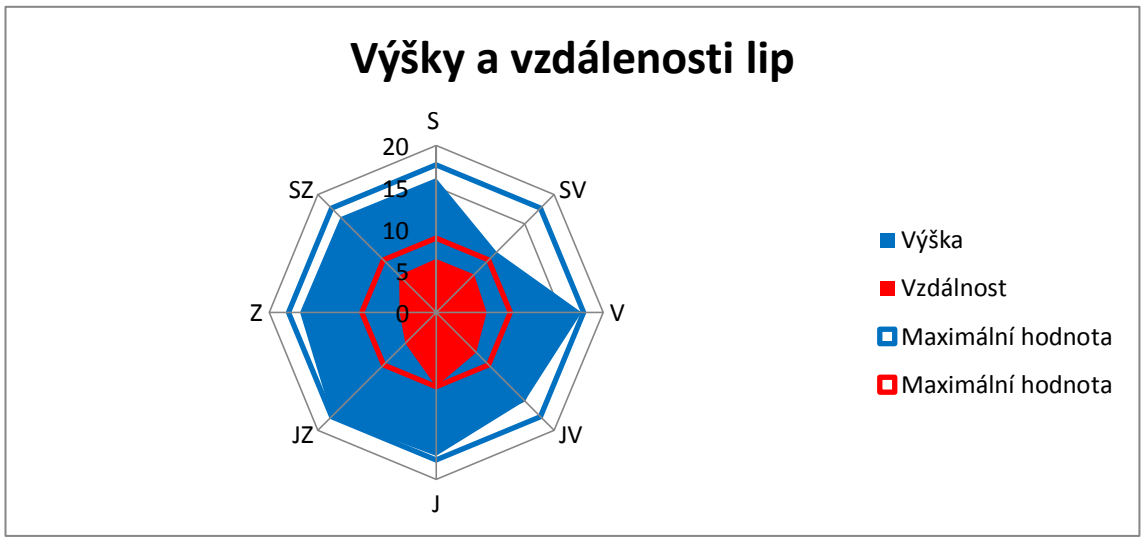

Obrázek 21 Rozložení klenů



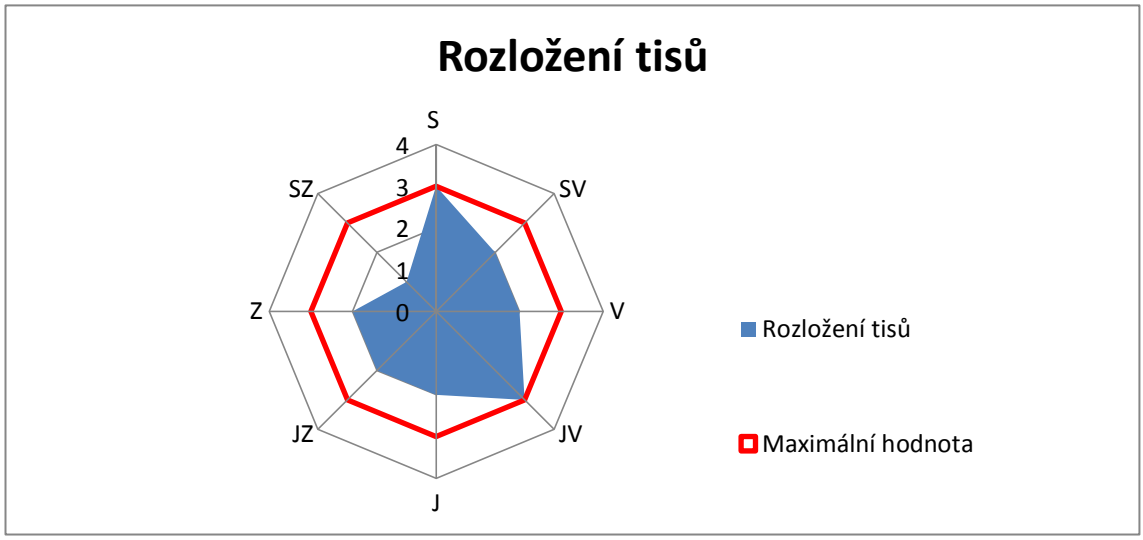

Obrázek 22 Výšky a vzdálenosti klenů



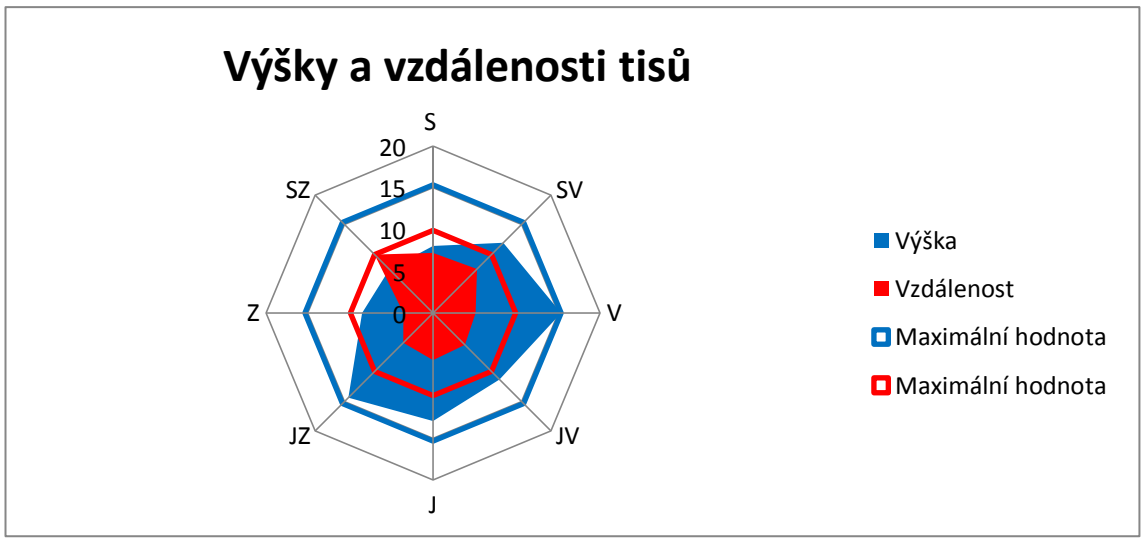

Obrázek 23 Rozložení lip




Obrázek 24 Výšky a vzdálenosti lip




Obrázek 25 Rozložení tisů




Obrázek 26 Výšky a vzdálenosti tisů

## 7.3 Umělá výsadba

Od října roku 2010 probíhá na území NPR Chlumská stráň projekt repatrializace tisu. Sadební materiál byl získán v PR U Eremita. Šlemr 2014 změřil výšky u 33 uměle vysazených jedinců. V roce 2015 proběhlo přeměření všech vysazených jedinců (viz Tabulka 9).

Tabulka 9 Přehled uměle vysazených jedinců, jejich výškový přírůst a poškození okusem

| Číslo tisu 2015 | Číslo tisu 2014 | Výška 2014 [m] | Okus 2014 | výška 2015 [m] | přírůst [m] | Okus 2015 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 327 | 0,65 | ne | 0,74 | 0,09 | ne |
| 2 | 328 | 0,55 | ne | 0,65 | 0,10 | ne |
| 3 | 329 | 0,58 | ne | 0,69 | 0,11 | ne |
| 4 | 330 | 0,49 | ano | 0,52 | 0,03 | ano |
| 5 | 331 | 0,48 | ne | 0,56 | 0,08 | ne |
| 6 | 332 | 0,47 | ne | 0,57 | 0,10 | ne |
| 7 | 333 | 0,43 | ne | 0,55 | 0,12 | ne |
| 8 | 334 | 0,58 | ne | 0,71 | 0,13 | ne |
| 9 | 335 | 0,7 | ne | 0,82 | 0,12 | ne |
| 10 | 336 | 0,6 | ne | 0,71 | 0,11 | ne |
| 11 | 337 | 0,6 | ne | 0,74 | 0,14 | ne |
| 12 | 338 | 0,62 | ne | 0,77 | 0,15 | ne |
| 13 | 339 | 0,75 | ne | 0,92 | 0,17 | ne |
| 14 | 340 | 0,65 | ne | 0,8 | 0,15 | ne |
| 15 | 341 | 0,3 | ne | 0,41 | 0,11 | ne |
| 16 | 342 | 0,45 | ne | 0,54 | 0,09 | ne |
| 17 | 343 | 0,65 | ne | 0,79 | 0,14 | ne |
| 18 | 346 | 0,5 | ne | 0,62 | 0,12 | ne |
| 19 | 347 | 0,55 | ne | 0,7 | 0,15 | ne |
| 20 | 348 | 1,1 | ne | 1,29 | 0,19 | ne |
| 21 | 349 | 0,75 | ne | 0,88 | 0,13 | ne |
| 22 | 350 | 0,7 | ne | 0,82 | 0,12 | ne |
| 23 | 351 | 0,45 | ne | 0,54 | 0,09 | ne |
| 24 | 352 | 0,35 | ano | 0,37 | 0,02 | ano |
| 25 | 353 | 0,4 | ne | 0,48 | 0,08 | ne |
| 26 | 354 | 0,55 | ne | 0,65 | 0,10 | ne |
| 27 | 355 | 0,5 | ne | 0,57 | 0,07 | ano |
| 28 | 356 | 0,55 | ne | 0,68 | 0,13 | ne |
| 29 | 357 | 1 | ne | 1,17 | 0,17 | ne |
| 30 | 358 | 0,45 | ne | 0,55 | 0,10 | ne |
| 31 | 359 | 0,45 | ne | 0,58 | 0,13 | ne |
| 32 | 360 | 0,4 | ne | 0,49 | 0,09 | ne |
| 33 | 361 | 0,2 | ano | 0,21 | 0,01 | ano |

Za předpokladu, že byly tisy vysazeny na jaře roku 2011, docházelo 1-2 roky k vyrovnání s povýsadbovým stresem. Přírůsty se pohybovaly mezi 1 a 3 cm (vlastní pozorování). V roce 2014 byly naměřeny přírůsty v rozmezí 3-7 cm pokud nebyl jedinec poškozován okusem (Šlemr, 2014). V roce 2015 se přírůsty pohybovaly v rozmezí 7–19 cm. Což na tis jako pomalu rostoucí a stín tolerantní dřevinu je hodně. Pomineme-li jedince, kteří byly poškozeni okusem pak je průměrný přírůst 12 cm. Největší přírůst byl 19 cm a nejmenší přírůst u nepoškozeného jedince byl 7 cm. V roce 2014 byly z uměle vysazených jedinců okusem poškozovány 3 stromky. Při měření v roce 2015, byl zaznamenán okus u 4 jedinců. Ve dvou případech se jedná o okus bočních větví (tisy 24 a 27) a ve zbývajících případech je okusem poškozen i terminální výhon (tisy 4 a 33).

# 8 Diskuze

Tato práce byla zpracována na základě dat sesbíraných v NPR Chlumská stráň. Přesto, že se zde aktivně hospodaří, jedná se především o les s ochranným charakterem a proto je zde možné odchýlení od výsledků autorů, kteří by podobnou práci prováděli v hospodářském lese.

Zkoumáním dřevin v bezprostředním okolí tisů bylo zjištěno 17 druhů dřevin. Jedlička et al. (2010) při mapování a plánování těžebních zásahů zmiňuje 23 dřevin (některé dřeviny nerozlišuje do jednotlivých druhů, uvádí např. *Quercus sp.* nebo *Fraxinus sp.*). Nezmiňuje lísku obecnou ani bez černý. To znamená, že se zde vyskytují i další dřeviny avšak nerostou v bezprostřední blízkosti tisů a nikterak je neomezují v růstu. Jedná se o trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), borovici černou (*Pinus nigra*), javor babyku (*Acer campestre*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), břízu bělokorou (*Betula pendula*), jeřáb břek (*Sorbus torminalis*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), olši lepkavou (*Alnu glutinosa*) a jeřáb muk (*Sorbus aria*).

Takto pestré druhové zastoupení může být částečně zapříčiněno rozmanitými půdními, geomorfologickými a geologickými podmínkami, značnou členitostí terénu a z velké části také tím, že zde nikdy neprobíhalo aktivní holosečné hospodaření.

Zdravotní stav tisů byl celkově výborný, u žádného nebyl na první pohled znát žádný stres působený okolními dřevinami. Zajímavé bylo poškození několika tisů konkrétně 7

Obrázek 27 Poškození tisu šplhavci

(pouze jeden byl však součást zkoumaného souboru souboru) v jedné lokalitě (Obrázek 27). Šlo o velké množství malých ranek s hloubkou 1 – 2 mm v kůře, rozmístěných po celém kmeni (obvodu i výšce). Jedná se zřejmě o poškození od šplhavců. Což je zvláštní úkaz. Většina autorů ve spojitosti s hmyzími škůdci u tisu hovoří o bejlomorce tisové (Daniewski et al., 1998) nebo roztoči tisovém (Daniewski et al., 1998; Jelínková, Zatloukal, 2001) jako parazitech napadající pupeny a jehličí. Žádný z autorů však nezmiňuje žádný druh hmyzu, který by byl schopen žít pod kůrou tisů. Daniewski et al., (1998) dokonce uvádí, že tisové dřevo není nikdy napadáno dřevokazným hmyzem. Může za to vysoký obsah 10-deacetyl baccatin III a V, taxicin, deriváty betuligenolu a 3,5-dimethoxy fenolu. Není to nic divného, pokud si uvědomíme, že kůra spolu s lýkem a dřevem je nejjedovatější částí dřeviny (Shanker et al., 2002). Pokud bychom vzali v potaz možnost, že datlovití ptáci nehledají pod kůrou hmyz, nabízí se možnost, že zde sají mízu. Podobný jev popisuje Zatloukal (2010) tak zvané kroužkování a sání mízy. Tvrdí také, že se jedná o malé poškození, které tisy nikterak neohrožuje. Taktéž poukazuje na jedno z nemnoha využití tisu v potravním řetězci. Další vstup do potravního řetězce má tis díky semenům, která ačkoliv jsou jedovatá, jsou požírána semenožravými ptáky. Tím jsou rozšiřována, což je to pro tisy výhodné, přestože se tím snižuje počet semen vstupujících do reprodukce.

Na souboru 50 jedinců byla naměřena a vypočtena následující data týkající se dendrometrických veličin. Tloušťka, výška, výška koruny, šířka koruny, výška nasazení koruny, průmět koruny, povrch koruny, objem koruny a jejich průměrné hodnoty. Zjištěno bylo také pohlaví jednotlivých tisů a výškový přírůst uměle vysazených jedinců. Je velice těžké data porovnávat s jinými autory jelikož nikdo nikdy neměřil průměty korun tisů. Není známo, jaká je korunová projekce tisů, ani kolik prostoru v podrostu tisy zabírají. Což velice úzce souvisí s povrchem nebo objemem korun, kterými se taktéž nikdy nikdo nezabýval. Zjištěné informace z prací dalších autorů byly zapsány do přehledové tabulky, avšak informací není mnoho. Velké množství autorů se zabývalo a zabývá přirozenou obnovou, umělou výsadbou, repatrializací tisů nebo jejich chemismem. Bohužel málokterý autor změřil a shrnul dendrometrické veličiny porostů se kterými pracoval, popřípadě jiné informace, které bych mohl porovnat se svými výsledky. Z tohoto důvodu je Tabulka 10 neúplná.

Tabulka 10 Souhrn poznatků různých autorů

| | tloušťka [cm] | výška [m] | nasazení koruny [m] | poměr pohlaví ♂:♀ | šířka koruny [m] | povrch koruny [$m^2$] | objem koruny [$m^3$] | průmět koruny [$m^2$] | přírůst tisů [cm] | počet jedinců | stromový habitus | Výška koruny [m] | obvod kmene [cm] | počet kmenů na jedince |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tato studie | 41,53 | 13,66 | 1,39 | 1,17:1 | 10,36 | 2531,46 | 424,80 | 79,25 | 7-19 | 50 | 100% | 12,27 | 130,47 | 1 |
| Šlemr 2014 | 19,36 | 7,43 | - | 2,15:1 | - | - | - | - | 3-7 | 362 | 95% | | 60,82 | 1,18 |
| Zatloukal 2010 | 22 | 7,3 | 1,3 | 1,35:1 | - | - | - | - | 2-5 | 3461 | 98% | 6,0 | 69 | 1,65 |
| Williamson 1978 | - | - | - | 1,29:1 | - | - | - | - | - | 508 | - | - | - | - |
| Thomas, Polwart 2003 | - | - | - | - | - | - | - | - | 20-30 | - | - | - | - | 0-7 |

Také se nabízí možnost, že nikdy nikdo nezpracovával data alespoň podobná těm, která byla nashromážděna v této studii. Z výsledků, které se podařilo dohledat, bohužel žádný neodpovídá publikovaným výsledkům což je s největší pravděpodobností zapříčiněno malým počtem jedinců ve zkoumaném souboru.

Průměrná výška tisu v této studii je 13,66 m. Což je téměř dvojnásobek hodnot, které ve svých pracích uvádějí Zatloukal (2010) 7,3 m a Šlemr (2014) 7,43 m. Oba pracovali s několika násobně větším souborem jedinců Zatloukal (2010) s 3461 a Šlemr (2014) s 362 jedinci.

Úplně stejná situace nastává při hodnocení průměrné tloušťky tisů. Průměrná tloušťka naměřená V této studii je téměř dvojnásobná oproti pracím Zatloukala (2010) 22 cm a Šlemra (2014) 19,36 cm.

V práci byla šetřena i výška nasazení koruny. Přesněji řečeno jedná se o nasazení živé koruny. Údaj o výšce nasazení se zprvu může zdát nezajímavý nebo nedůležitý, opak je ovšem pravdou. Z hlediska vegetativního rozmnožování tisů je to přímo klíčová informace. Jak již bylo zmíněno v kapitole 5.3.5, spodní větve tisu mají tendenci snadno zakořeňovat při kontaktu s půdou a zajistit tak přežití daného tisu i po rozpadu hlavního kmene. Známe-li výšku nasazení koruny, můžeme do jisté míry předpovídat vývoj obnovy, popřípadě množení tisů vegetativní cestou. V tomto směru je velice škodlivý boční okus větví, který zamezuje zahřížení spodních větví a jejich dalšímu vývoji. Tato hodnota se pohybuje v rozmezí 0–2,8 m. Což je menší rozptyl hodnot, než jakých dosahuje Zatloukal (2010) 0–6,5 m. Co se týče průměrné hodnoty, byla určena jako 1,39 m, Zatloukal (2010) došel k číslu 1,30 m. Již z toho lze usuzovat, že mezi

tloušťkou a výškou tisů a výškou nasazení koruny tisů není žádná významná závislost. Pouze 8 % tisů má korunu nasazenou dostatečně nízko nad zemí (Zatloukal (2010) hovoří o výšce 0,5 m). Osobně si myslím, že závisí na konkrétních podmínkách, jelikož v NPR Chlumská stráň není nijak neobvyklým jevem, že větve na jedné straně jsou i dva metry nad zemí a na opačné straně se země dotýkají i větve z vyšších částí koruny.

Další důležitou informací z hlediska parametrů korun je průmět. Průmět udává využití prostoru v etáži a teoreticky může být nástrojem pro výpočet maximálního počtu tisů na jeden hektar. Průmět korun v NPR Chlumská stráň se pohybuje mezi 36,05 $m^2$ a 145,97 $m^2$. Průměrná hodnota průmětu koruny tisu je 79,25 $m^2$, tato hodnota by udávala maximální počet 126,2 tisů na ha. Tyto hodnoty jsou naprosto unikátní a nikdy nikým nepublikované. Průměty korun se zabývali například Cotta (1865), Vanck a Spiecker (2004), Šálek (2016), všichni tito autoři se však zabývali dubovými nebo bukovými výstavky. Vanck a Spiecker (2004) pracovali s dubovými výstavky o tloušťkách v rozmezí 84 - 95 cm tomu odpovídající korunové průměty jsou v rozmezí 202-356 $m^2$. Šálek (2016) uvádí dimenze mezi 71 a 148 cm v prsní výšce. Korunové průměty v jeho práci se pohybují v rozpětí od 125 do 533 $m^2$.

Výška koruny tisů byla vypočtena jako rozdíl výšky dřeviny a výšky nasazení koruny. Tato hodnota varíruje od 9,3 do 17,5 m. Průměrná hodnota pak je 12,27 m. Nejsou k dispozici tato konkrétní data z práce Zatloukala (2010) (ačkoli v souhrnu práce uvádí, že byly výšky koruny vypočteny), ale vezmeme-li průměrnou výšku tisu 7,3 m a odečteme-li od ní průměrnou výšku nasazení koruny 1,3 m, tak bychom měli získat data stejným způsobem jako v této studii. Výška koruny získaná tímto způsobem z dat Zatloukala (2010) je přesně 6 m. Znovu se zde objevuje obdobný výsledek jako u výšek a tlouštěk tj. hodnoty naměřené v této práci jsou dvakrát větší než hodnoty, kterých se dobral Zatloukal (2010).

Průměrná šířka koruny tisů byla změřena ve 2 na sebe kolmých směrech a to vždy ve směru severojižním a západovýchodním. Tyto hodnoty byly zprůměrovány a tak byly získány šířky jednotlivých korun. Šířky korun se pohybují mezi 7,02 a 14,30 m. Průměrná hodnota pak je 10,35 m.

Plocha a objem koruny tisu jsou stejně jako průměty korun nikdy nepublikované jinými autory. Běžně se počítají objemy a povrchy jiných listnatých i jehličnatých dřevin (dubů, buků, jedlí apod.), u tisů se však nepodařilo dohledat žádné zmínky o takových to měřeních.

Pohlaví bylo prošetřeno u všech 50 jedinců a úspěšně určeno u každého z nich. Buď byly na stromu přítomny tisinky (semena obalená červeným míškem), nebo samčí šištice na spodní části letorostů. Na rozdíl od Zatloukala (2010) nebo Thomase a Polwarta (2003) nebyly při průzkumu nalezeni žádní oboupohlavní jedinci. Přihlédneme-li ke skutečnosti, že je-li jedinec oboupohlavní, je na něm převaha samčích šištic, „plody" jsou pak obvykle přítomny především v osluněné, horní části koruny (Jelínková, Zatloukal, 2001) a je velice snadné je přehlédnout.

V roce 2010 započal v NPR Chlumská stráň projekt „repatrializace tisu červeného do NPR Chlumská stráň". V rámci projektu zde bylo vysazeno 33 jedinců. U všech jedinců byla v roce 2014 změřena výška. V roce 2015 pak proběhlo kontrolní měření, které odhalilo zajímavé zjištění. V roce 2014 byly přeměřeny vzdálenosti mezi jednotlivými přesleny (3) u vysazených tisů. Hodnoty varírovaly mezi 1 a 3 cm. V roce 2014 již byly přírůsty v rozmezí 3–7 cm. A v roce 2015 byl nejmenší přírůst 7 cm a největší 19 cm. Průměrný přírůst je 12 cm. Někteří udávají průměrný přírůst v 2–3 cm (Klika, 1953), 2–5 cm (Zatloukal, 2010) apod.. Na druhé straně jiní autoři podporují výsledky, které byly naměřeny v této práci. Jako Iszkuło et al., (2012) s průměrným přírůstem sazeni 13,62 cm, nebo (Thomas, Polwart, 2003), kteří píší, že tisy běžně mívají i 4,5 m ve 20 letech což by odpovídalo více než 22 cm za rok. Ve shrnutí své práce uvádějí hodnoty 20-30 cm. Pro porovnání Iszkuło et al., (2012) uvádí průměrný přírůst jedle bělokoré v prvních 10 letech, v naprosto identických podmínkách jako 12,56 cm což je o více než 1 cm méně než tisy ve stejné oblasti. V Dánsku proběhlo monitorování přírůstu mladých tisů v roce 1998 a průměrný přírůst byl 11,9 cm za rok (Svenning, Magard, 1999).

# 9 Závěr

V NPR Chlumská stráň se vyskytuje 4. největší populace tisu v české republice. Tato populace prosperuje, ale chybí zde přirozené zmlazení, které by zajistilo zachování tisů v této lokalitě.

Většina mladých stromků v lokalitě byla uměle vysazena. Jedinci, kteří zde byli vysazeni v rámci projektu repatrializace tisu, prosperují a úspěšně odrůstají nepříznivému vlivu zvěře. Bylo by vhodné pokračovat ve výsadbě mladých tisů, avšak navrhoval bych sběr semen v této oblasti, aby nedocházelo k míšení různých populací. Místní populace je za dlouhé roky adaptována na přírodní podmínky, které zde panují a měla by tak prosperovat ještě lépe než jedinci vypěstovaní z reprodukčního materiálu sbíraného v jiných oblastech.

Z výsledků plyne, že tisy tvoří z 95 % asymetrické koruny. S velkou pravděpodobností kvůli výšce konkurenčních dřevin. Naopak vzdálenost nebo umístění z hlediska světových stran nehraje velkou roli. Z hlediska podpory růstu tisů a možnosti formování korun, bych navrhoval odtěžení konkurenčních dřevin a postupné uvolnění tisů, v jihovýchodním směru, které přesahují svou výškou výšku tisů a mají tak nepříznivý vliv na jejich další vývoj. Zároveň by však nemělo dojít k náhlému oslunění koruny, aby nedošlo k poškození asimilačního aparátu.

Tato studie je první, která se podrobně zabývá korunami tisů. Jejich symetričností, průměty, objemy, povrchy apod.. Data získaná v této práci jsou unikátní a zajímavá. Bohužel získané výsledky není s čím porovnat. Z tohoto důvodu by bylo vhodné, aby vznikly trvalé zkusné plochy, které by zajistily další zdroj informací. Větší množství dat by pomohlo výsledky zpřesnit a poznatky aplikovat v lesnické praxi. Informace by bylo možné využít nejen k porovnávání mezi různými populacemi tisů, ale také pro porovnávání mezidruhové.

Z výsledků dále vyplývá, že tis je velmi odolná dřevina, která svou přítomností nikterak neškodí lesním porostům ani živočichům, jež tyto lesy obývají. Je škoda, že se tis z českých i evropských lesů takřka vytratil. Jedná se o velice zajímavou, ale opomíjenou dřevinu, která by mohla dotvářet estetiku lesů, zvyšovat biodiverzitu a v neposlední řadě by mohla být zajímavým zdrojem informací.

Výzkumy, které se v dnešní době provádí, se bohužel věnují z velké části dřevinám, které mají přínos pro hospodářství a ze kterých se předpokládá vysoký zisk. Osobně si myslím, že by se budoucí výzkum měl více zabývat okrajovými dřevinami jako je tis,

které by mohly být velkým přínosem nejen pro lesní hospodářství, ale také pro mimoprodukční funkce lesa.

# 10 Literatura

BABORSKÁ, M. (ed), 1996. Geologická bibliografie České republiky za rok 1995. Praha. Český geologický ústav, 183 s.

BERANOVÁ, J.; APLTAUER, J.; HŮLA, P.; JEDLIČKA, J., 2011. Hodnocení vlivu zvěře na lesní ekosystémy v CHKO Křivoklátsko. Bohemia centralis. 31: 475-498.

BRZEZIECKI, B.; KIENAST, F., 1994. Classifying the life-history strategies of trees on the basis of the Grimian model. Forest ecology and management. 69 (1): 167-187.

COTTA, H., 1865. Anweilung zum Waldbau. Leipzig.

DANIEWSKI, W. M.; GUMULKA M.; ANCZEWSKI W.; MASNYK M.; BLOSZYK E.; GUPTA K., 1998. Why the yew tree (Taxus baccata) is not attacked by insects.

Phytochemistry, 49(5), 1279-1282.

DEMEK, J. (ed), 1987. Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. Brno. Academia. 584 s.

GEMMA, J. N.; KOSKE, R. E.; ROBERTS, E. M.; HESTER, S., 1998. Response of *Taxus* times media var. densiformis to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. Canadian journal of forest research, 28(1): 150-153.

HIEKE, K., 2004. České šlechtění okrasných dřevin. Praha. Průhonice: Svaz školkařů České republiky, 231 s.

HRDINA, V. (ed), 2004. Přírodní toxiny a jedy. Praha. Galén a Karolinum, 2004. 302 s.

HULME, P. E., 1996. Natural regeneration of yew (*Taxus baccata* L.): microsite, seed or herbivore limitation?. Journal of Ecology, 853-861.

ISZKULO, G.; DIDUKH, Y.; GIERTYCH, M. J.; JASINSKA, A. K.; SOBIERAJSKA, K.; SZMYT, j., (2012): Weak competitive ability may explain decline of Taxus baccata. Annals of Forest Science, 69, 705-712

ISZKULO, G.; BORATIŃSKI, A., 2004. Interaction between canopy tree species and European yew Taxus baccata (Taxaceae). *Polish Journal of Ecology*,*52*(4), 523-531.

JEDLIČKA, J., 2014. Sběr reprodukčního materiálu pro repatrializaci tisu v NPR Chlumská stráň. Sdělení e-mailem, únor 2014, CHKO Křivoklátsko.

JEDLIČKA, J.; EMBERTOVÁ, R.; ŠILHANOVÁ, V.; HOFFMANNOVÁ, A., 2010. Plán péče o NPR Chlumská stráň. Zbečno, 28 s.

JELÍNKOVÁ, K.; ZATLOUKAL, V., 2001. Praktická příručka o tisu: praktická příručka shrnující biologii tisu červeného (*Taxus baccata* L.) a metody posilování jeho

současných populací včetně reintrodukcí na stanoviště, z nichž vymizel. Blansko. Cortusa - sdružení pro ochranu Moravského krasu, 80 s.

KAREŠOVÁ, P., (2009) Plán péče o Národní přírodní rezervaci Chlumská stráň (pro období 2010-2019) nepublikováno. Zbečno, 26 s.

KEUNECKE, D.; EVANS, R.; NIMEZ, P., 2009. Microstructural properties of common yew and Norway spruce determined with SilviScan. IAWA Journal. 30(2): 165-178.

KLIKA, J. (ed.), 1953. Jehličnaté. Praha. Nakladatelství Československé akademie věd, 310 s.

KOLBEK, J. (ed.), 1999. Vegetace Chráněné krajinné oblasti a Biosférické rezervace Křivoklátsko. 1: Vývoj krajiny a vegetace, vodní, pobřežní a luční společenstva. Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 232 s.

KOLBEK, J. (ed), 1997. Potential natural vegetation of the biosphere reserve Křivoklátsko = Potenciální přirozená vegetace biosférické rezervace Křivoklátsko. Praha. Academia, 234 s.

KOLBEK, J. (ed.), 2003. Vegetace Chráněné krajinné oblasti a Biosférické rezervace Křivoklátsko 3: Společenstva lesů, křovin, pramenišť, balvanišť a acidofilních lemů. Praha. Academia, 361 s.

KYZLÍK, P., 2012. Pasování významného tisu "Alois" na Křivoklátě. In: Tis - dřevina roku 2012. Roztoky u Křivoklátu. ČLS, 56 s.

KYZLÍK, P., 2012. Tisy památné, významné a kultovní In: Tis - dřevina roku 2012. Roztoky u Křivoklátu. ČLS, s. 53-55.

LÓPEZ-GARCÍA, Á.; HEMPEL, S.; MIRANDA, J. D. D.; RILLIG, M. C.; BAREA, J. M.; AZCÓN-AGUILAR, C., 2013. The influence of environmental degradation processes on the arbuscular mycorrhizal fungal community associated with yew (*Taxus baccata* L.), an endangered tree species from Mediterranean ecosystems of Southeast Spain. Plant and soil, 370(1-2): 355-366.

LOŽEK, V.; KUBÍKOVÁ, J.; SPRYŇAR P. (ed.), 2005. Chráněná území ČR - střední Čechy. Praha, AOPK ČR, s. 737 - 804

LOŽEK, V., 2011. Postavení Křivoklátska v rámci české přírody a krajiny. Bohemia centralis. 31: 9-13.

MARTÍNEZ, I.; WIEGANT, T.; GONZÁLES-TABOADA, F.; OBESO, J. R., 2010. Spatial associations among tree species in a temperate forest community in North-western Spain. Forest ecology and management, 260(4): 456-465.

MOUCHA, P., 2012. Rozšíření tisu červeného (*Taxus baccata*) na Křivoklátsku a péče o jeho populaci v CHKO Křivoklátsko. In: Tis - dřevina roku 2012. Roztoky u Křivoklátu. ČLS, s. 7-9.

MOUCHA, P., 2012. Významný tis "Pravdomil" na Křivoklátě. In: Tis - dřevina roku 2012. Roztoky u Křivoklátu. ČLS, s. 57-58.

MYSTERUD, A.; ØSTBYE, E., 2004. Roe deer (*Capreolus capreolus*) browsing pressure affects yew (*Taxus baccata*) recruitment within nature reserves in Norway. Biological Conservation, 120(4): 545-548.

NAVIA-OSORIO, A.; GARDEN, H.; CUSIDÓ, R. M.; PALAZÓN, J.; ALFERMANN, A. W.; PINOL, M. T., 2002. Taxol and baccatin III production of suspension cultures of *Taxus baccata* and *Taxus wallichiana* in an airlift bioreactor. Journal of Plant Physiology, 159(1), 97-102.

NOŽIČKA, J., 1957. Přehled vývoje našich lesů Státní zemědělské nakladatelství 1. vyd. Praha. 459 s.

PAGAN, J., 1997. Lesnícká dendrológia. Technická univerzita vo Zvoleně. 378 s.

PERRIN, P. M.; MITCHELL, F. J., 2013. Effects of shade on growth, biomass allocation and leaf morphology in European yew (*Taxus baccata* L.). European Journal of Forest Research, 132(2): 211-218.

QUITT, E., 1971. Klimatické oblasti Československa. Brno. Geografický ústav ČSAV, 73 s.

RUS, P., 2012. Tis červený na Křivoklátsku. In: Tis - dřevina roku 2012. Roztoky u Křivoklátu. ČLS, s. 4-6.

SHANKER, K.; PATHAK, N. K. R.; TRIVEDI, V. P.; CHANSURIA, J. P. N.; PANDEY, V. B., 2002. An evaluation of toxicity of *Taxus baccata* Linn. (Talispatra) in experimenntal animals. *Journal of Ethnopharmacology*, s. 69–73.

SCHWEINGRUBER, F. H., 1993. Trees and wood in dendrochronology: morphological, anatomical, and tree-ring analytical characteristics of trees frequently used in dendrochronology. Springer-Verlag, 416 s.

SIMON, J. (ed)., 2010. Strategie managementu lesních území se zvláštním statutem ochrany. Kostelec nad Černými lesy. Lesnická práce, 567 s.

SKALICKÁ, A., 1988. Taxaceae. In: HEJNÝ, S.; SLAVÍK, B. (ed.): Květena ČSR 1. Academia, Praha: 344-346.

STONAWSKI, J., 2012. Vybrané právní a jiné aspekty ochrany tisu červeného (*Taxus baccata* L). In: Tis - dřevina roku 2012. Roztoky u Křivoklátu. ČLS, s. 32-36.

SVENNING, J.; MAGÅRD, E., 1999. Population ecology and conservation status of the last natural population of English yew (*Taxus baccata*) in Denmark. Biological Conservation, 88(2): 173-182.

SVOBODA, P., 1943. Křivoklátské lesy: dějiny jejich dřevin a porostů. Kruh mladých českých botaniků, Praha: 228 s.

ŠÁLEK, L., 2016. Problematika průmětů korun, ústní sdělení.

ŠILHÁNOVÁ, V., 2011. Hydromorfologický průzkum vodních toků v CHKO Křivoklátsko. Bohemia centralis. 31: 105-120.

ŠLEMR J., 2014. Monitoring *Taxus baccata* v národní přírodní rezervaci Chlumská stráň na Křivoklátsku. Bakalářská práce, ČZU FLD. Praha, 72 s.

THOMAS, P. A.; POLWART, A., 2003. *Taxus baccata* L. Journal of Ecology, 91(3): 489-524.

ÚHÚL, 2000. Oblastní plán rozvoje lesů, PLO 8 – Křivoklátsko a Český kras. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem.

ÚRADNÍČEK, L., 2009. Dřeviny České republiky. Kostelec nad Černými lesy. Lesnická práce, 367 s.

ÚRADNÍČEK, L.; MADĚRA, P.; KOLIBÁČOVÁ, S.; KOBLÍŽEK, J.; ŠEFL, J., 2001: Dřeviny České republiky. Matice Lesnická, Písek: 333 s.

VANCK, V. T.; SPIECKER, H., 2004. Reconstruction of crown expansion of beech crown in coppice with standards forests. Allgemeine Forsts und Jagdzeitung. 175, 182-188.

VĚTVIČKA, V., 2001. Stromy a keře. Praha. Aventinum, 288 s.

VOŽENÍLEK, V.; KVĚTOŇ, V., 2011. Klimatické oblasti Česka: klasifikace podle Quitta za období 1961-2000 Praha. Český hydrometeorologický ústav, 20 s.

WALKER, A.; (ed.), 2005. The encyclopedia of wood: a tree-by-tree guide to the world's most versatile resource. New York. Facts on File, 192 s.

WEISS, R. B.; DONEHOWER, R. C.; WIERNIK, P. H.; OHNUMA, T.; GRALLA, R. J.; TRUMP, D. L.; LEYLAND-JONES, B., 1990. Hypersensitivity reactions from taxol. Journal of Clinical Oncology, 8(7): 1263-1268.

WILLIAMSON, R., 1978. The great yew forest: the natural history of Kingley Vale. MacMillan, 208 s.

ZAHRADNICKÝ, J. (ed.), 2004. Chráněná území ČR. XI., Plzeňsko a Karlovarsko. Praha. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 588 s.

ZATLOUKAL, V., (ed.), 2010. Rozšíření tisu červeného v České republice se zřetelem na jeho ekologickou amplitudu, vyhodnocení rizikových faktorů a zpracování komplexního návrhu opatření pro záchranu tohoto silně ohroženého druhu. Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, 161 s.

ZATLOUKAL, V., 1999. Tis na Šumavě. Vimperk. Správa NP a CHKO Šumava, 24 s.

ZATLOUKAL, V.; HOLÁ, Š.; KAČMAR, M., 2012. Pokus o rekonstrukci původního rozšíření tisu červeného a vymezení jeho ekologické amplitudy. In: Tis - dřevina roku 2012. Roztoky u Křivoklátu. ČLS, 16-22.

ZATLOUKAL, V.; HOLÁ, Š.; KAČMAR M., 2012. Tis červený (*Taxus baccata*)-dřevina roku 2012. In: Tis - dřevina roku 2012. Roztoky u Křivoklátu. ČLS, 10-15.

ŽEBRA, V., 1995. Inventarizace tisu červeného – *Taxus baccata* L. V CHKO Křivoklátsko. Diplomová práce, MZLU LDF. Brno, 68 s.

## Internetové zdroje

Mapy.cz [online]. Praha : Grada, [1998] [cit. 2015-04-03]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz>.