

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ

Katedra ekologie lesa

**Porovnání vybraných charakteristik tisu červeného na části  
repatriačních lokalit v CHKO Lužické hory**

Diplomová práce

Autor: Bc. Jana Nováková, DiS.

Vedoucí práce: Ing. Vladimír Janeček, Ph.D.

2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie lesa

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jana Nováková, DiS.

Lesní inženýrství

Název práce

**Porovnání vybraných charakteristik tisu červeného na části repatriačních lokalit v CHKO Lužické hory**

Název anglicky

**The evaluation of chosen characteristics of *Taxus baccata* on the part of repatriation localities in Protected Landscape Area Luzické hory**

---

### Cíle práce

- 1) Literární rešerše se vztahem k problematice tisu červeného se zvláštním zaměřením na možnost jeho repatriace v ČR
- 2) Stanovení kvantitativních (výška, průměr kmene) a kvalitativních (růstový tvar, zbarvení, defoliace, přítomnost škůdců) charakteristik na vybrané repatriační lokalitě tisu červeného v CHKO Lužické hory
- 3) Vzájemné porovnání disponibilních charakteristik vysazených jedinců tisu na různých lokalitách z hlediska rozdílných stanovištních podmínek a způsobů ochrany
- 4) Formulace doporučení pro lesnickou a ochrannářskou praxi na základě literárních a nově získaných poznatků

### Metodika

V letech 2014 a 2015 bude zpracována literární rešerše se zaměřením na možnost repatriace tisu červeného do oblastí, kde se již nevyskytuje, případně přežívá ve zbytkových populacích.

Po ukončení růstu v roce 2014 (4 roky po výsadbě) budou změřeny kvantitativní a vizuálně posouzeny kvalitativní charakteristiky repatriační výsadby tisu červeného č. 37 – Wels východ (a, b, c) v CHKO Lužické hory.

Získaná data budou spolu s dalšími poskytnutými daty ze strany CHKO Lužické hory, statisticky vyhodnocena a interpretována.

V závěrech práce budou formulována doporučení pro management populací tisu červeného uplatnitelná v krátkodobém až dlouhodobém výhledu v lesnické a ochrannářské praxi.

## Doporučený rozsah práce

50 stran

## Klíčová slova

tis červený, *Taxus baccata*, CHKO Lužické hory, repatriace, biometrické měření, výsadby

---

## Doporučené zdroje informací

Černý, M., 2006: Tis červený na území Národního parku Šumava. Šumava, zvláštní číslo: 14–15.

Jelínková, K., Zatloukal, V., 2001: Praktická příručka o tis. Blansko, Cortusa: 80 s.

Novotný, P., Hrozek, A., Ivanek, O., Hlaváček, J., Frýdl, J., 2009: Výzkum populace tisu červeného (*Taxus baccata* L.) v CHKO Lužické hory se zaměřením na zachování a reprodukci jejího genofondu. Zprávy lesnického výzkumu, 54: 112–127.

Novotný, P., Hrozek, A., 2010: Návrh způsobu zachování a reprodukce genetických zdrojů tisu červeného (*Taxus baccata* L.) v CHKO Lužické hory. Zprávy lesnického výzkumu 55: 273–281.

Svenning, J-Ch., Magård, E., 1999: Population ecology and conservation status of the last natural population of English yew *Taxus baccata* in Denmark. *Biological Conservation* 88: 173–182.

Zatloukal, V., Mánek, J., Čurn, V., Kadera, J., 2001: Inventarizace a genetická diverzita tisu červeného ve ZCHÚ ČR jako podklad pro záchranná opatření a pro jeho reintrodukcí. Závěrečná zpráva grantu VaV/610/1/99 – 3.2. za léta řešení 2000–2001. Vimperk, Správa NP a CHKO Šumava: 119 s.

---

## Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

## Vedoucí práce

Ing. Vladimír Janeček, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2015

**doc. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 3. 2015

**prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 30. 03. 2015

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Porovnání vybraných charakteristik tisu červeného na části repatriačních lokalit v CHKO Lužické hory“ vypracovala samostatně pod vedením Ing. Vladimíra Janečka, Ph.D., a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, 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 Kytlicích dne 20. 4. 2015

.....

Podpis autora



## **Poděkování**

Velmi ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří mi pomáhali během studia i při psaní diplomové práce. Zejména bych chtěla poděkovat vedoucímu práce, Ing. Vladimíru Janečkovi, Ph.D., za velkou pomoc, trpělivost a pozitivní přístup. Dále Ing. Alexandru Hrozkovi ze Správy CHKO Lužické hory, Ing. Petru Novotnému, Ph.D. a Ing. Jaroslavu Dostálovi z Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. za pomoc při sběru dat, za cenné informace, poznatky, poskytnutá data a za konzultace.

Velké díky patří i mé rodině, snoubenci Nobbymu, psovi Tondovi, který mi pomáhal při terénních pracích, přátelům, zaměstnavateli a kolegům, zejména pak mému vedoucímu Ing. Miloši Trýznovi.

Největší dík však patří mojí mamince, která zemřela v loňském roce, za to, že mě vždy podporovala a byla mi velikou oporou.

## Abstrakt

Na podzim roku 2014 bylo vybráno šest repatriačních lokalit s výsadbami tisů červeného (*Taxus baccata*). Lokality měly co nejobjektivněji reprezentovat různé stanovištní podmínky typické pro území CHKO Lužické hory a změny edafických kategorií a lesních vegetačních stupňů. Cílem práce bylo získání vybraných charakteristik tisů červeného na těchto repatriačních lokalitách 4 roky po jejich výsadbě, jejich porovnání, zjištění vlivu stanovištních podmínek a způsobu ochrany na růst sazenic a návrh doporučení na případnou modifikaci managementových opatření pro lesnickou a ochranářskou praxi. Získané informace bude možné využít k zefektivnění managementu výsadeb tisů v dané oblasti. U jedinců na všech lokalitách byla sledována výška, bazální tloušťka, růstový tvar, defoliace, zbarvení jehlic a přítomnost škůdců. Zjištěná data byla zpracována pomocí základních statistických metod. Výška, bazální tloušťka, index defoliace a index zbarvení jehlic byly porovnány metodami mnohonásobného porovnávání. Byl prokázán vliv stanovištních podmínek na výškový i tloušťkový růst jedinců. Nejlépe sazenice rostly v podmínkách 4. LVS na edafické kategorii kyselé a illimerizované. Nejhůře rostly sazenice v 5. a 6. LVS na edafické kategorii acerózní a kyselé. Nejlepších výsledků bylo dosaženo na menších holinách s bočním zástínem. Nejhůře naopak sazenice rostly na ploše s poměrně vysokým zakmeněním stávajícího bukového porostu. Vliv způsobu ochrany jednoznačně prokázán nebyl. Nejlépe však sazenice rostly v drátěných oplůtkách, nejhůře sazenice umístěné v oplůtkách dřevěných.

**Klíčová slova:** tis červený, *Taxus baccata*, CHKO Lužické hory, repatriace, biometrické měření, výsadby

## **Abstract**

In autumn 2014 six repatriation localities with outplantings of common yew (*Taxus baccata*) were selected. Localities should objectively represent different habitat conditions typical of the PLA Lužické hory and changes in edaphic categories and forest vegetation zones. The aim was to obtain selected characteristics of the yew tree at these repatriation localities four years after outplanting, to compare them, to determine the effect of habitat conditions and method of protection for the growth of seedlings and to draft recommendations for eventual modification of management for forestry and conservation practices. The information obtained will be used to streamline the management of yew plantations in the area. Observed for individuals at all sites were height, basal thickness, growth shape, defoliation, coloration of needles and presence of pests. The observed data were processed using basic statistical methods. Height, basal thickness, index of defoliation and needles coloration index were compared using multiple comparison methods. An influence of habitat conditions on height and basal thickness of individuals had been shown. The best results of height and basal thickness of seedlings were achieved in conditions of the 4th forest vegetation type on soils in acidic and illimerized edaphic category. The worst results occurred in the 5th and 6th forest vegetation types on acerosic and acidic edaphic categories. The best results were achieved on small clearings with side shading. The worst results occurred in locality with a relatively closed beech canopy. Effects of seedling protection had not been clearly demonstrated. The best results were achieved in individual wire fences, worst in individual wooden fences.

**Key words:** common yew, *Taxus baccata*, PLA Lužické Mts., repatriation, biometric measurement, outplantings

# OBSAH

<b>PROHLÁŠENÍ.....</b>	<b>4</b>
<b>PODĚKOVÁNÍ .....</b>	<b>5</b>
<b>ABSTRAKT .....</b>	<b>6</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>7</b>
<b>SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ, GRAFŮ .....</b>	<b>9</b>
<b>1 ÚVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>2 CÍLE PRÁCE .....</b>	<b>11</b>
<b>3 ROZBOR PROBLEMATIKY.....</b>	<b>12</b>
3.1 CHARAKTERISTIKA CHKO LUŽICKÉ HORY.....	12
3.1.1 Ochrana přírody.....	13
3.1.2 Přírodní poměry.....	15
3.1.3 Vývoj v době poledové, ovlivnění lesů člověkem.....	18
3.1.4 Současný stav lesů a lesního hospodářství .....	21
3.2 CHARAKTERISTIKA TISU ČERVENÉHO .....	22
3.2.1 Taxonomické postavení tisů.....	22
3.2.2 Popis druhů.....	23
3.2.3 Rozšíření .....	26
3.2.4 Ekologické nároky .....	27
3.2.5 Škůdci a choroby.....	29
3.2.6 Faktory ovlivňující stav populací a rozšíření tisů.....	30
3.2.7 Význam a využití .....	32
3.3 VÝCHODISKA REPATRIACE TISU ČERVENÉHO V ČR.....	36
3.3.1 Management existujících populací .....	36
3.3.2 Repatriace tisů do lokalit předpokládaného původního výskytu.....	40
3.3.3 Pěstování reprodukčního materiálu.....	41
3.3.4 Generativní množení tisů .....	42
3.3.4.1 Výsev semen.....	42
3.3.4.2 Vyzvedávání semenáčků.....	42
3.3.5 Vegetativní množení.....	42
3.3.5.1 Řízkování.....	43
3.3.5.2 Roubování.....	43
3.3.5.3 Hřížení .....	44
3.3.5.4 Explantátové kultury.....	44
3.3.6 Zálohování genofondu ohrožených populací.....	44
3.3.7 Výběr lokalit pro repatriaci .....	45
3.4 TIS ČERVENÝ V CHKO LUŽICKÉ HORY .....	46
3.4.1 Historický a současný výskyt .....	46
3.4.2 Ochrana genofondu in situ a ex situ .....	47
<b>4 METODIKA .....</b>	<b>51</b>
4.1 MATERIÁL.....	51
4.2 SBĚR DAT .....	57

4.3 ZPRACOVÁNÍ A VYHODNOCENÍ DAT .....	61
<b>5 VÝSLEDKY .....</b>	<b>62</b>
5.1 VÝŠKA .....	62
5.2 BAZÁLNÍ TLOUŠŤKA.....	64
5.3 RŮSTOVÉ TVARY.....	66
5.4 MÍRA DEFOLIACE .....	70
5.5 ZABARVENÍ JEHLIC .....	71
5.6 ÚMRTNOST SAZENIC .....	72
5.7 PŘÍTOMNOST ŠKŮDCŮ .....	73
<b>6 DISKUZE .....</b>	<b>74</b>
6.1 VLIV STANOVIŠTNÍCH PODMÍNEK NA VÝŠKOVÝ RŮST .....	74
6.2 VLIV STANOVIŠTNÍCH PODMÍNEK NA BAZÁLNÍ TLOUŠŤKU .....	75
6.3 VLIV ZPŮSOBU OCHRANY NA VÝŠKU.....	76
6.4 VLIV ZPŮSOBU OCHRANY NA BAZÁLNÍ TLOUŠŤKU .....	76
<b>7 ZÁVĚR.....</b>	<b>78</b>
<b>SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ .....</b>	<b>79</b>
<b>P Ř Í L O H Y .....</b>	<b>84</b>
PŘÍLOHA Č. 1 – MAPA SOUČASNÉHO ROZŠÍŘENÍ TISU ČERVENÉHO V ČR (ZATLOUKAL ET AL., 2010) .....	79
PŘÍLOHA Č. 2 – MAPA VÝSADEB TISU ČERVENÉHO V LUŽICKÝCH HORÁCH V LETECH 2001–2010 (HROZEK, NOVOTNÝ, 2012).....	80
PŘÍLOHA Č. 3 – MAPA HODNOCENÝCH LOKALIT VÝSADEB TISU ČERVENÉHO (HROZEK, NOVOTNÝ, 2012) .....	81
PŘÍLOHA Č. 4 – PŘEHLED SROVNÁVANÝCH LOKALIT .....	82
PŘÍLOHA Č. 5 – RŮSTOVÉ TVARY (PODLE PODKLADU P. NOVOTNÉHO KRESLILA L. HROZKOVÁ) .....	83
PŘÍLOHA Č. 6 – LEGENDA K TABULCE RŮSTOVÝCH TVARŮ (NOVOTNÝ ET AL., 2007).....	84

## Seznam tabulek, obrázků, grafů

OBR. Č. 1 – POLOHA CHKO LUŽICKÉ HORY .....	12
OBR. Č. 2 – PŘEHLEDOVÁ MAPA CHKO LUŽICKÉ HORY .....	13
OBR. Č. 3 – ZONACE CHKO LUŽICKÉ HORY .....	15
OBR. Č. 4 – LOKALITA WELS VÝCHOD (A) – CELKOVÝ POHLED .....	53
OBR. Č. 5 – WELS VÝCHOD (A) – DETAIL.....	53
OBR. Č. 6 – LOKALITA WELS SEVER – CELKOVÝ POHLED .....	54
OBR. Č. 7 – LOKALITA KŘÍŽOVATKA – CELKOVÝ POHLED .....	55
OBR. Č. 8 – LOKALITA KOZÍ HRBETY VRCHOL – CELKOVÝ POHLED .....	57
OBR. Č. 9 – MĚŘENÍ VÝŠKY .....	59
OBR. Č. 10 – MĚŘENÍ BAZÁLNÍ TLOUŠŤKY .....	59
OBR. Č. 11 – HODNOCENÍ PŘÍTOMNOSTI ŠKŮDCŮ.....	60
OBR. Č. 12 – HODNOCENÍ RŮSTOVÉHO TVARU .....	60
OBR. Č. 13 – GRAF PRŮMĚRNÉ VÝŠKY JEDINCŮ NA JEDNOTLIVÝCH LOKALITÁCH.....	63
OBR. Č. 14 – KRABICOVÝ GRAF VÝŠKY NA JEDNOTLIVÝCH LOKALITÁCH .....	64
OBR. Č. 15 – GRAF PRŮMĚRNÉ BAZÁLNÍ TLOUŠŤKY JEDINCŮ NA JEDNOTLIVÝCH LOKALITÁCH .....	65
OBR. Č. 16 – KRABICOVÝ GRAF BAZÁLNÍ TLOUŠŤKY NA JEDNOTLIVÝCH LOKALITÁCH.....	66
OBR. Č. 17 – ZASTOUPENÍ RŮSTOVÝCH TVARŮ .....	67
OBR. Č. 18 – GRAF RŮSTOVÝCH TVARŮ NA LOKALITĚ WELS VÝCHOD (A, B, C) .....	67

OBR. Č. 19 – GRAF RŮSTOVÝCH TVARŮ NA LOKALITĚ WELS SEVER .....	68
OBR. Č. 20 – GRAF RŮSTOVÝCH TVARŮ NA LOKALITĚ KŘÍŽOVATKA .....	68
OBR. Č. 21 – GRAF RŮSTOVÝCH TVARŮ NA LOKALITĚ KOZÍ HŘBETY SEVER .....	69
OBR. Č. 22 – GRAF RŮSTOVÝCH TVARŮ NA LOKALITĚ KOZÍ HŘBETY JIH .....	69
OBR. Č. 23 – GRAF RŮSTOVÝCH TVARŮ NA LOKALITĚ KOZÍ HŘBETY VRCHOL .....	70
OBR. Č. 24 – SROVNÁNÍ MÍRY DEFOLIACE .....	70
OBR. Č. 25 – PRŮMĚRNÁ MÍRA DEFOLIACE .....	71
OBR. Č. 26 – PRŮMĚRNÝ STUPEŇ ZABARVENÍ JEHLIC .....	71
OBR. Č. 27 – STUPEŇ ZABARVENÍ JEHLIC .....	72
OBR. Č. 28 – ÚMRTNOST JEDINCŮ NA JEDNOTLIVÝCH LOKALITÁCH .....	72



## 1 Úvod

Současný stav lesních společenstev na území CHKO Lužické hory je již po několik staletí velmi výrazně ovlivněn lidskou činností. Charakter lesů se za tu dobu změnil k nepoznání. Změny, které přineslo intenzivní hospodářské využívání lesů nerespektující zákonitosti přirozeného vývoje lesních ekosystémů, se dotkly zejména druhové skladby a věkové struktury lesních porostů. Přírodě blízké porosty byly zachovány pouze na takových stanovištích, která jsou špatně dostupná nebo nejsou vhodná pro hospodaření. Převažují kulturní lesy zejména v podobě monokultur smrku ztepilého (AOPK ČR, 2013).

Změny se nejvíce dotkly dřevin s vyhraněnými nároky na mikroklimatické prostředí klimaxového lesa. Mezi tyto citlivé dřeviny patří i tis červený (*Taxus baccata* L.). Během několika posledních staletí tis z našich lesů prakticky vymizel a přestal být vnímán jako domácí lesní dřevina. Kvůli nízké produkci dřeva stojí mimo zájem lesního hospodářství orientovaného zejména na produkci (ZATLOUKAL et al., 2001). I když je u nás tis chráněn již od roku 1958 a jde tedy o jednu z našich nejdéle chráněných rostlin, jeho přítomnost v lesích se nadále snižovala (NOVOTNÝ et al., 2009). Příčiny úbytku tisu navíc stále přetrvávají.

Snaha dosáhnout v lesních ekosystémech vyššího stupně ekologické stability a biodiverzity patří mezi základní dlouhodobé cíle v ochraně přírody a krajiny CHKO Lužické hory (AOPK ČR, 2013).

Vzhledem k dlouhověkosti a schopnosti snášet i silný zástin tis červený výrazně přispívá k druhové, věkové a prostorové diverzitě lesních společenstev. Zároveň je složkou potravy mnoha druhů ptáků i jiných obratlovců a nepřímo tak ovlivňuje i zvýšení jejich druhové diverzity (ZATLOUKAL et al., 2010).

Tis červený patří v CHKO Lužické hory mezi cílové dřeviny. Původnost výskytu tisu v této oblasti je nepochybná. Populace tisu je však silně fragmentovaná a velmi málo početná. Převažují tisy na kulturních lokalitách, přesto pocházejí téměř jistě z původní populace (ZATLOUKAL et al., 2010). Jejich přirozená obnova je však zaznamenávána pouze ojediněle a není dostatečná pro samovolnou reprodukci. Záchrana genofondu je zde velice naléhavá (ZATLOUKAL et al., 2013).

Snahy o navrácení tisu do lesů Lužických hor začaly v roce 1999. Cílem bylo využití

přirozeného zmlazení vyskytujícího se pod tisy v Krompachu. Nejprve byly zajištěny potřebné výjimky ze zákona pro nakládání se zvláště chráněným a silně ohroženým druhem pro sběr semen a vyzvedávání semenáčků. Dále byla uskutečněna inventarizace tisů na území CHKO. Od roku 1999 probíhá vyzvedávání semenáčků a pěstování sazenic a od roku 2001 jejich výsadba. Ve spolupráci s Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti byl navržen způsob zachování a reprodukce genetických zdrojů tisu v CHKO.

V posledních letech zde vzniklo množství repatriačních výsadeb, které jsou zdrojem cenných informací o charakteru růstu tisu. Zhodnocení těchto výsadeb na různých stanovištích napomůže ke zpřesnění představ o vhodném managementu této dřeviny, což je jeden z kroků vedoucích k dosažení vyšší diverzity a vyššího stupně ekologické stability lesních porostů v CHKO Lužické hory.

Zadání řešení diplomové práce<sup>1</sup> bylo iniciováno na základě požadavku pracovníků Správy CHKO Lužické hory, kteří měli zájem zjistit kvantitativní a kvalitativní charakteristiky vysazených jedinců tisu na vybraných repatriačních lokalitách a tyto jejich vlastnosti porovnat z hlediska různých stanovištních podmínek a způsobů ochrany. Zhodnocením růstu tisu na různých stanovištích repatriace si lze následně vytvořit představu o vhodném managementu této dřeviny.

---

<sup>1</sup> Po formální stránce se úprava diplomové práce řídí Směrnicí děkana FLD č. 6/2013 (TURČÁNI, 2013).

## **2 Cíle práce**

Cílem práce je porovnání vybraných charakteristik tisu červeného na šesti repatriačních lokalitách v CHKO Lužické hory 4 roky po jejich výsadbě.

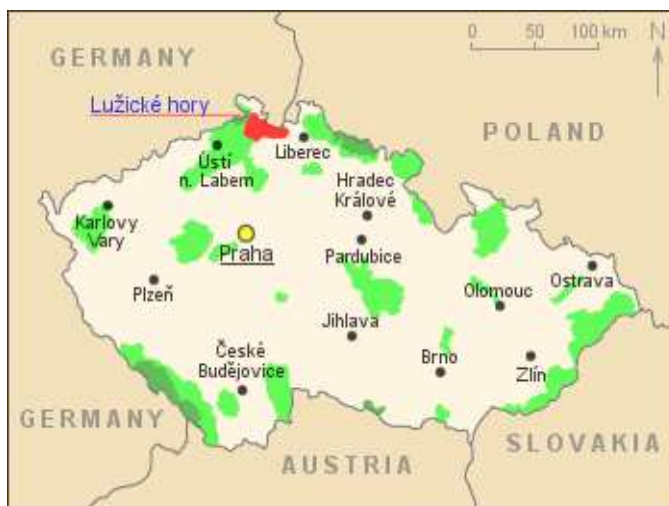
Postup řešení spočívá ve shromáždění relevantních informací z dostupné literatury a zpracování literární rešerše, dále ve stanovení vybraných kvantitativních a kvalitativních charakteristik vysazených jedinců tisu na konkrétních repatriačních lokalitách v Lužických horách a v následném porovnání získaných dat z hlediska odlišných stanovištních podmínek a způsobů ochrany. Na základě syntézy literárních i nově získaných poznatků bude v závěru formulován návrh doporučení na případnou modifikaci managementových opatření pro lesnickou a ochrannářskou praxi.

## 3 Rozbor problematiky

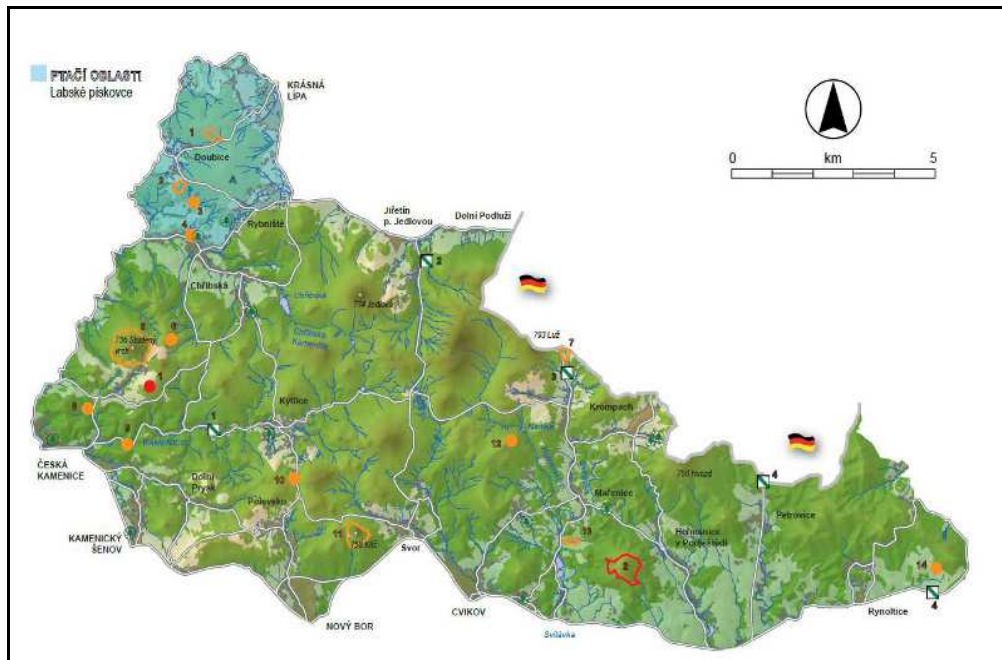
### 3.1 Charakteristika CHKO Lužické hory

Práce se vztahuje k území Chráněné krajinné oblasti Lužické hory (dále CHKO), která byla zřízena výnosem Ministerstva kultury České socialistické republiky č. j. 6927/1976 ze dne 19. března 1976. Současně byly stanoveny podmínky ochrany, způsob provádění správy oblasti a způsob spolupráce při řešení problémů ochrany krajiny a přírodního prostředí (AOPK ČR, 2013).

CHKO Lužické hory s rozlohou přibližně 270 km<sup>2</sup> se rozkládá v Libereckém a Ústeckém kraji, přičemž území spadá pod obce s rozšířenou působností Děčín, Rumburk, Varnsdorf, Nový Bor a Liberec (obr. 1, 2). Na severozápadě CHKO sousedí s Národním parkem České Švýcarsko, na západě s CHKO Labské pískovce, na jihozápadě s CHKO České Středohoří a na severovýchodě s CHKO (Landschaftschutzgebiet) Žitavské hory (Zittauer Gebirge). S posledním jmenovaným chráněným územím mají Lužické hory shodnou geologickou stavbu, vývoj přírodního prostředí i historii osídlení (AOPK ČR, 2013).



Obr. č. 1 – Poloha CHKO Lužické hory (<http://www.luzicke-hory.cz/mista/index.php?pg=mpzaklc>)



Obr. č. 2 – Přehledová mapa CHKO Lužické hory

(<http://luzickehory.ochranaprirody.cz/res/data/055/008830.jpg?seek=8>)

### 3.1.1 Ochrana přírody

Poslání CHKO Lužické hory je obecně formulováno v § 25 odst. 2 zákona č. 114/1992 Sb., a dále ve Výnosu o zřízení CHKO Lužické hory, kde se uvádí, že posláním CHKO je ochrana všech hodnot krajiny, jejího vzhledu a typických znaků, přírodních zdrojů a vytváření vyváženého životního prostředí. K typickým znakům krajiny CHKO náleží zejména její povrchové utváření včetně vodních toků a ploch, klima krajiny, vegetační kryt a volně žijící živočišstvo, rozvržení a využití lesního a zemědělského půdního fondu a také místní zástavba lidového rázu.

Základními dlouhodobými cíli v ochraně přírody a krajiny jsou:

- zachovalé přírodní lesní ekosystémy, vyšší stupeň ekologické stability a biodiverzity u kulturních porostů,
- zachování a zvyšování biodiverzity nelesních přírodě blízkých biotopů, zejména horských a podhorských luk a mokřadů,
- udržení nebo dosažení přírodě blízkého charakteru vodních toků a mokřadů, náprava změněného vodního režimu a revitalizace denaturalizovaných toků a pramenných oblastí,

- udržení, příp. vytváření vhodných stanovišť pro vzácné a zvláště chráněné druhy rostlin a živočichů a jejich společenstva, se zvláštním důrazem na evropsky významná stanoviště a druhy,
- zachované neživé součásti přírody, geologické jevy a útvary,
- dochovaný krajinný ráz daný přírodními podmínkami a zejména cennými soubory lidové architektury v jejich typických sídelních strukturách,
- ochrana přírody a krajiny bez střetů s rekreačním využitím CHKO (podpora šetrných forem turistického ruchu),
- zachování přírodních funkcí krajiny (AOPK ČR, 2013).

V CHKO Lužické hory byly za účelem bližšího určení způsobu ochrany přírody vymezeny čtyři zóny odstupňované ochrany přírody, schválené Ministerstvem životního prostředí ČR dne 20. 12. 1995 pod č. j. OOP/6651/95.

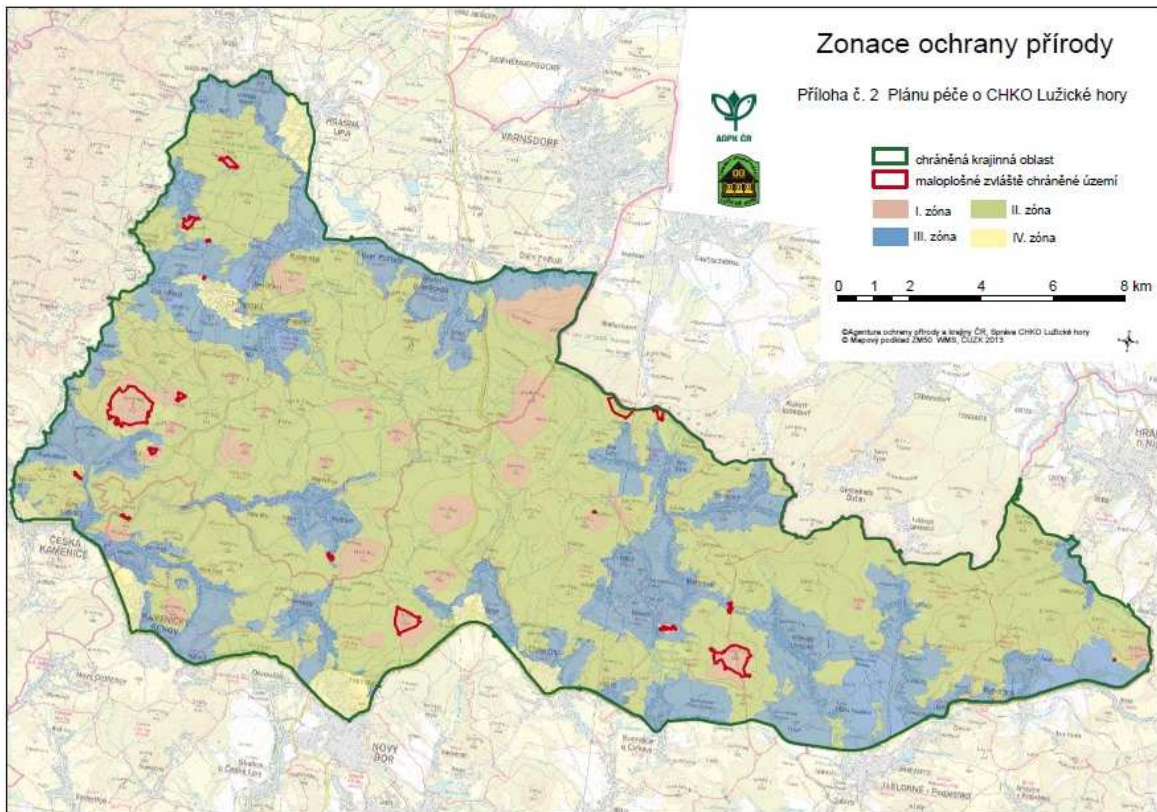
I. zóna zaujímá rozlohu 1 606 ha, přičemž jsou do ní zařazena území s nejvýznamnějšími přírodními hodnotami. Jedná se zejména o přirozené či málo pozměněné ekosystémy s dobře vyvinutou ekologickou stabilitou – fragmenty přírodě blízkých lesních ekosystémů, které se dochovaly většinou ve vrcholových částech třetihorních neovulkanitů z důvodu nepřístupnosti pro lesnickou mechanizaci. V dřevinné skladbě převládá buk lesní s příměsí javoru klenu, jilmu drsného, příp. jasanu ztepilého a smrku ztepilého. Některé části I. zóny jsou genovými základnami buku a javoru. Do I. zóny jsou dále zařazena maloplošná zvláště chráněná území a jejich ochranná pásma a také některé orchidejové louky, které nepožívají statut zvláštní ochrany.

II. zóna se rozkládá na ploše 14 920 ha a tvoří ji zejména lesní půda. Jedná se o lidskou činností pozměněné smrkové porosty s příměsí listnatých dřevin.

Rozloha III. zóny činí 8 551 ha. Zahrnuje značně přeměněné lesní ekosystémy. Součástí III. zóny je i typická rozptýlená zástavba s hodnotným krajinným rázem a zachovanou lidovou architekturou (tzv. podstávkové domy).

IV. zóna na ploše 1 365 ha představuje urbanizované území s převážně městskou zástavbou a průmyslovými objekty. Území má malou přírodovědnou a krajinářskou hodnotu. Jedná se o intravilány obcí Krásná Lípa, Cvikov, Nový Bor (společně s Arnultovicemi), Kamenický Šenov, Česká Kamenice a Chřibská (AOPK ČR, 2013).





Obr. č. 3 – Zonace CHKO Lužické hory

(<http://luzickehory.ochranaprirody.cz/res/data/055/008832.jpg?seek=8>)

V současné době se na území CHKO Lužické hory nachází 18 maloplošných zvláště chráněných území (MZCHÚ), z toho jedna národní přírodní rezervace (NPR), 6 přírodních rezervací (PR), jedna národní přírodní památka (NPP) a 10 přírodních památek (PP). Tato MZCHÚ reprezentují nejčinnější lokality s výskytem cenných společenstev a zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů (AOPK ČR, 2013).

### 3.1.2 Přírodní poměry

Území CHKO Lužické hory je z regionálně geologického hlediska součástí rozsáhlejší geologické jednotky zvané Český masiv. Geologický podklad většiny území Lužických hor tvoří několik set metrů mocné vrstvy sedimentů druhohorních moří – převážně kvádrových pískovců. Nejstaršími horninami jsou prvohorní žuly (rumburská žula, lužický granodiorit), zasahující do území ze Šluknovského výběžku v okolí Kyjova a Krásné Lípy.

Jsou odkryté severně od Lužického zlomu na severním a východním okraji CHKO Lužické hory.

Lužický zlom je geologický přesmyk, kdy starší horniny byly vysunuty nad horniny mladší. U Kyjova a Doubice jsou na povrch vyzdviženy jurské vápence. Zejména v západní části území se vyskytují pozůstatky terciárního vulkanismu – neovulkanity. Během horotvorných procesů v třetihorách pronikalo puklinami v zemské kůře magma, které vytvořilo podpovrchové útvary. Charakteristické tvary vrcholků Lužických hor vznikly pozdější erozí měkkých pískovců. Osa neovulkanické zóny probíhá přibližně středem CHKO od Polevska směrem k Horní a Dolní Světlé. Čedičové neboli bazaltoidní horniny vystupují na povrch především severozápadně od výše popsané osy. Značnou část povrchu tvoří nejmladší – kvartérní uloženiny. Velmi malou část tvoří glaciální sedimenty. Na většině křídového povrchu se nacházejí sedimenty kvartéru vnitřních Čech, případně spraše, které sem byly navátý z oblasti kontinentálního zalednění. Na většině vrcholků jsou vyvinuta kamenná moře, vzniklá silným mrazovým zvětráváním ve starších čtvrtohorách. Ve východní části vznikla menší pískovcová skalní města (AOPK ČR, 2013).

CHKO Lužické hory má protáhlý tvar s délkou 29 km ve směru západ – východ. Největší šířky (12 km) dosahuje na západě, na východě se šířka pohybuje pouze mezi 3 až 5 km. Na jihu sousedí nejdelší hranicí s Ralskou pahorkatinou, na jihozápadě s Českým středohořím, na západě s Děčínskou pahorkatinou, na severozápadě se Šluknovskou pahorkatinou a na východě u Horního Sedla s Ještědsko-kozákovským hřbetem. V krátkém úseku u Hrádku nad Nisou sousedí s Žitavskou pánví (AOPK ČR, 2013).

Lužické hory zauímají malé, ale horopisně vyhraněné území mezi Děčínskou vrchovinou a Ještědsko-kozákovským hřbetem. Území se zčásti kryje s geomorfologickým celkem Lužické hory, zasahuje však i do okolních jednotek (Děčínská vrchovina, České středohoří, Šluknovská pahorkatina, Ještědsko-kozákovský hřbet, Žitavská pánev, Ralská pahorkatina). Geomorfologicky tvoří Lužické hory dva podcelky – Lužický hřbet a Kytlická vrchovina (DEMEK et al., 2006). Nejvyšším bodem Lužických hor je Luž (791 m n. m.), nejnižším pak údolí Kamenice (260 m n. m.).

Fytogeograficky patří území CHKO Lužické hory do oblasti mezofytika, fytogeografického obvodu Českomoravské mezofytikum, fytogeografického okresu Lužické hory. Do oblasti částečně zasahuje fytogeografický okres Šluknovská pahorkatina a dva podokresy – Českokamenická kotlina a Ploučnické Podještědí (SKALICKÝ, 1997).

V CHKO převažují mezotrofní typy půd, na bazaltoidních horninách lze nalézt eutrofní typy půd a vzhledem k vyšší poloze i horské typy půd. Nejvíce jsou zastoupeny arenické podzoly na hlubších substrátech a arenické dystrikové kambizemě. Primární pseudogleje se vyskytují na úpatích kopců a v plochých sníženinách, na čedičích jsou zastoupeny eutrofní kambizemě, na trachytech chudší kambizemě. Vlivem kyselých křídových pískovců a kyselých neovulkanitů je substrát poměrně kyselý (CULEK et al., 1996).

Podle údajů z let 1901–2000 leží centrální část CHKO a údolí řeky Kamenice s přilehlým okolím v chladné oblasti, zbytek území leží v oblasti mírně teplé (HRNČIAROVÁ et al., 2009).

Díky své poloze a morfologii jsou Lužické hory bohaté na atmosférické srážky a patří k nejvlhčím oblastem České republiky ve srovnatelné nadmořské výšce. Jsou tvořeny spíše jednotlivými kopci než celistvým horským hřebenem a tvoří tak složitou orografickou strukturu, která výrazně ovlivňuje srážkové úhrny. Zejména v teplejší části roku konvektivní charakter srážek více reaguje na terénní útvary a rozdíly ve srážkových úhrnech na návětrných a závětrných svazích tak mohou dosahovat až několik desítek milimetrů v průběhu jednoho dne. Při převládajícím severozápadním proudění jsou Lužické hory navíc prvním výrazněji vyvýšeným útvarem ve směru od Saska. Svým profilem pak zesilují výstupné pohyby potřebné pro vznik srážkové činnosti.

Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje od 720 mm v jižní části území (Jablonné v Podještědí), přes 890 mm v západní části (Chřibská) až po 940 mm v centrální části (Kytlice, Mlýny). Průměrný počet dnů se sněhovou pokrývkou vyšší než 1 cm se pohybuje od 52 dnů v České Kamenici po 78 dnů v Kytlicích. Roční chod srážek vykazuje i přes relativně malou nadmořskou výšku území horský průběh s minimy na jaře a na podzim. Maxima srážek jsou zaznamenávána v letních měsících. Lužické hory vytvářejí díky své poloze výrazný klimatický předěl s velkými rozdíly v počasí na severních svazích obrácených do Šluknovské pahorkatiny a na jižních svazích Českolipské části. Údajů o teplotních poměrech je z území CHKO velice málo. Jediná klimatická stanice leží v Jablonném v Podještědí (v provozu od r. 1961). Teploty na území CHKO je tak možné pouze odhadovat. Jižní část s otevřenou krajinou a nižší nadmořskou výškou je s průměrnými ročními teplotami 7,1–7,4 °C nejteplejší. Ve středních polohách se teploty pohybují od 6 do 7 °C, v nejvyšších polohách v rozmezí 5–6 °C. Nejchladnějším měsícem je leden s průměrnou teplotou –2 °C v jižní části a –4 °C v centrální části, nejteplejším pak červenec se 17 °C v jižní části, respektive 15–16 °C v centrální části. Vegetační období

s průměrnou denní teplotou od 10 °C zde trvá přibližně 150 dnů v roce, v nejvyšších partiích i méně (AOPK ČR, 2013).

Vlivem oceánského klimatu se zde ve větší míře vyskytují subatlantské druhy. Z teplomilných jsou zastoupeny pouze ty, které mají menší nároky na teplotu a živiny. Nalézt je lze především v nižších polohách, na výslunných stráních a na čedičovém a znělcovém podkladu. Vyskytuje se zde i několik subboreálních druhů a glaciálních reliktních. Druhy považované za horské jsou zastoupeny pouze sporadicky. Dochovalo se několik rašelinišť s jedinečnými rostlinnými společenstvy. Významné jsou též vlhké louky s pestrou druhovou skladbou včetně výskytu orchidejí. Na území Lužických hor jsou zastoupeny suprakolinní, submontánní a montánní stupně vegetační pásmovitosti. Druhová diverzita cévnatých rostlin je s ohledem na geologické poměry, kdy převládá pískovec (relativně chudý a propustný substrát), poměrně vysoká. Totéž platí i na úrovni diverzity ekosystémů. Důvodem je přítomnost odlišných geologických substrátů (vulkanitů, zejména čediče), vodních toků a poměrně velké rozpětí nadmořské výšky (AOPK ČR, 2013).

### ***3.1.3 Vývoj v době poledové, ovlivnění lesů člověkem***

Předtím, než začal člověk intenzivně zasahovat do přirozeného vývoje, procházely zdejší lesy pouze změnami, které byly závislé zejména na střídání klimatických období. Nejstarší osídlení je doloženo z mezolitu, kdy však bylo velice řídké a lesy měly ještě pralesovitý charakter. Hornatá krajina Lužických hor neumožňovala v té době provozování zemědělství a nebyla kvůli nepříznivým přírodním a klimatickým podmínkám souvisle osídlena až do doby vrcholného středověku. Do 11. století byly Lužické hory součástí málo dotčeného a téměř neprostupného souvislého lesního porostu – královského pohraničního hvozdu, tvořícího přirozenou ochranu proti zahraničním vpádům. Odedávna tudy procházely obchodní stezky spojující vnitrozemí s Lužicí, resp. až s pobřežím Baltského moře. Podél těchto komunikací vznikala první sídla. Počátky kolonizace jsou připisovány českému etniku z vnitrozemí. Ve 13. století jím byly na celém území zakládány hrady a osady. Ve 14. století však začali přicházet němečtí kolonisté. Již tehdy tedy začalo soužití obou kultur, které bylo přerušeno až po 2. světové válce. Dřevorubectví se stalo jednou z hlavních možností obživy zdejších obyvatel. Lesy byly těženy nejdříve z jihu, těžba pak postupovala s nástupem osídlení do vyšších poloh. Plocha lesa byla zmenšena přibližně na

dnešní stav. Dřevo bylo těženo jako zdroj tepelné energie, stavebního materiálu a pro výrobu užitkových předmětů. Odlesněná část byla přeměněna v extenzivně využívanou zemědělskou krajinu. Paseky i les byly využívány pro pastvu dobytka. Zemědělství neumožňovalo dosahovat vyšších výnosů a obyvatelstvo hledalo jiné možnosti obživy. Již od 13. století zde začaly vznikat první sklárny. V průběhu dalších staletí vznikalo a opět zanikalo velké množství sklářských hutí, které měly ohromnou spotřebu dřeva pro vytápění sklářských pecí a pro výrobu potaše. Po vyčerpání zásob v okolí byly sklárny vždy přestěhovány na jiné vhodné místo. Další produkty a suroviny ze dřeva se vyráběly přímo v lesích. Jednalo se o výrobu dřevěného uhlí, potaše, kolomazi (dehtu), smoly, loučí či šindelů. V 17. století již byly lesy intenzivně hospodářsky využívány. Dřevo se těžilo pro sklářský průmysl, stavebnictví, hornictví a hutnictví, vápenky, pivovary aj. Lesy zároveň ustupovaly lidským sídlům. Negativní dopad na jejich stav měla i třicetiletá válka, během níž došlo k vypálení většiny vesnic i panských dvorů, což mělo za následek velkou spotřebu dřeva pro jejich opětovné vystavění. V 18. století byla založena některá města, rostl počet obyvatel a nastal i rozmach řemesel a průmyslu. Spolu s tím rostl i objem těžeb dříví v lesích Lužických hor, které bylo těženo i pro vývoz do Saska. Kromě nadměrné těžby docházelo k poškozování lesů také pastvou dobytka, polařením (pronajímání pasek pro zemědělské využití spojené s následným vyčerpáním půdy), hrabáním steliva a hrabanky, těžbou pryskyřice a požáry způsobenými při výrobě dřevěného uhlí (AOPK ČR, 2013).

Těžba probíhala zpočátku jednotlivě výběrným způsobem (podobnost s pomalým rozpadem klimaxového pralesa a přirozeným zmlazováním dřevin). Holosečné hospodaření a zásadní změny druhové skladby lesních porostů se objevily až v 18. století (k prvním mýtním těžbám došlo kolem roku 1735). Těžby stále narůstaly, lesy již nebyly schopny přirozené obnovy a musely tak být obnovovány uměle, sítí nebo sadbou. Vysazoval se především smrk, místy borovice. S úbytkem stromů v lesích začaly mizet sklárny. Na konci 18. století se projeví první snahy o ochranu lesů. Začalo se hospodařit podle lesního plánu a byl zaveden etát. Zakázány nebo omezeny byly škodlivé činnosti jako pastva dobytka, hrabání steliva, smolaření a podobně. Ustal vývoz dřeva do Saska. Nadměrné využívání lesů však trvalo až do konce 19. století, kdy energetika přecházela na spalování uhlí, čímž radikálně klesla těžba palivového dříví, která do té doby představovala až 90 % veškerého objemu těžeb. Výstavba železnice po roce 1860 však znamenala další potřebu dříví, tentokrát pro výrobu pražců a vagonů (AOPK ČR, 2013).

Pasečné hospodaření, výběrný způsob a umělé výsadby zvýhodňovaly smrk na úkor ostatních dřevin. Dřeviny jako jedle bělokorá či duby z lesů téměř vymizely. Bukové porosty zůstaly zachovány na místech, kde smrky trpí námrazou nebo výškovými polomy, tj. na prudších svazích a vrcholech čedičových, znělcových a trachytových kopců, přičemž i zde byla vytěžena jedle. Nejvíce byla skladba lesa pozměněna ve východní části Lužických hor. V průběhu intenzivní exploatace lesů došlo rovněž k introdukci geograficky nepůvodních dřevin – modřínu opadavého, smrku pichlavého, borovice vejmutovky, douglasky tisolisté, borovice černé, borovice Banksovy, borovice Jeffreyovy, dubu červeného a dalších. Hospodářsky významné se ukázaly pouze modřín opadavý a borovice vejmutovka. Osivo smrku ztepilého a borovice lesní bylo kvůli vysoké spotřebě dováženo z větších vzdáleností, čímž došlo ke kontaminaci místního genofondu dřevin geny z jiných přírodních podmínek (AOPK ČR, 2013).

Během 18. a 19. století tak byla přirozená lesní společenstva s bohatou strukturou nahrazena smrkovými, na chudších stanovištích pak borovými monokulturami. Bukové porosty zůstaly zachovány pouze na špatně dostupných lokalitách. Většina lesů pozbyla své přirozenosti a současně došlo k silnému narušení jejich ekologické stability. Oslabení lesů se začalo brzy projevovat jejich náchylností k poškození abiotickými činiteli. Nejvýznamnějšími abiotickými činiteli jsou v daných podmínkách vítr a námraza (omezení pěstování smrku ve vyšších polohách), škody působí i mráz a na písčitéch podkladech rovněž sucho (AOPK ČR, 2013).

Do roku 1918 spravovali zdejší lesy jejich šlechtičtí majitelé, od daného roku pak stát. Další velké změny pro lesní hospodářství přinesla druhá světová válka. Nejprve bylo v roce 1938 v souvislosti se zabráním Sudet Německem po podpisu tzv. Mnichovské dohody vystěhováno české obyvatelstvo, po konci války bylo naopak odsunuto téměř veškeré německé obyvatelstvo. Prudce poklesl počet obyvatel. Území bylo sice znovu osídleno, nikdy však již v původní hustotě a řada osad zcela zanikla. Průmysl byl po převratu v roce 1948 znárodněn a došlo k jeho útlumu. Stejně tak byla znárodněna i zemědělská půda a vznikly státní statky. Zanikla většina rodinných hospodářství a drobných živností. S kolektivizací a intenzifikací zemědělství přišlo zrušení mezí, remízků a mnoha cest, byly budovány regulace toků, meliorace, aplikovaly se pesticidy a umělá hnojiva. Zcela nebo téměř byla vyhubena část původní fauny.

V důsledku exhalací z nedalekých tepelných elektráren v německém a polském příhraničí, ale i z elektráren Severočeské uhelné pánve a z místních zdrojů, byly v 70. letech zjištěny



první známky poškození lesních porostů vlivem imisí. Imisní poškození výrazně stoupl v roce 1977 a zvláště pak v zimě 1978/1979 jako důsledek spolupůsobení imisí a mrazového šoku.

V posledním století exponenciálně vzrostly stavy jelení zvěře a jí působené škody. Loupáním je na území Lužických hor poškozeno 25 % smrkových porostů, v menší míře se škody projevují i na borovici a buku. Zvěř prakticky znemožňuje přirozenou obnovu zbytkových výskytů původních dřevin, zejména jedle a buku (AOPK ČR, 2013).

### ***3.1.4 Současný stav lesů a lesního hospodářství***

Lesy pokrývají podstatnou část CHKO Lužické hory. Z celkové plochy 27 062 ha zaujímají 17 763,56 ha, tj. 65,6 %. Zejména ve střední a západní části tvoří lesy kompaktní celky. Převážná část lesní půdy je státní v přímé správě Lesů České republiky (lesní správy Rumburk, Česká Lípa, Ještěd). Městské, obecní a soukromé lesní majetky jsou velmi malé (AOPK ČR, 2013).

Území CHKO zasahuje do pěti přírodních lesních oblastí (PLO) – většina do PLO 19 – Lužická pískovcová vrchovina, menší části pak do PLO 18 – Severočeská pískovcová plošina a Český ráj, PLO 21 – Jizerské hory a Ještěd, PLO 20 – Lužická pahorkatina a PLO 5 – České středohoří (AOPK ČR, 2013).

Lesy na území CHKO jsou zařazeny do všech tří kategorií. Lesy hospodářské zaujímají 84,2 % lesní půdy, lesy ochranné 2,5 % a lesy zvláštního určení 13,4 % (AOPK ČR, 2013).

Z hlediska výškové pásmovitosti převažují lesní vegetační stupně (LVS) 5 – jedlobukový (35,0 %) a 6 – smrkobukový (33,2 %). Významný podíl mají azonální borová stanoviště (20,4 %). V nižších polohách jsou zastoupeny LVS 3 – dubobukový (5,8 %) a 4 – bukový (3,5 %). Nejčastěji jsou zastoupeny soubory lesních typů (SLT) řady kyselé (57 %) a řady živné (26 %). Další SLT jsou zastoupeny jen okrajově. Na více než polovině plochy lesních porostů jsou zastoupeny čtyři SLT – 5K, 0K, 6S a 6K (AOPK ČR, 2013).

V dřevinné skladbě CHKO Lužické hory dominují jehličnaté dřeviny nad listnatými. Historickým vývojem za posledních ca 200 let byly původní lesní ekosystémy pozměněny v druhové, věkové i prostorové skladbě. V současnosti zaujímají největší podíl smrk (57,9 %), borovice (13,2 %), buk (13,6 %), modřín (5,3 %), bříza (3,9 %), olše (1,5 %),

zbylý podíl pak připadá na ostatní dřeviny se zastoupením nižším než 1 % (javory, duby, jasan ztepilý, habr obecný, jilmy, jedle bělokorá a různé exotické dřeviny). Největší rozdíl mezi přirozenou (18,8 %) a současnou (57,9 %) dřevinnou skladbou vykazuje smrk ztepilý, tj. trojnásobné překročení, a to na úkor buku (13,6 %, resp. 36,4 %) a jedle (0,2 %, resp. 21,3 %), u níž současný podíl nedosahuje ani setiny původního stavu. Porosty smrku se vyskytují na nejúživnějších stanovištích, zatímco bukové porosty se zachovaly ve špatně dostupném terénu vrcholových partií (AOPK ČR, 2013).

Přírodovědně nejhodnotnější porosty jsou zařazeny do 31 segmentů I. zóny CHKO. Tato roztržitost je dána tím, že nejcennější (zejména bukové) porosty se dochovaly hlavně na vrcholech kopců. Většina lesů je zařazena do II. zóny, kam náleží i smrkové monokultury založené po mniškové kalamitě. Do III. a IV. zóny byly zařazeny především drobné lesíky uprostřed zemědělské krajiny (AOPK ČR, 2013).

Věková struktura lesů je poměrně vyrovnaná. Vyšší podíl zaujímají pouze porosty v 8. věkovém stupni, což je způsobeno mniškovou kalamitou z 20. let 20. století. Přebytek starších porostů ve 14. až 17. věkovém stupni vykazuje zejména I. zóna, což je způsobeno odlišnou dřevinnou skladbou (AOPK ČR, 2013).

## **3.2 Charakteristika tisu červeného**

Tis červený (*Taxus baccata* L.) je vyhláškou č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, prohlášen za druh silně ohrožený.

### **3.2.1 Taxonomické postavení tisu**

Taxonomické postavení tisu v systému vyšších rostlin není v dostupné literatuře jednotné. Patří do oddělení nahosemenných rostlin (*Pinophyta*), které jsou v současném geologickém období již na ústupu. Většina již dávno vymřela, z některých se dochovaly pouze relikty (např. *Gingkoopsida*). Vytlačovat je začaly již v období druhohor rostliny krytosemenné.

Někteří autoři řadí tis do řádu *Taxales*, čeledi *Taxaceae*, jiní do samostatné třídy *Taxopsida* s jedinou čeledí *Taxaceae* (VAN ROSENDAAL et al., 1999; ÚRADNÍČEK et al., 2009).

Čeď *Taxaceae* – tisovité zahrnuje 5 recentních rodů a přibližně 18 druhů (SCHULZEMOTEL, 1971 ex ZATLOUKAL et al., 2001). Od ostatních jehličnanů se oddělila nejspíše již v permu, tedy před 200 miliony let (ZATLOUKAL et al., 2001). Čeď se dělí na dvě podčeledi – *Torreyoideae* a *Taxoideae*. Podčeď *Taxoideae* zahrnuje dva rody – *Nothotaxus* s jedním zástupcem v Číně a *Taxus* se sedmi až osmi druhy rostoucími téměř výhradně na severní polokouli. Jedná se však o takzvané slabé druhy, které jsou si navzájem velmi podobné a mohou se mezi sebou křížit. Někteří autoři tedy tyto druhy považují za pouhé poddruhy jediného druhu *Taxus baccata* L. Existují také dva hybridy tisu (KLEINSCHMIDT, 1994 ex ZATLOUKAL et al., 2001; VAN ROSENDAL et al., 1999; MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

### 3.2.2 Popis druhu

Tis červený (*Taxus baccata* L.) je obvykle menší strom, někdy má však i keřovitý vzrůst. Charakteristický je výskyt vícekmennosti, která souvisí s genetikou (frekvence výskytu vícekmenných či keřovitých jedinců se liší u jednotlivých populací) a s výjimečnou schopností tisu tvořit po poškození výmladky i na starých kmenech, pařezech, kořenech a silnějších větvích. Má velký počet spících pupenů, čímž se odlišuje od většiny ostatních jehličnanů. Zničený terminál nahrazuje z pupenů na kmeni, čímž často vzniká více vrcholů. Charakter růstu je ovlivněn mnoha faktory od genetické výbavy přes vliv biotopu po okus zvěří. U jedinců množených řízkováním je charakter růstu dán do značné míry tím, ze kterého místa rostliny byl materiál odebrán. Řízky z mladých jedinců, z výmladků nebo terminální řízky rostou většinou jako jedinci generativního původu, jedinci vzniklí z řízků odebraných z postranních větví mívají často keřovitý vzrůst. Koruna je hustá, kulovitá, kuželovitá nebo jehlanovitá a nepravidelná. U mladších tisů dosahuje až k zemi (ZATLOUKAL et al., 2001; MUSIL, HAMERNÍK, 2007; ÚRADNÍČEK et al., 2009).

Dostupná literatura obsahuje řadu rozporných informací týkajících se vlastností tisu. Maximální výška, jíž tis červený dorůstá, je udávána většinou v rozpětí 10–20 m. Výškový přírůst je v mládí obtížné hodnotit, pokud tis není důsledně chráněn proti okusu zvěří. Různé prameny udávají jeho rozdílnou rychlost. Rychlost růstu je celkově velmi pomalá.

U mladých rostlin do 6. roku věku je udáván výškový přírůst pouze 1–3 cm, poté se zrychluje a mezi 10. až 20. rokem může v dobrých podmínkách přirůstat na terminálním výhonu i 20–40 cm za rok. Po 50. roce roste tis opět velice pomalu, tloustne však jeho kmen. Výšky 10 m může dosáhnout ve 100–110 letech. Výsadby schopné sazenice vysoké alespoň 25 cm lze získat nejdříve za 5 let. Průměrná výška tisů v ČR je 7,3 m, nejvyšší tis pod hradem Pernštejn dosahuje výšky 20 m (KLIKA, 1947 ex ZATLOUKAL et al., 2001; MUSIL, HAMERNÍK, 2007; ZATLOUKAL, 2011).

Tloušťkový přírůst je v literatuře mnohdy udáván nejednoznačně, kdy není jasné, zda je míněn přírůst na letokruhu nebo na kmeni. Udáván je v rozpětí od 0,6 do 3,1 mm na letokruhu (MUSIL, HAMERNÍK, 2007; ZATLOUKAL, 2011). Staré stromy mají průměr kmene i přes 1 m, nejsilnější a zřejmě i nejstarší tis v ČR se nachází v Krompachu v Lužických horách, jehož obvod dosahuje 465 cm (ÚRADNÍČEK et al., 2009; ZATLOUKAL, 2012a).

Na přirozených stanovištích se tis dožívá stáří asi 300 až 350 let, vzácně i více (SKALICKÁ, 1997). Vysazení jedinci se dožívají až 600 let (ÚRADNÍČEK et al., 2009), někteří jsou ale údajně staří i tisíce let (BITNER, 2012). Stáří zhruba 2000 let je přisuzováno zmíněnému tisu v Krompachu, Vilémovickému tisu nebo Pernštejnskému tisu. Určování věku starých tisů je problematické, protože stromy jsou téměř vždy zevnitř vyhnílé a nelze spočítat letokruhy. Stromy také mohou být srostlé z více kmenů. Tyto údaje jsou zřejmě nadhodnocené a reálný věk našich nejstarších tisů je kolem 700 až 1000 let (ZATLOUKAL et al., 2012), studie Botanického ústavu AV ČR, v. v. i. odhaduje stáří nejstaršího krompašského tisu na 450 let (NOVOTNÝ et al., 2009).

Jehlice tisu červeného bývají 15–35 mm dlouhé, 2,0–2,5 mm široké, ploché, zašpičatělé, na lící lesklé, tmavě zelené až načernalé, na rubu světle zelené a matné, s dvěma proužky světle zelených průduchů. Jsou jednožilné a na bázi se zužují do krátkého řapíku. Nemají pryskyřičné kanálky. Na stromě vytrvávají 4–8 let. Jsou uspořádány dvouřadě, na vzprámených výhonech radiálně. Tis je naším nejtmavěji zbarveným jehličnanem (SKALICKÁ, 1997; MUSIL, HAMERNÍK, 2007; ÚRADNÍČEK et al., 2009).

Tis červený je převážně dvoudomá dřevina, vzácně se však mohou vyskytovat i jednodomí jedinci. Dvoudomost tisu ztěžuje zejména v malých populacích výměnu genetických informací, čímž klesá jejich diverzita. Na opylení se často podílí i pyl ze zahradních kultivarů, což narušuje původní genofond (ZATLOUKAL et al., 2001).

Tis začíná kvést přibližně ve věku 10–12 let, někdy je udáván i věk 20–30 let. Počátek kvetení závisí na více faktorech, zejména na celkovém zdravotním stavu jedince a světelných podmínkách. Vrcholu fruktifikace dosahuje od věku kolem 50 let. Tis kvete v závislosti na nadmořské výšce a počasí přibližně od března do dubna (ZATLOUKAL et al., 2001). Od ostatních jehličnanů se liší uspořádáním samičích reprodukčních orgánů, které tvoří dvouosé, nýbrž terminální šištice (ZATLOUKAL et al., 2001). Samičí i samčí šištice jsou umístěny na spodní straně loňských větví (ÚRADNÍČEK et al., 2009). Rozlišení pohlaví je možné až tehdy, kdy dospívá a začíná fruktifikovat, tj. obvykle po 20.–30. roce života. V letním období je určení pohlaví nejobtížnější. I tehdy však lze na jedincích nalézt zaschlé šištice nebo šupiny po opadu míšků (ROUBÍKOVÁ, 2010).

Semena jsou 6–8 mm dlouhá a 4 mm široká, oválně vejčitá, na vrcholu přecházejí do nevýrazné špičky. Barva osemení přechází během zrání od olivově zelené do černohnědé. Semena mají zdřevnatělou slupku a jsou buďto zčásti nebo úplně kryta jasně červeným nepravým míškem, správně zvaným epimatium. Míšek je 6–10 mm dlouhý, 5–8 mm široký, sladký, dužnatý a slizovitý a je jedinou nejedovatou částí rostliny. Doba zrání závisí na poloze a nadmořské výšce a pohybuje se od konce července do počátku listopadu. Rozšiřování semen zabezpečují především ptáci, pro něž jsou semena s epimatiem potravou. Vzdálenosti roznosu se zatím nikdo nevěnoval podrobněji. Okruh roznosu je omezen rychlostí trávení ptáků, množstvím potravy a vzdáleností od hnízda. Odhadem se dá tato vzdálenost předpokládat do 5 km (BENDA, 2005 ex ROUBÍKOVÁ, 2005). Na šíření tisu se dále v menší míře podílejí hlodavci, kuny, jelení a srnčí zvěř (ZATLOUKAL et al., 2002). Semeno potřebuje k vyklíčení dostatek humusu a mírný zástín (ROUBÍKOVÁ, 2010). Přeléhá 1–4 roky, čtvrtým rokem ztrácí klíčivost. Pokud jsou semena sklizena před plným dozráním a ihned vyseta, klíčí zpravidla dříve (první až druhé jaro po výsevu) než semena zcela zralá, která zpravidla vyklíčí o rok později. Tento dlouhý klíční klid je způsoben přítomnými inhibičními látkami, tvrdostí osemení a neúplným vyvinutím embrya. Udává se, že kratší klíční klid mají semena, která prošla zaživacím traktem živočichů (SKALICKÁ, 1997; ZATLOUKAL et al., 2001; ROUBÍKOVÁ, 2010; MUSIL, HAMERNÍK, 2007; ÚRADNÍČEK et al., 2009; JANEČEK, EŠNEROVÁ, 2012).

Dřevo tisu je z našich jehličnanů nejtvrdší a nejtěžší (čerstvé váží až 1100 kg/m<sup>3</sup>, vyschlé kolem 800 kg/m<sup>3</sup>). Nejedná se však o dřevinu s nejvyšší hustotou, jak se někdy uvádí. Dřevo tisu je velice tvrdé, pružné, trvanlivé a pevné, čehož bylo vždy využíváno. Pevnost mu dodávají charakteristické spirální ztluštění přítomné v tracheidách. Jiné naše dřeviny

je neobsahují. Vlastnosti tisového dřeva dokonce převyšují značnou část listnatých dřevin. Přesto, že je toto dřevo tvrdé a špatně štípatelné, je výborně opracovatelné, mořitelné a leštitelné. Málo sesychá a je velice odolné proti hnilobám a napadení dřevokazným hmyzem. Neobsahuje pryskyřičné kanálky, je matné a má velice úzké, ostře ohraničené a často zvlněné letokruhy. Běl je úzká, žlutobílá, jádro je sytě červené a po vyschnutí mění barvu do tmavě červenohněda. Dřeňové paprsky nejsou patrné, dřevo je bez vůně (ZATLOUKAL et al., 2001; MUSIL, HAMERNÍK, 2007; ZEIDLER, REISNER, 2012). Ze všech částí tisu jsou dřevo, kůra a lýko nejjedovatější (SHANKER et al., 2002). Kmeny často zevnitř vyhnívají, i přesto však mívají tisy zdravý vzhled a dobrý přírůst a mohou tak růst i stovky let (ROUBÍKOVÁ, 2010; MUSIL, HAMERNÍK, 2007; JANEČEK, EŠNEROVÁ, 2012).

Kůra tisu je tenká, červenohnědá a olupuje se v tenkých nepravidelných plátech. Obsahuje látky využitelné ve farmakologii.

Kořenová soustava je všestranně rozvinutá, hustě větvená a zaručuje dobré ukotvení i na skalnatém a kamenitém podkladu. Na nedostatečně provzdušněných půdách však tis vytváří plochý kořenový systém a trpí vývraty (ÚRADNÍČEK et al., 2009).

### **3.2.3 Rozšíření**

Rozšíření tisu je vázáno na oceánské až suboceánské klima s mírnými zimami a značnou vzdušnou vlhkostí. Areál jeho rozšíření je poměrně veliký. Tis roste od mořského pobřeží až po vysoké hory. Lze se s ním setkat od jižního Norska a Švédska na severu až po Středomoří na jihu a od Britských ostrovů na západě po Karpaty a pobaltské republiky na východě. Někteří autoři uvádějí i rozšíření v severní Africe, Malé Asii, v Sýrii, severním Íránu či na Kavkaze (ÚRADNÍČEK et al., 2009). V jižní části areálu roste zejména v horách, při severní hranici v nížinách (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Východní hranice rozšíření tisu kopíruje rozšíření buku a jedle a je pravděpodobně podmíněna teplotou. Souhlasí s lednovou izotermou  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , přičemž limitem rozšíření mohou být mj. minimální teploty klesající pravidelně pod  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  (ZATLOUKAL et al., 2001). Ve střední Evropě je největší lokalita tisu v Harmanecké dolině na Slovensku, kde roste více než 100 000 jedinců. Údajně sem však byl tis vysazen uměle (OPRCHAL, 2002b; JANEČEK, EŠNEROVÁ, 2012).



Rozšíření tisu je značně řídké a nerovnoměrné (ZATLOUKAL et al., 2001). Je chráněn prakticky ve všech zemích, kde se přirozeně vyskytuje (SOBEK, 2004).

Tis je naše původní a kdysi běžná lesní dřevina, která byla v přírodních lesích zastoupena v podstatně větším rozsahu než v současnosti. Dnes je chráněným a silně ohroženým druhem. V České republice roste roztroušeně až vzácně. Existuje zde řada zbytkových izolovaných populací, které byly zachovány většinou jen na exponovaných, skalnatých, strmých a těžce přístupných stanovištích, kde se lesnický nehosподаří. Jedná se o pouhé fragmenty dříve nepochybně geograficky rozlehlejších populací, které byly intenzivním lesnickým hospodařením do těchto extrémních lokalit vytlačeny (SKALICKÁ, 1997; MÁNEK, 2001; ZATLOUKAL, 2011; ZATLOUKAL et al., 2013).

V České republice bylo při inventarizaci zjištěno 12,5 tis. tisů přirozeného původu vyšších než 1 m. Dle isoenzymových analýz provedených na vzorcích z 532 jedinců z 21 populací bylo zjištěno, že veškerý genofond tisu v České republice pochází pravděpodobně z jediného refugia, ze kterého vznikla jedna velká výchozí populace (ZATLOUKAL et al., 2001, 2012a).

Konkrétně jsou tisy nejvíce rozšířeny na Křivoklátsku (téměř polovina jedinců v ČR), v Dražanské vrchovině v Moravském krasu, ve středním Povltaví a v severní části Českého středohoří. V dalších oblastech již populace nedosahují počtu 500 jedinců (ZATLOUKAL, 2011).

Tis je v ČR roztroušen celoplošně s těžištěm v mezofytku, vzácně v oreofytku. Vyskytuje se od 1. LVS (doubravy) až po horní hranici 6. LVS (smrkové bučiny). Těžiště výskytu se nachází ve 3. LVS (dubové bučiny). Vzácně se vyskytuje i v borech. Vertikálně je rozšířen od 137 až po 919 m n. m., těžiště má v 500 m n. m. (ZATLOUKAL, 2011). Mapa současného výskytu tisu červeného v ČR je v příloze č. 1.

#### **3.2.4 Ekologické nároky**

Pro výskyt tisu jsou důležité vlhko, chlad, dostatek živin a příznivá humifikace (NOVOTNÝ et al., 2011).

Tis lze nalézt na celé řadě edafických kategorií, jeho výskyt je omezen pouze na půdách silně kyselých, chudých, rašelinných, oglejených a podmáčených (MÁNEK, 2001;

ZATLOUKAL et al., 2001). Největší rozšíření má na humusem obohacené javorové a na živné řadě, méně často se vyskytuje na hlinitých uléhavých či vodou ovlivněných řadách (ZATLOUKAL et al., 2002). Tis roste většinou na půdách mělkých, kamenitých, (nejčastěji ranker, suťový ranker a rendzina), méně často na půdách hlubokých (zejména hnědozemích). Vyhovují mu půdy humózní, spíše živné než chudé, dostatečně vlhké (ne však bažinaté), dobře provzdušněné, hlinito-písčité až hlinité. Hůře prospívá na půdách suchých, písčitých, zamokřených a rašelinných. Celkově nemá na půdu zvláštní nároky (MUSIL, HAMERNÍK, 2007; NOVOTNÝ et al., 2011; ZATLOUKAL, 2011).

Horninový podklad bývá nejčastěji bazický (vápenec, čedič, opuka, dolomit, spilit, melafyr), vitální populace jsou však běžné i na silikátovém podkladu žul a písků (ZATLOUKAL et al., 2002; ROUBÍKOVÁ, 2005; ZATLOUKAL, 2011).

Nejhojněji tis roste v suťových lesích svazu *Tilio-Acerion*, vzácněji *Fagion* (MÁNEK, 2001; NOVOTNÝ et al., 2008). Tento svaz se vyskytuje na balvanitých a suťovitých podkladech těžce zvětrávatelných karbonátových a silikátových hornin. Zpravidla bývá tvořen bylinným, keřovým a stromovým patrem; mechové patro je vyvinuté na suti. Převládají zde ušlechtilé listnáče – javor klen, javor mléč, jilm drsný a jasan ztepilý, ke kterým přistupují lípa srdčitá a velkolistá, v nižších polohách habr, ve vyšších polohách či na severních expozicích a v inverzních roklích buk lesní a jedle bělokorá. Na půdách s vyšším obsahem iontů vápníku bývá přimíšen právě tis (NEUHÄUSLOVÁ et al., 2001).

Nejčastěji tis nalezneme v podrostu smíšených lesů. Dochoval se v porostech s vysokým podílem listnatých dřevin a s vysokým stupněm přirozenosti. Nejčastěji jej doprovází habr (45 % případů), následovaný bukem (33 %), lípou (32 %), duby (24 %), smrkem (21 %), klenem (20 %), lískou (19 %), javorem mléčem (13 %), borovicí (12 %) a jedlí (11 %) (ZATLOUKAL, 2011).

V rozporu s obecně rozšířeným názorem má tis velice širokou ekologickou amplitudu. Habitus a růstové vlastnosti vypovídají o skutečnosti, že je dřevinou adaptovanou na růst v nižších stromových patrech v zástinu horní etáže (ZATLOUKAL et al., 2002). Nalezneme jej především ve stinných a polostinných podmínkách, přičemž mu nejvíce vyhovuje diferencovaný zápoj porostů tvořených převážně listnatými dřevinami. Optimální pro rozvoj tisu je zápoj okolo 60 %. Druh snese ze všech našich dřevin největší zastínění, zřejmě díky tomu, že je schopen fyziologicky využít i dobu před olistěním a po opadu listnatých dřevin (ZATLOUKAL et al., 2002). Největší zastínění, a to pouze 0,5–1 %

z dopadajícího světla, snesou semenáčky ve věku 5–6 let (JELÍNKOVÁ, ZATLOUKAL, 2001). Tis je schopen snášet výjimečně silný zástin po celý život, přesto roste dobře i při plném oslunění na volných prostranstvích. Nesnáší však náhlé změny svého biotopu, například plošné rozpady porostů či holosečné těžby. Při náhlém prudkém osvětlení dochází k poškození kutikuly jehlic a následnému odumírání tisu (ROUBÍKOVÁ, 2010). Vzhledem k pomalému růstu a malé výšce se tis vyskytuje pouze jako podrost, netvoří souvislé porosty. Ani v podrostu netvoří souvislé patro, bývá jednotlivě či skupinovitě vtroušen (NOVOTNÝ et al., 2011; ZATLOUKAL, 2011). Má značné nároky na vláhu, potřebuje dostatek srážek a vysokou vzdušnou vlhkost. Je poměrně citlivý na nízké teploty, zejména dlouhotrvající hluboké mrazy. K imisím i prašnému spadu je tolerantní (MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

Semenáčky často přežívají i v extrémních podmínkách, například v tlejícím dřevě nebo ve skalních štěrbinách s mechy udržujícími vlhkost. Lze je nalézt spíše na prosvětlenějších místech (NOVOTNÝ et al., 2011). Při přesazování s balem se tis snadno ujímá (MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

I přes fylogenetické stáří jde o dřevinu značně plastickou, což jí umožňuje přežívat v širokém spektru ekologických podmínek a její zbytkové populace tak přežívají i v nepříznivých podmínkách dnešních lesů. Schopnost do jisté míry akceptovat změny prostředí zároveň vytváří i dobrý předpoklad pro přežití druhu do budoucna a pro jeho repatriaci na lokality původního výskytu. Záleží však na velikosti a frekvenci těchto změn, stejně jako na rychlosti jejich nástupu a délce trvání (ZATLOUKAL et al., 2001). Vzhledem k dlouhověkosti a schopnosti snášet zástin tis významně přispívá k věkové a prostorové diverzitě lesních ekosystémů (ZATLOUKAL et al., 2001).

### **3.2.5 Škůdci a choroby**

Tis je velice odolný vůči škůdcům, což je dáno obsahem specifických látek v jeho dřevu a jehlicích. Není napadán podkorním hmyzem a pouze v malé míře jej poškozuje listožravý hmyz (DANIEWSKI et al., 1998). Nejčastěji se jedná o larvy bejlomorky tisové (*Taxomyia taxi*), které poškozují tisy na jejich přirozených stanovištích a při žíru vytvářejí charakteristické útvary na koncích výhonů (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Rostliny mohou

být napadány i lalokonosci (zejména lalokonoscem rýhovaným, *Otiorrhyncus sulcatus*), roztoči (hálčivci) a štítenkami (ZATLOUKAL et al., 2002).

Na tis byly pozorovány i některé dřevokazné houby, např. sírovec žlutooranžový (*Laetiporus sulphureus*), ohňovec Hartigův (*Phellinus hartigii*), ježatec různozubý (*Creopholus cirrhatus*), kornatec Nešporův (*Hyphodontia nespori*) nebo koniofora sklepní (*Coniophora cerebella*), (ROUBÍKOVÁ, 2005).

Významným patogenem jehlic a výhonů je sypavka *Sphaerulina taxi*, příčinou odumírání semenáčků bývá napadení houbou *Cylindrocarpon radicum* (MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

### **3.2.6 Faktory ovlivňující stav populací a rozšíření tisu**

Tis je v našich lesích vzácný natolik, že jej většina lidí přestalo vnímat jako domácí lesní dřevinu. Mnozí jej znají pouze z parků, zahrad či hřbitovů. Důvodů, proč tis z volné přírody téměř vymizel, je několik. Někteří vědci zastávají názor, že tento starobylý třetihorní druh vymírá přirozeně a člověk tento proces pouze urychluje (ČERNÝ, 2006). Další vidí jako hlavní důvod jeho úbytku právě lidskou činnost. Faktorem úbytku tisu může být také dlouhodobá kontinentalizace klimatu nebo vyčerpání vitálních sil tohoto fylogeneticky stárnoucího druhu. Tis je jedna z našich evolučně nejstarších dřevin (BUTTRY, 2007). Největšího rozšíření a vrcholu dosáhl již koncem terciéru a počátkem kvartéru. Od té doby je neustále na ústupu, který byl lidskou činností výrazně urychlen. Předpokládá se, že současná stanoviště tisu jsou na samém okraji jeho optima (OPRCHAL, 2002a; JANEČEK, EŠNEROVÁ, 2012).

Citlivost vůči antropickým vlivům je dána zejména vyššími nároky tisu v určitých fázích jeho života na vývoj ve stinné dolní etáži lesa, jeho pomalým růstem a nízkou konkurenceschopností vůči ostatním dřevinám.

Příčin úbytku tisu z jeho přirozených stanovišť je celá řada – od selektivní těžby, klimatických změn a intenzivního lesnického hospodaření, přes tlak zvěře a nepostačující obnovu, až po nedostatečná managementová opatření na jeho ochranu.

Osudnou se mu stala kvalita jeho dřeva. Po mnoho staletí probíhala jeho selektivní těžba vyvolaná vysokou poptávkou. Ve středověku se s touto surovinou čile obchodovalo.

V některých oblastech z lesů zcela vymizel, jinde se jeho počty rapidně snížily. Areál se tak už tehdy rozpadl na izolované fragmenty a v některých evropských zemích byl prakticky vyhuben (ČERNÝ, 2006). Roztříštěním populací a zmenšením počtu stromů se snížila genetická diverzita a ztížila se tak výměna genetické informace (ZATLOUKAL et al., 2012).

V dřívějších dobách odstraňovali tis i pastevci z důvodu zabránění otrav hospodářských zvířat, zejména koňů a vepřů, kteří jsou na jeho jed zvláště citliví, a smrtelnou dávku pro ně představuje již 200 gramů jehlic. Bez ohledu na obsah jedovatých látek je však tis řadou druhů spásán a byl tak poškozován např. při pastvě koz a ovcí. Právě kozy, ovce a také lesní zvěř tis často okusují, aniž by byly doloženy případy jejich otrav. Dokonce je udáváno, že zvěř a dobytek tis záměrně vyhledávají (OPRCHAL, 2002a; MUSIL, HAMERNÍK, 2007; ÚRADNÍČKEK et al., 2009).

Dalším negativním faktorem pro zachování tisu bylo odlesnění rozsáhlých území, které značně ztížilo či zcela znemožnilo jeho šíření a výměnu genetických informací mezi populacemi. Tím byla narušena genetická diverzita a celková reprodukční schopnost druhu.

Pozdější zavedení holosečného způsobu hospodaření v lesích, masivního pěstování smrku a obecně upřednostňování rychleji rostoucích dřevin, krátká doba obmýtí a s tím spojené změny světelných, teplotních a vlhkostních poměrů, které jsou v rozporu s nároky tisu, znamenaly pro tento druh další pohromu. Prudkou změnou mikroklimatu byly výrazně sníženy reprodukční schopnosti tisu. Další poškození způsobily těžby, a to i při použití nešetrných technologií těžby a přibližování dříví (ČERNÝ, 2006; ZATLOUKAL, 2011, ZATLOUKAL et al., 2012).

V současnosti tis nejvíce trpí vysokými stavy spárkaté zvěře, která působí velké škody na přirozené obnově. I přesto, že tis fruktifikuje každý rok a v našich podmínkách zpravidla zmlazuje velice dobře, semenáčky na přístupných místech soustavně mizí následkem spásání, což prakticky znemožňuje početní nárůst i jinak vitálních populací. To má za následek úbytek tisu na jeho původních lokalitách. Škody okusem na obnově semenáčků dosahují na místech přístupných zvěři téměř 100 % (ZATLOUKAL et al., 2010). Další škody působí zvěř ohryzem a loupáním kůry. K ohryzu přispívají kromě spárkaté zvěře též myšice křovinná, plšík lískový, králík divoký, zajíc polní, kuny či medvěd (ROUBÍKOVÁ, 2005; MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

Vysoké stavy zvěře jsou tak limitujícím faktorem přirozené obnovy tisu a jeho většího rozšíření a vážnou hrozbou pro jeho další existenci. Pokud nebude dosaženo přírodě blízkých stavů spárkaté zvěře, nelze bez dodatekové péče o stávající genofond a dlouhodobou ochranu výsadeb spoléhat na přirozenou regeneraci tisu (JELÍNKOVÁ, ZATLOUKAL, 2001; ZATLOUKAL et al., 2002; ROUBÍKOVÁ, 2005; MUSIL, HAMERNÍK, 2007; NOVOTNÝ et al., 2008; ZATLOUKAL, 2011, ZATLOUKAL et al., 2012).

Přestože v mnoha zemích včetně ČR patří tis mezi zvláště chráněné druhy rostlin, není jeho ochrana dostatečně účinná a nadále pokračuje jeho početní úbytek (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Na řadě lokalit již hustota populací druhu klesla pod kritickou mez, a pokud nedojde k aktivnímu zásahu, je jejich zánik pouze otázkou času (ZATLOUKAL et al., 2002).

### **3.2.7 Význam a využití**

Vzhledem k dlouhověkosti a schopnosti snášet i silný zástin tis výrazně přispívá k druhové, věkové a prostorové diverzitě lesních společenstev. Kromě této ekosystémové funkce má ale i určitý produkční význam, daný vysokou kvalitou dřeva a obsahem farmaceuticky využitelných látek. Všestranně rozvinutý a hustý kořenový systém má na strmých svazích výraznou půdoochrannou funkci (ZATLOUKAL, 2011).

Tisu je třeba věnovat pozornost také z důvodu, že je součástí potravních řetězců. Jeho semena jsou potravou pro více než 20 druhů ptáků a mnoha dalších obratlovců a druh tak nepřímo přispívá i ke zvýšení jejich druhové diverzity (ZATLOUKAL et al., 2010; ZATLOUKAL, 2011). Při konzumaci semen byli spatřeni například kos černý, drozd cvrčala, drozd kvíčala, drozd zpěvný, drozd brávník, dlask tlustozobý, holub hřivnáč, sojka obecná, strakapoud velký, sýkora uhelníček, brhlík lesní, červenka obecná, pěnkava obecná, pěnice černohlavá, jeřábek lesní, liška obecná a jezevec lesní.

Tis byl člověkem využíván již odedávna. Byla mu často přisuzována kouzelná moc a v mnoha oblastech byl a je spojován se smrtí. Jedny z nejstarších dokladů o využití tisu pocházejí z Egypta z 3. až 2. tisíciletí př. n. l. Rakve několika dynastií faraónů se vyráběly z tisového dřeva, které mělo ochraňovat zesnulého na jeho posmrtné cestě. V Egyptě se přitom tisy vyskytovaly pouze vzácně a bylo je tak nutné dovážet ze severnějších oblastí

(OPRCHAL, 2002). Další důkazy přicházejí ze starověkého Řecka z 8. až 3. stol. př. n. l. Tis měl usnadnit vstup nebožtíka do říše mrtvých. Na rakve byly pokládány věnce z tisových větví a pozůstalí si zaplétali do vlasů tisové větvičky. Tis také ochraňoval chrámy před nadpřirozenými silami (OPRCHAL, 2002a). Ve starověkém Řecku byl zasvěcen Hekaté, bohyni tajemných sil, kouzel, měsíce, noci a podsvětí, vládkyni démonů a mrtvých. Z této doby pochází také první práce řeckých lékařů a přírodovědců, poukazující na vysokou toxicitu tisů. Slovo *Taxus* má svůj etymologický původ v řeckých slovech *toxikon* – jed či otrávený šíp a *toxon* – luk (STROBEL et al., 1993; JANEČEK, EŠNEROVÁ, 2012). Slovo *bacca* pak znamená bobule. O tisů se zmiňuje také Caesar ve svých zápiscích z říše Galské, kde uvádí rozsáhlé porosty tisů z oblastí dnešní Francie, Německa, České republiky, Polska a dalších zemí (OPRCHAL, 2002a).

Ve staré Galii bylo tisové dřevo využíváno pro výrobu hřebenů, lžic nebo nádob pro uskladnění vína nebo vody. Docházelo ale k uvolňování jedovatých alkaloidů do skladované tekutiny a tyto otravy končily i smrtí. Této skutečnosti bylo Kelty později využíváno pro trávení protivníků vínem otráveným uskladněním v nádobách z tisového dřeva (ZATLOUKAL et al., 2012a). Irští druidové si tisů velice cenili, protože věřili, že je dokáže ochránit proti vílám a čarodějnicím během jejich obřadů (STROBEL et al., 1993). Jed získaný ze semen nebo z rozmačkaného jehličí tisů byl Kelty používán pro výrobu otrávených šípů (JANEČEK, EŠNEROVÁ, 2012; ZATLOUKAL et al., 2012; BERTRAND, 2014).

Z pevného a pružného dřeva tisů se už od prehistorických dob vyráběly zbraně – šípy, oštěpy, luky, kuše nebo rukojeti nožů, jak dokládá mnoho nálezů, z nichž nejstarší jsou až 50 000 let staré (DANIEWSKI et al., 1998). Již pravěký muž Ötzi, nalezený v tajícím ledovci Ötzalských Alp, který žil na počátku doby bronzové před ca 5300 lety, měl u sebe luk vyrobený z tisového dřeva a měděnou sekerku s tisovým topůrkem. Největšího významu dosáhla výroba luků.

Tisové dřevo vyniká vysokou pružností a pevností. Světlé bělové dřevo je odolné a pružné při ohybu, tmavší jádrové dřevo zase výborně odolává tlaku. O rozšíření výroby luků se zasadili především Vikingové, v průběhu 11. století pak došlo k rozvoji lukařství i v Anglii. Angličané zapříčinili výrazný úbytek této dřeviny v Evropě. S výrobou střelných zbraní z tisového dřeva započal nevratný proces devastování dosud zachovaných porostů této dřeviny.

Říká se, že bez tisového dřeva by nevznikla Britská koloniální říše. Slavní angličtí lučištníci mívali až 2 metry dlouhé tisové luky, které rozhodly několik velkých bitev, například bitvu u Kresčaku, kde padl český král Jan Lucemburský. Ve 14. století získal luk v Anglii takovou popularitu, že se stal anglickou národní zbraní.

Když byly vyčerpány místní zásoby tisů, jeho dřevo se stalo v Evropě žádaným a velice často obchodovaným zbožím. Export probíhal především po Dunaji a Rýnu, z řeky Visly je doložen již z roku 1287. Materiál byl často dovážen i z velmi vzdálených oblastí Evropy, například z Alp či Karpat. Těžba gradovala v 15. a 16. století. Jen v letech 1531–1560 bylo přes Norimberk vyvezeno 500–600 tisíc tisových kmenů. Poptávka po tisu zdecimovala mnohé jeho porosty. Již od 15. století se datují snahy o ochranu tohoto druhu. V 16. a 17. století export tisového dřeva ustal pro jeho nedostatek. Poslední zmínka o použití luku v Evropě je z roku 1627. Posléze se změnila armádní technologie (JELÍNKOVÁ, ZATLOUKAL, 2001; OPRCHAL, 2002a). Tvrdí se, že i Robin Hood zhotovoval své zbraně z tisového dřeva. Prý se pod tisem i ženil a pod tisem je také pohřben (BITNER, 2012). V Británii se traduje, že kořeny tisů rostoucích na hřbitově vedou k ústům každého zemřelého a tis tak symbolizuje znovuzrození duše (JANEČEK, EŠNEROVÁ, 2012).

Využití měl tis také v nábytkářství, řezbářství a stavebnictví. Tisové dřevo bylo občas napouštěno černou barvou a prodáváno pod názvem německý eben. V Irsku z něj byly vyráběny hudební nástroje, jinde po Evropě různé drobné předměty, jako manžetové knoflíčky, ozdobné kliky, pípy, vykládaný nábytek nebo parkety. Až do počátku 20. století se používalo jeho dřevo na krovy. Říkalo se, že plot z tisových latí vydrží déle než plot kovový. Tisovými kmeny se dokonce platily různé daně (OPRCHAL, 2002a; ZATLOUKAL, 2011).

Navzdory své toxicitě má tis i kulinářské využití. V okolí starých německých sídel v Sudetech se často nacházejí staré samičí stromy se zvláště velkými míškami. Ty se zde v minulosti využívaly jako ovoce. Vařila se z nich marmeláda a sirupy a ze zkvašených míšků se vyráběly víno a pálenka (OPRCHAL, 2002a; ZATLOUKAL, 2012). Želé, vyráběné z dužiny míšků má údajně zklidňující a projímavé účinky a působí také proti kašli (BERTRAND, 2014). Tis se v Sasku používal rovněž jako vánoční strom a zdobilo se s ním pečivo (OPRCHAL, 2002a).

Velké využití našel tis v léčitelství a medicíně. Jeho účinků využívala již ajurvěda – tradiční indické lékařství, používala název talispatra. Přisuzovala mu sedativní,



protikřečové a afrodiziakální účinky (SHANKER et al., 2002). Arabský lékař Avicenna uvádí tis jako lék na nemoci srdce. Tis měl mnoho využití v tradiční medicíně všude tam, kde se vyskytoval – jehlice byly využívány k léčbě astmatu či bronchitidy, různých druhů vyrážek, epilepsie, vztekliny, parazitárních onemocnění, hadího uštknutí, jako sedativum, proti křečím, jako antimalarikum a antirevmatikum. Odvar z jehličí býval používán jako abortivum, způsoboval však častěji smrt než potrat (OPRCHAL, 2002a; KÜPELI et al., 2003). V současnosti je tis v centru pozornosti vědců z důvodu obsahu látek důležitých v léčbě rakoviny. Výtažek z tisu, vyráběný synteticky z baccatinu a známý jako taxol nebo paclitaxel, je využíván k léčbě rakoviny vaječníků, prsu, nemalobuněčných nádorů plic a Kaposiho sarkomu, který má souvislost s onemocněním AIDS. Zdrojem těchto derivátů bývá nejčastěji kůra a dřevo tisu (STROBEL et al., 1993; VAN ROSENDAL et al., 1999; NAVIA-OSORIO et al., 2002; OPRCHAL, 2002a; SHANKER, 2002; KÜPELI et al., 2003). Využití v medicíně má i látka zvaná leucinoštatín A, kterou produkuje endofytická houba tisu *Acremonium* sp. Je využitelný v léčbě rakoviny prsu, ale také jako přípravek proti houbovému patogenu rostlin *Pythium ultimum* (STROBEL et al., 1997).

Celá rostlina od kořenů, přes dřevo, kůru, jehličí až po semena (kromě jejich míšků) je prostoupena jedovatými pseudoalkaloidy (taxin, milosin, lycopin, baccatin aj.) a glykosidy (taxikantin). Tis se pro své toxické účinky stal symbolem strachu. Věřilo se, že otrávit se lze i pobýváním ve stínu tisu (BERTRAND, 2014; ÚRADNÍČEK et al., 2009). Jed je velice rychle vstřebáván přes trávicí trakt a příznaky nastávají už během 30–90 minut. Nejprve působí narkoticky, poté se přidávají bolesti žaludku, zvracení, průjem, závratě, křeče a pokles krevního tlaku. Následují celková slabost a bezvědomí. Smrt nastává zástavou srdce a dechu. Ke smrtelné otravě u člověka dochází již po požití několika rozkousaných semen nebo přibližně 50 g jehličí. Spolknutí nerozkousaného semene však riziko otravy nepředstavuje. Je však možné se otrávit i pouhým vdechováním prachu při opracovávání dřeva. Proti tisovému jedu neexistuje žádná protilátka. Účinné mohou být prostředky pro zvýšení krevního tlaku a udržení srdeční činnosti (OPRCHAL, 2002a; BUTTRY, 2011; JANEČEK, EŠNEROVÁ, 2012; ZATLOUKAL, 2012). Toxinům tisu lze údajně uvyknout; na rozdíl od toxinů jiných rostlin se jeho účinky s každou další konzumací nezvyšují. Tím lze vysvětlit imunitu k tisovému jedu, pozorovanou například u koz, jelení a srnčí zvěře. Volně žijící ptáci a hmyz jsou proti jedu zřejmě zcela imunní (OPRCHAL, 2002a; BERTRAND, 2009; JANEČEK, EŠNEROVÁ, 2012). Byly též zdokumentovány případy sebevražd člověka spáchaných požitím tisu, a to i ve 20. a 21.

století. Naprostá většina otrav tiselem je způsobena sebevražedným chováním (ROLL et al., 2009; BUTTRY, 2011). Američtí toxikologové zaznamenali mezi roky 1985 a 1994 celkem 11 197 případů pozření jedovatých semen. Vzhledem k tomu, že nerozkousaná semena nejsou nijak nebezpečná, proběhlo 92,5 % případů bez příznaků otravy. V 7 % případů měla otrava lehký průběh a pouze ve čtyřech případech se jednalo o ohrožení života. Ani v jediném případě však nedošlo k úmrtí (BERTRAND, 2014).

Širokou oblastí, kde je tis rovněž využíván, je zahradnictví, resp. zahradní architektura. Ceněn je zde zejména pro nejtmavší přírodní odstín jehlic, který dobře kontrastuje se světlejšími rostlinami. Jedná se o sadovnický velmi ceněný a hojně pěstovaný taxon; vyšlechtěno bylo přibližně 100 různých kultivarů tisu, lišících se tvarem, vzrůstem, habitem či barvou. Odolnost vůči imisím a prašnému spadu jej předurčuje k zařazení do sortimentu městské zeleně (OPRCHAL, 2002a; SOBEK, 2004).

Využití dřeva je v současné době limitováno skutečností, že většina evropských přírodních porostů této dřeviny je chráněna. Kromě toho dosahuje z hlediska průmyslového zpracování rozměrově malých nebo tvarově nevhodných dimenzí výřezů. V současné době nelze v České republice možné na trhu tisové řezivo koupit. Nákupní cena tisových výřezů se v Evropě pohybuje kolem 1 400 do 2 000 €/m<sup>3</sup>, u výřezů s ceněnou očkovou strukturou může vystoupat až na 5 000 €/m<sup>3</sup> (ZEIDLER, REISNER, 2012).

Existovala řada lidových názvů pro tis, například fajnová jedle, jahodový keř, pušpán, strom smrti, strom mrtvých, strom jedu, kouzelný strom nebo německý eben (RYSTONOVÁ, 2007; BUTTRY, 2011).

### **3.3 Východiska repatriace tisu červeného v ČR**

#### ***3.3.1 Management existujících populací***

Přežívající populace je třeba důsledně chránit a posílit je do té míry, že budou životaschopné a budou se samovolně šířit (ČERNÝ, 2006).

Doporučení pro zachování a posílení populací tisu jsou formulována ve třech rovinách (ZATLOUKAL et al., 2002):

- praktická – podpora přirozené obnovy a výsadeb tisu, dlouhodobá ochrana výsadeb a přirozené obnovy před škodami působenými zvěří, zálohování genofondu ohrožených populací, pěstování dostatečného množství reprodukčního materiálu, posílení slabých populací, zhušťování výskytu výsadbou v místech současného výskytu, repatriace na vhodné lokality,
- teoretická – pokračovat ve výzkumu genofondu a mapování populací,
- administrativní a legislativní – zvýšení účinnosti právní ochrany lokalit výskytu tisu, dosažení únosných stavů zvěře na lokalitách jeho výskytu.

Z hlediska zachování a reprodukce tisu na lokalitách současného výskytu je obecnou zásadou omezení působení nejrizikovějších faktorů, zejména zamezení škodám zvěří a náhlému holosečnému odclonění.

Zvěř poškozují rostoucí tisy a znemožňují rovněž odrůstání semenáčků. Především na území velkoplošných chráněných území je nutnou cestou k ochraně tisu snížení stavů zvěře a vyloučení nevhodných nepůvodních druhů zvěře (muflon, sika aj.). Prosazení snížení stavů zvěře je však velice obtížné, a proto je třeba rostliny před škodami zvěří často chránit jinými způsoby. V úvahu připadá použití repelentních postřiků, nejspolehlivější ochranou před zvěří je však individuální nebo skupinové oplocení. Oplocení plochy pro ochranu tisu musí být funkční nejméně 20–30 let, popřípadě se musí periodicky obnovovat. Při poškození nebo zániku oplocení mohou následné škody zvěří rychle znehodnotit veškerou vynaloženou práci.

Individuální oplocení (tzv. oplůtky) je vhodné k ochraně menšího počtu rozptýlených výsadeb tisu nebo tam, kde hrozí poškození oplocení např. pádem stromu. Poškozením oplůtky se totiž zvěří nezpřístupní celá skupina, ale pouze jednotlivce. Takovým způsobem lze chránit i kmeny dospělých stromů před loupáním, ohryzem a oděrem. Výhodou individuálního oplocení je, že nebrání průchodnosti území, nevýhodou je poměrně vysoká cena ve vztahu k počtu chráněných jedinců. Oplůtky mohou být drátěné nebo dřevěné. Dřevěné oplůtky je vhodné používat na plochách silněji osluněných a na návětrných místech, protože stíní, omezují provívání, zamezují vysychání a chrání před poškozením mrazy. Nevhodné je naopak používat dřevěné oplůtky pod starými porosty, při zápoji větším než 70 %, zejména pod silně stínícími dřevinami, neboť ubírají rostlinám příliš mnoho světla a ty pak mohou vlivem jeho nedostatku odumřít. Další nevýhodou je

poměrně krátká životnost. Obecně jsou proto vhodnější drátěné oplůtky, kdy limitem jejich životnosti je obvykle uhnívání použitých podpůrných kůlů.

Další možností je oplocení skupinové (hromadné). Tam, kde existuje přirozená obnova, nebo tam, kde ji lze očekávat, je možné oplotit menší skupiny, například v prostoru mezi korunami starších plodících stromů. Není vhodné oplocovat přímo prostor pod korunami, kde v důsledku zástínu nejsou pro přirozenou obnovu ideální podmínky. Výhodou tohoto typu oplocení je nižší cena v přepočtu na jedince a malé omezení prostupnosti území. Tam, kde chceme vyloučit vliv zvěře na dané lokalitě jako celku a chránit jak nálet, tak staré stromy, je možné oplotit větší souvislé partie porostů. Takto jsou chráněna některá ZCHÚ a v Lužických horách například lokalita Horní Sedlo. Výhodou je komplexnost ochrany před zvěří, nevýhodou náročnost na údržbu funkčnosti velké délky oplocení, možnost přehlédnutí porušení oplocení, zhoršená průchodnost území a zvýšená snaha zvěře i lidí (např. houbaření) vnikat do oplocené plochy.

Dalším rizikovým faktorem v lokalitách s výskytem tisu je náhlé odclonění při holosečném hospodaření. Kromě nástrojů vyplývajících ze zákona o ochraně přírody a krajiny je vhodné jednat s vlastníkem pozemku nebo s odborným lesním hospodářem. Účinným motivačním prostředkem je dotační podpora nebo kompenzace újmy. Účelná je koordinace postupu státní správy ochrany přírody se státní správou lesů zejména při tvorbě a schvalování lesních hospodářských plánů. Pokud se území nachází ve ZCHÚ, je nutné mít schválený plán péče, který je pak závazným dokumentem pro ostatní plánovací dokumentaci. Pokud se tis nevyskytuje ve ZCHÚ, jsou možnosti omezení intenzity hospodaření malé. Jednou z krajních možností je pokusit se pozemek vykoupit. Jedná-li se o významný výskyt tisu, je žádoucí hledat cesty ke zřízení ZCHÚ.

Stav jednotlivých populací tisu na našem území je natolik rozdílný, že je v nich nutno uplatňovat speciální management zejména z hlediska velikosti a hustoty populace, které ovlivňují možnost výměny genetické informace mezi jedinci. Důležité rovněž je, zda se populace samovolně obnovuje a zda nálet zdárně odrůstá. Lze konstatovat, že v ČR není téměř jediná lokalita, kde semenáčky tisu úspěšně odrůstají okusu zvěře. Dále je nutné posoudit různá rizika a zátěžové faktory, jako například kontaminaci pylem z kulturních výsadeb, acidifikaci půd aj.

Pro velmi silné populace tisu s počtem nad 500 až 1000 jedinců bez vážných rizik a zátěžových faktorů, kde se dostavuje přirozená obnova, kde alespoň na místech

nedostupných zvěři semenáčky odrůstají, je navrhován management soustavné podpory přirozené obnovy omezováním škod působených zvěří, dosadba do míst se sníženou hustotou populace a pravidelný monitoring. Pokud nelze omezení škod zvěří dosáhnout snížením jejího stavu, je nutné chránit nálety oplocením. Mělo by být dosaženo zapojení všech dospělých jedinců do reprodukce. Tam, kde to charakter porostu a terénu umožňují, měly by být skupiny zmlazených tisů chráněny před zvěří. Vhodnější je založení několika menších oplocených skupin po 0,3–0,5 ha. Na místech se sníženou hustotou populace je vhodné tisy doplnit výsadbou z lokalit jeho soustředěného výskytu. Účelná je kombinace reprodukčního materiálu generativního a vegetativního původu. Výhodou vegetativně namnožených jedinců je jejich dřívější plodnost a zapojení do reprodukce. Významnou výhodou je znalost pohlaví, což umožňuje vhodně kombinovat izolované dospělé tisy s vysazovanými jedinci. Nevýhodou je jejich většinou keřovitý vzrůst. Samčích jedinců stačí vysadit méně než samičích a umístit je buď rovnoměrně, nebo s ohledem na převládající směr větru. Dále je třeba pravidelně (v cyklu 5 až 10 let) monitorovat stav populace a podle toho přizpůsobovat její management.

U středně silných populací tisu se 100 až 500, případně 1000 jedinců, pokud jsou rozptýleni po velkém území nebo je výrazně omezena jejich plodnost a přirozená obnova, je prvořadým úkolem dosažení přežívání jedinců z přirozené obnovy. Rozsah oplocení i rozsah přenosu reprodukčního materiálu by měly být větší než u managementu velmi silných populací, protože je zde nutnost populace početně posílit. Důležitá je podpora výměny genetické informace mezi těmi částmi populací, kde je výměna genů výrazně omezena, jakož i zamezení vzniku izolovaných fragmentů populací s jejich snižující se variabilitou. Vhodné je zpracování schématu přenosu reprodukčního materiálu mezi fragmenty populací, doplňování přirozené obnovy výsadbou generativního či vegetativního původu nebo opylení izolovaných samičích jedinců přenosem pylu ze samčích větévek. Dalším úkolem je repatriace tisu na vhodné biotopy uvnitř území, odkud v minulosti vymizel. Vhodné je použít generativní i vegetativní reprodukční materiál z různých odlehlejších míst dané populace. Při výrazně nízké genetické variabilitě populace ji lze posílit z příbuzné populace s větší variabilitou. Kromě příbuznosti je nutné brát v potaz i vegetační stupňovitost a blízkost edafických poměrů. Počet tisů ve vzájemném kontaktu by měl představovat ca 50 kusů. Sazenice lze sázet buď do hustého sponu, nebo do malých hloučků. Výhodami první možnosti jsou menší rozsah oplocení, snazší ochrana před zvěří a konkurenční tlak a dostatek přeživších jedinců i při vysokých ztrátách. Nevýhodou je pak

vyšší spotřeba často nedostatkového sadebního materiálu a s tím spojené vyšší náklady. Přežít může i jen 5–20 % jedinců, může docházet k přeštíhlení přehoustlých skupin, vzniku nesmíšených skupin a pokrytí menší plochy. Stejně jako v případě silných populací je nutný pravidelný monitoring stavu a vývoje populace.

Slabé, ale dosud životaschopné populace s 30–100 jedinci, nebo populace početnější, ale silně rozptýlené, se slabou nebo chybějící přirozenou obnovou je třeba kontrolovat průběžně. Je třeba daleko důsledněji chránit veškerou přirozenou obnovu v místech perspektivních pro dlouhodobé přežívání tisu. Z neperspektivních míst je třeba semenáčky vyzvednout a dopěstovat pro výsadbu na vhodná místa. Dále je nutné chránit každého jedince populace před poškozením či zánikem (ochrana kmene před poškozením zvěří a přibližováním dříví) a konzervovat poškozené tisy ošetřením případných dutin, desinfekcí hnilob a začištěním ulomených větví. Tam, kde nejsou vhodné podmínky pro přirozenou obnovu, je vhodné získat dostatek osiva pro pěstování generativního reprodukčního materiálu. Je třeba odebrat reprodukční materiál (řízky) nejlépe ze všech jedinců dané populace pro vegetativní množení a zálohovat tak genofond. Dále je možné provést opatření na podporu fruktifikace, například uvolnění z hlubokého zástínu. Měl by být analyzován genofond a na základě výsledků by mělo být učiněno rozhodnutí, zda posílit populaci vhodnou introdukcí.

Podobný je i management neživotaschopných fragmentů populací s počtem pod 30 jedinců, zejména jsou-li rozptýleny, nebo jsou-li mimo volnou přírodu, případně navíc s žádnou nebo omezenou možností přirozené obnovy. Stejně jako u předchozí kategorie je nutné zajistit ochranu každého jedince, zálohovat genofond sběrem řízků, využít osivo k reprodukci a průběžně populaci monitorovat. Pokud je to možné, je vhodné analyzovat genofond a vybrat vhodnou populaci pro introdukci nebo připojit fragment k jiné vhodné populaci. Pro kontrolované křížení je třeba soustředit stávající a introdukovaný genofond do semenného sadu (klonového archivu) a po vypěstování dostatku sadebního materiálu jej repatriovat na vhodná místa, přednostně do blízkosti dosud žijících tisů.

### ***3.3.2 Repatriace tisu do lokalit předpokládaného původního výskytu***

Základem repatriace je výběr vhodné zdrojové populace, případně více populací. Přitom je třeba respektovat vegetační pásmovitost a blízkost edafických podmínek. Další zásadou je

vypěstování dostatečného množství sadebního materiálu, zpočátku kombinace vegetativního a generativního, posléze pouze generativního původu. Lokality by měly být vybírány dle půdních a klimatických podmínek, charakteru porostu, očekávaného vývoje a intenzity hospodaření. Přednostně je vhodné využívat porosty v lesích ochranných a v lesích zvláštního určení, kde je předpokládána nízká intenzita hospodaření. Nová lokalita by měla mít cílovou četnost 500 a více dospělých tisů, aby zde byl v budoucnu předpoklad přežití zdejší populace bez problémů vyvolávaných nízkou genetickou diverzitou. Mělo by být založeno několik dílčích ohnisek koncentrovanějšího výskytu tisů s možností vzájemné přirozené výměny genetické informace (tj. vzdálených maximálně několik set metrů), aby byla zachována možnost opylení a zoochorního šíření semen. Nutná je rovněž dlouhodobá ochrana výsadeb před zvěří. Další zásady je třeba uplatňovat v souladu s publikovaným návodem (ZATLOUKAL et al., 2001).

### ***3.3.3 Pěstování reprodukčního materiálu***

Základní metodou pro udržení a posilování populací tisů je podpora přirozené obnovy. V případě izolovaných fragmentů populace, prostor oddělujících dílčí populace a slabých populací je doplnění sadbou obvykle nevyhnutelné. Vystává zde otázka, kde a jak obstarat vhodný sadební materiál. Sazenice tisů na trhu obvykle zakoupit lze, jejich původ však bývá většinou neznámý, nebo jsou pro potřeby posilování konkrétních populací nevhodné. Sadební materiál je proto nutné většinou pěstovat ve vlastní režii nebo zadat produkci spolehlivému dodavateli a přesně stanovit podmínky pěstování (riziková je však v tomto případě obtížná kontrolovatelnost původu materiálu). Obě možnosti lze rovněž zkombinovat, tj. obstarat osivo či řízky vlastními silami a následnou produkci zadat specializovanému podniku. V takovém případě je však vždy nutná důsledná kontrola spojená s vedením podrobné evidence.

### **3.3.4 Generativní množení tisu**

#### 3.3.4.1 Výsev semen

Přímý výsev osiva tisu na cílové lokality se používá pouze výjimečně, běžně je však využíván pro pěstování sazenic. Důležitým faktorem pro úspěšné vyklíčení je správné načasování sběru semen, která dozrávají v závislosti na nadmořské výšce, počasí daného roku a vlastnostech konkrétního stromu od konce července do října. Vhodnější jsou ranější sběry, protože plně zralý tis často velmi rychle opadá kvůli prudkému dešti či větru, nebo jsou tisinky zkonsumovány ptáky. Semena z ranějších sběrů mají též menší tendenci více let přeléhat. Při sběru osiva je nutné obsáhnout co největší počet fruktifikujících jedinců dané populace. Brzy po sběru je vhodné oddělit semena od míšků (například síty), nechat je pouze lehce oschnout a co nejdříve vysít nebo stratifikovat. Dlouhodobější skladování semen se nedoporučuje vzhledem k delší přeléhavosti a nižší klíčivosti. Evidence osiva podle jednotlivých stromů obvykle není nutná, pokud se nejedná o cílený přenos reprodukčního materiálu mezi oddělenými fragmenty populace.

#### 3.3.4.2 Vyzvedávání semenáčků

V případech velmi bohatého zmlazení a v případě výskytu semenáčků na místech, kde není naděje na dlouhodobé přežívání, je vhodné získávání reprodukčního materiálu vyzvedáváním. Vhodným termínem je časně jaro, případně až srpen, tj. období před podzimní růstovou fází kořenů. V jiném období má vyzvedávání za následek nadměrné ztráty. Vyzvednuté semenáčky je třeba dopěstovat do výsadbyschopných parametrů daných legislativou. Evidovány by měly být alespoň lokalita, nadmořská výška nebo SLT a datum odběru.

### **3.3.5 Vegetativní množení**

Vegetativní množení je ve srovnání s generativním technologicky mnohem náročnější. Existují čtyři základní způsoby vegetativního množení; a to roubování, hřížení, explantátové kultury a řízkování.



### 3.3.5.1 Řízkování

Řízkování je velice vhodný a plně využitelný způsob množení tisu pro potřeby záchrany genofondu. Někteří jedinci či populace však mají špatnou schopnost tvorby adventivních kořenů. Nevýhodou tohoto způsobu je plagiotropní růst většiny řízkovanců dle místa odběru řízků. Vhodný termín odběru řízků je od srpna do ledna, v klidu mízy. Jako optimální se však kvůli teplotě půdy jeví období od poloviny září do konce listopadu, pozdější sběry jsou možné při množení řízkovanců ve sklenících. Odběry je nutné provést ve dnech, kdy teplota neklesá pod 0 °C, při větších mrazech dochází k olamování jehličí a k nežádoucím prudkým změnám teploty. I mezi řízky odebranými z téhož jedince jsou značné rozdíly v zakořeňování, rychlosti a vzpřímenosti růstu podle toho, z jaké části, z jak orientovaných větví či z jak vyvrátého letorostu byly odebrány. Optimální jsou větvičky s dobře vyvrátými letorosty na příznivě orientovaných částech koruny, zejména při jejím vrcholu. Nejvzpřímenější růst vykazují řízkovanci z terminálních výhonů a z koncových výhonů vzhůru směřujících větví. Získání takových řízků je však obtížné nebo nemožné, nehledě na to, že odběr terminálních výhonů je nevhodný. Dobře kořenící a rovně rostoucí jsou též řízky odebrané z kořenových nebo kmenových výmladků. Dalším aspektem je skutečnost, že řízky z mladých jedinců koření výrazně lépe, rychleji a vzpřímeněji než řízky odebrané ze starších jedinců. Pro řízkování je tedy vhodné využít i odrůstající jedince z přirozeného zmlazení. Využít lze i řízky s víceletým dřevem.

U odebraných řízků se evidují název lokality, SLT, nadmořská výška, číslo a pohlaví jedince. Materiál je třeba uložit do chladu a temna a co nejdříve vysadit do substrátu. Větší produkci a vyšší kvalitu řízků lze dosáhnout jejich odběrem ve speciálně založených matečnicích.

### 3.3.5.2 Roubování

Roubování je využitelné zejména při množení zahradních kultivarů, u nichž by řízkováním mohl být změněn charakter růstu. Rizikem je nežádoucí prorůstání podnože do kmene. V porovnání s řízkováním je roubování komplikovanější a málo produktivní, proto se od něj v praxi upouští. Roubování připadá v úvahu u klonů, které lze obtížně řízkovat, protože špatně koření.

### 3.3.5.3 Hřížení

Hřížení je pro praktické využití málo produktivní, i když tis je schopen zakořenit i ze starších větví, pokud jsou delší dobu v kontaktu s půdou. Produkce většího množství sazenic by znamenala nežádoucí zásah do zavětvení stromu.

### 3.3.5.4 Explantátové kultury

Explantátové kultury umožňují rychle a ekonomicky výhodně namnožit kvalitní sadební materiál z vybraných dárcovských jedinců a zároveň zakládat explantátové banky, kde je původní sadební materiál uchován pro další účely. Další výhodou je možnost produkce velkého množství geneticky totožných jedinců z kvalitních dárců v relativně krátkém čase. Množství odebraného materiálu je přitom minimální a odběr dárcovský strom nepoškozuje. Dostatečná genetická variabilita je zajištěna vhodným složením výchozí populace, pokud by byla metoda použita ve velkém rozsahu a s velkým množstvím jedinců z jediného klonu, je zde nebezpečím nežádoucí zúžení diverzity genofondu. Tento způsob je výhodný v tom, že je možné do reprodukce zapojit jedince obou pohlaví, kteří z různých důvodů neplodí (NOVOTNÝ et al., 2008). Další výhodou je, že u namnožených jedinců se neprojevuje plagiotropní růst. Metodu lze použít pro jinými způsoby obtížně množitelné jedince.

### **3.3.6 Zálohování genofondu ohrožených populací**

Poměrně spolehlivé a prakticky dobře realizovatelné je zálohování ohrožených populací v klonovém archivu, který plní současně funkci semenného sadu. Klonový archiv slouží k zálohování genofondu pro případ, že by některý důležitý jedinec ve volné přírodě odumřel. Koncentrace jedinců usnadní výměnu genetické informace v rámci populace a sníží riziko opylení nevhodným pylem. K výhodám klonového semenného sadu patří brzký nástup fruktifikace, tj. rychlejší produkce osiva, ze kterého mohou být pěstovány sazenice pro výsadbu do volné přírody a také znalost pohlaví klonu. Semenný sad vytvořený z jedinců generativního původu se označuje jako jádrový semenný sad. Při jeho zakládání se však uplatňuje více náhodných faktorů a proto je pro zálohování genofondu

méně vhodný. Za určitých okolností je výhodné v semenném sadu kombinovat jedince generativního i vegetativního původu.

Semenný sad je možné založit buď v podmínkách přirozeného rozšíření populace (*in situ*) či v jiné vhodné oblasti, nebo v uměle vytvořených podmínkách (*ex situ*). Obecně je vhodnější metoda *in situ*. Semenný sad by měl být založen v podmínkách blízkých ekologickému optimu tisů, především ve vztahu k půdním vlastnostem. Je také nutné vyhnout se větrným lokalitám a mrazovým polohám. Počet klonů je limitován velikostí populace. Vhodný je počet klonů mezi 100 až 300. Pokud je počet jedinců nižší než 50, je vhodné uvažovat o doplnění genofondu z jiné vhodné populace. Je vždy nutné mít předem zpracovaný výsadbový plán, respektující dvoudomost tisů a vzdálenost či izolaci klonů.

### **3.3.7 Výběr lokalit pro repatriaci**

Lokality pro repatriaci by měly splňovat tři základní kritéria – vhodnost podmínek růstového prostředí, omezenou intenzitu hospodaření a vhodné porostní poměry.

Soubory lesních typů vhodné pro tis jsou zejména v edafických kategoriích N, S, F, B, W, H, D, A, J. Tis se často vyskytuje i na edafických kategoriích X a Y, vzhledem k jejich extremitě však nejsou k reintrodukci příliš vhodné. Pro tis jsou vhodné zejména podmínky od doubrav či spíše bukových doubrav až po horní hranici smrkových bučin. Optimum představují dubové bučiny až jedlové bučiny, v bukovém stupni je tis omezován silnou konkurencí buku. V nižších polohách jsou pro repatriaci vhodnější sevřená chladná údolí, báze svahů a vlhké stinné svahy (ZATLOUKAL, 2001).

Z hlediska lesního hospodaření připadají v úvahu zejména lesy ochranné a některé kategorie lesů zvláštního určení. V hospodářských lesích bude tis vždy vystaven zvýšeným rizikům a vždy bude záležet na přístupu vlastníka či správce lesa a jeho personálu. Tisy je možno vysazovat tam, kde jsou uplatňovány přírodě blízké způsoby pěstování lesů, nikoli tam, kde se uplatňuje holosečný způsob hospodaření či se jedná o lokality s převládajícími smrkovými porosty.

Vhodné porostní poměry jsou zejména ve smíšených lesích ve středním až vyšším věku, s výškově diferenciováním zápojem kolem 50–70 %.

### 3.4 Tis červený v CHKO Lužické hory

#### 3.4.1 Historický a současný výskyt

Severozápad a sever Čech, včetně Lužických hor, je nepochybně oblastí původního výskytu tisů červeného. O jeho výskytu v této oblasti existují údaje již z roku 1897, kdy jsou zmiňovány tři tisy v Krompachu. Sborník z roku 1928 říká „V severních Čechách byl tis v minulých staletích zvláště hojně rozšířen. Týká se to hlavně pohraničního pohoří a to počínaje Českosaským Švýcarskem, přes hory Lužické, Jizerské až do Krkonoš...“ (ZATLOUKAL et al., 2013). HOFMAN, 1966 ex ZATLOUKAL et al., 2013 uvádí, že „Významnost výskytu tisů v Lužických horách je nutno spatřovat v jejich spojitosti se saskými výskyty, četnějšími a bohatšími“.

O původnosti tisů v této oblasti svědčí i několik toponym, jako například vrchy Velká a Malá Tisová v k. ú. Falknov, Tisový les v k. ú. Dolní Sedlo nebo Tisový vrch v k. ú. Svojkov (ZATLOUKAL et al., 2013).

Stejně jako v jiných oblastech ČR i v Lužických horách byl tis zachován pouze na několika zbytkových lokalitách. Zdejší výzkum tohoto druhu provádějí Správa CHKO Lužické hory ve spolupráci s Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady (např. NOVOTNÝ et al., 2007, 2009, 2011; NOVOTNÝ, HROZEK, 2010; HROZEK, NOVOTNÝ, 2012). Doposud bylo zjištěno 10 potenciálně autochtonních subpopulací na území CHKO a v jejím nejbližším okolí:

1. Krompach – tři památné stromy s odhadovaným věkem 200, 300 a 450 let (výšky 10,7 m, 12,5 m a 11,2 m) a 7 jedinců z přirozené obnovy. 4 jedinci jsou vyšší než 1 m. Nejsilnější strom je pravděpodobně nejstarší jedinec v Lužických horách a možná i v ČR. Podle studie Botanického ústavu (HRUŠKOVÁ, TUREK, 2003) je jeho stáří datováno do období kolem roku 1580. Lze předpokládat, že v 16. století nebyl v malé obci v této oblasti použit materiál alochtonního původu, ale že šlo o materiál autochtonní. Jeho kmen je značně vyhnílý a tvoří jen skořepinu zpevněnou ocelovými obručemi. Strom je osazen stříškou, bráníci zatékání vody do kmene. Strom dobře plodí. Nachází se v zástavbě, v jejíž bezprostřední blízkosti prý dříve probíhala obchodní stezka z Čech do Lužice.

2. Jezevčí tis – jeden samičí jedinec s výškou 12,4 m a výčetní tloušťkou 44 cm. Nejbližší okolí stromu je chráněno drátěným pletivem. Připadá v úvahu vyhlášení za památný strom.
3. Horní Sedlo – evidováno 102 tisů, z nichž 69 překročilo výšku 1 m, přičemž nejvyšší jedinec dosáhl výšky 9,1 m a výčetní tloušťky 11,7 cm a jedinec s největší výčetní tloušťkou (13,2 cm) dosáhl výšky 8,4 m. Lokalita byla z důvodu výskytu tisu zařazena do kategorie lesů zvláštního určení. Je chráněna drátěnou oplocenkou.
4. Dolní Sedlo – několik jedinců, z nichž nejvyšší dorůstá do výšky 15,4 m a výčetní tloušťky 42 cm, nejvyšší jedinec zde připadá v úvahu k vyhlášení za památný strom. 6 jedinců je vyšších než 1 m. Vyskytuje se zde přirozené zmlazení tisu. Porost je rovněž zařazen do kategorie lesů zvláštního určení a chráněn drátěnou oplocenkou.
5. Hvozd – izolovaný nálezný mladého jedince (3 m) rostoucího osamoceně v rozsáhlém lesním komplexu nedaleko hranice s Německem. Nejistý původ, vzhledem k odlehlosti lokality však lze předpokládat spontánní rozšíření.
6. Naděje – mohutný jedinec s mírně proschlou korunou rostoucí u stavení na okraji osady Naděje s výškou 10,8 m a výčetní tloušťkou 74,2 cm. Kulturní původ. Je uvažováno s vyhlášením za památný strom.
7. Dymník – 7 jedinců s výškou od 2,9 m do 6,6 m.
8. Svojkov-Vinný vrch – jeden tis přibližně 6 m vysoký, vytvářející tři kmeny.
9. Juliovka – čtyři mladí jedinci do 0,2 m výšky z přirozené obnovy.
10. Zaječí vrch – jeden dvojkmenný juvenilní jedinec nacházející se v kontrolní oplocence.

(NOVOTNÝ et al., 2009; NOVOTÝ, HROZEK, 2010; ZATLOUKAL et al., 2013).

### **3.4.2 Ochrana genofondu *in situ* a *ex situ***

Snahy o záchranu zdejší populace tisu červeného se datují od roku 1999, kdy bylo prvotním cílem využití zmlazení pod památnými tisy v Krompachu. V následujících letech byly zajištěny výjimky z ochranných podmínek zvláště chráněného silně ohroženého

rostlinného druhu pro sběr semen a vyzvedávání semenáčků na lokalitách v CHKO Lužické hory a jejím blízkém okolí pro následné pěstování za účelem posilování populací v přírodě podle požadavků ochrany přírody. Současně byla ve spolupráci s lesním personálem Lesů ČR, s. p., prováděna inventarizace tisu. Do této stále komplexněji řešené problematiky se zapojila i základní organizace Českého svazu ochránců přírody (ČSOP) 32/10 Meles, která se s projektem „Záchrana genofondu tisu červeného a jeho návrat do lesních porostů“ zapojila do programu ČSOP „Ochrana biodiverzity – Ohrožené druhy dřevin“, ze kterého byla hrazena většina realizovaných opatření. Od roku 2005 probíhá při výzkumu populace a jejím posilování repatriačními výsadbami spolupráce CHKO Lužické hory s Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. (VÚLHM), (NOVOTNÝ et al., 2008, 2010).

Ochrana *in situ* probíhá zejména prováděním repatriačních výsadeb do lesních porostů s vhodnými stanovištními podmínkami. Pro tento účel jsou využívány sazenice získané školkováním vyzvednutých semenáčků z přirozené obnovy nebo vypěstováním ze semen odebraných na těchto lokalitách. Ani jeden z uvedených způsobů není ideální ze dvou důvodů. Prvním je skutečnost, že semena a semenáčky vznikly křížením velmi omezeného počtu jedinců, druhým důvodem je pak fakt, že na hybridizaci se podílí i pyl cizorodého původu, který se na samičí pohlavní orgány dostává anemochoricky i z jedinců kulturního původu. Je proto nutné tyto výsadby zkvalitnit zvýšením jejich genetické diverzity (NOVOTNÝ, HROZEK, 2010).

Pěstování sazenic tisu započalo v roce 1999, první repatriační výsadby proběhly v roce 2001. Sazenice jsou minimálně 20 cm vysoké s kořenovým krčkem alespoň 5 mm silným. Stáří sazenic v době výsadby je 4–7 let. Veškerý reprodukční materiál pro pěstební činnost je získáván ze zdrojů na území CHKO (lokality Krompach a Horní Sedlo).

Po dohodě s pracovníky LČR, s. p., jsou sazenice vysazovány do lesních porostů. Výběr lokalit zohledňuje několik kritérií. Důležité jsou vhodné stanovištní podmínky pro tis zjištěné na základě údajů z odborné literatury a znalosti místních podmínek. Dalším kritériem je perspektiva dlouhodobého odrůstání tisů. Přednostně byly vybírány lokality v lesích zvláštního určení a v lesích ochranných, aby nedošlo ke střetům s lesnickým hospodařením (náhlé odclonění či likvidace při výchovných zásazích). Stanoviště vhodná pro tis se většinou překrývají s I. zónou CHKO, přírodními rezervacemi nebo kategorií lesů ochranných.

Pro menší část výsadeb byly na vhodných místech využity stávající oplocenky. Většina sazenic však byla chráněna pomocí dřevěných nebo drátěných oplůtků. Dřevěné oplůtky byly voleny především na svažitém a kamenitém terénu z důvodu lepší možnosti ukotvení nebo na více osluněných místech z důvodu přistínění. V současné době jsou dřevěné oplůtky nahrazeny drátěnými (NOVOTNÝ, HROZEK, 2010).

Tis je sazen většinou formou podsadeb do starších prosvětlených porostů, výjimečně na holiny s bočním zástínem. Porosty jsou vybírány společně s příslušným revírníkem LČR, s. p., na základě stanovištních podmínek, perspektivy dlouhodobého odrůstání a jsou odsouhlaseny lesním správcem (NOVOTNÝ, HROZEK, 2010).

Na žádost pracovníků LČR, s. p., proběhly první výsadby tisu symbolicky na lokalitě Velká Tisová (v této lokalitě proběhly v roce 2001, další v roce 2006, výsadby jsou chráněny individuálním oplocením). Jedná se o exponovanou lokalitu, která v 80. letech 20. století prošla imisním rozpadem. Výsadba se nachází mezi náhradními porosty smrku pichlavého a starým rozpadajícím se bukovým porostem. Výsadby jsou zde vystaveny silnému tlaku jelení zvěře, díky oplůtkům však dobře odrůstají a část sazenic již přesahuje výšku 1 m. Reprodukční materiál pocházel z Krompašských tisů (ZATLOUKAL et al., 2013).

Ojedinelá je ověřovací výzkumná plocha tisu Líska, založená v roce 2006 VÚLHM, kde jsou tři skupiny potomstev – dvě z lokality Krompach (z vyzvednutých semenáčků a z osiva) a jedna z lokality Horní Sedlo (z vyzvednutých semenáčků). Celkem je zde 180 sazenic (z každé skupiny 3 opakování po 20 sazenicích) ve sponu 2 m × 2 m. Výsadba je plně vitální a dobře přirůstající (ZATLOUKAL et al., 2013). Někteří jedinci již dokonce začínají plodit.

Ročně je do porostů CHKO Lužické hory vysazeno pouze několik desítek jedinců. Důvodem takto omezeného počtu je především nutnost zabezpečení následné péče, která je poměrně náročná. Během prvních 5–6 let je třeba dvakrát až třikrát ročně provádět kontrolu výsadeb, funkce oplůtků a ožínání, po dobu dalších pěti let pak alespoň jednou ročně. Při rozsáhlejších výsadbách by sazenicím nemohla být zajištěna adekvátní péče. Cílový stav je každý rok 100 ks vysazených jedinců.

V letech 2001 až 2014 bylo na 44 lokalitách vysazeno 1 826 ks sazenic tisu červeného, z toho 884 ks do stávajících oplocenek na 7 lokalitách a 942 ks s individuální ochranou. Mapa výsadeb v CHKO Lužické hory v letech 2001–2010 je v příloze č. 2.

Program posilování populace tisu v CHKO Lužické hory ve spolupráci s Lesy ČR, s. p., probíhá již poměrně dlouhou dobu a má dobré výsledky. Problémem je, že použitý reprodukční materiál pochází z malého počtu rodičovských stromů. Jeho výsadby sice vedou k početnímu nárůstu populace tisu, ta ale bude mít sníženou genetickou diverzitu se všemi negativními důsledky. Při pokračování repatriačního programu je žádoucí využít reprodukční materiál i z jiných oblastí. Pokud by bylo možné sloučit materiál z některých oblastí ČR a příhraničí, zvýšila by se genetická variabilita (NOVOTNÝ, HROZEK, 2010). Populace tisu v Lužických horách vykázala největší příbuznost s populacemi Hřebečský hřbet na Svitavsku, Tiský Dvůr u Pikárce, Znojemsko, Cisovnica v Polsku, Dubensko v CHKO Křivoklátsko a CHKO Beskydy (ZATLOUKAL et al., 2001).

Ochrana *in situ* probíhá na území CHKO Lužické hory na lokalitách Krompach, Jezevčí tis, Horní Sedlo, Dolní Sedlo, Juliovka a Zaječí vrch. Na všech lokalitách s dochovaným výskytem tisu je nutné zajistit dlouhodobé přežívání stávajících jedinců a umožnit jejich přirozenou obnovu. Mezi tato opatření patří kolektivní a individuální ochrana před škodami působenými zvěří, zálivka po výsadbě a v období sucha, podpora přirozeného zmlazení nakypřením půdy nebo individuální péče o starší jedince – např. začištění ulomených větví, ošetření vyhnílych dutin, ochrana před zatékáním vody. K ochraně *in situ* lze zařadit i posilování stávajících populací dopěstovanými vyzvednutými semenáčky, sazenicemi vypěstovanými ze semen nebo vegetativně namnoženými řízkovanci. Neexistuje sice absolutní záruka původnosti tohoto materiálu, jedná se však o činnost povolenou, kontrolovanou a evidovanou (NOVOTNÝ, HROZEK, 2010).

V současné době je připravováno založení klonového archivu, kde budou shromážděny vegetativně získané klony jedinců lužickohorské populace tvořící zálohu genetické informace. Klonový archiv bude využíván i jako semenný sad pro získávání generativního materiálu pro repatriační výsadby (NOVOTNÝ, HROZEK, 2010).



## 4 Metodika

### 4.1 Materiál

Pro účely diplomové práce byl pracovníky CHKO Lužické hory a VÚLHM proveden výběr konkrétní lokality pro uskutečnění měření a dále lokalit, které umožní vhodné porovnání. Kritériem byla shodná doba od výsadby (4 roky). Lokality byly vybrány tak, aby co nejobjektivněji reprezentovaly různé stanovištní podmínky typické pro území CHKO Lužické hory a zároveň změny edafických kategorií a lesních vegetačních stupňů. Jedná se o stanoviště na souborech lesních typů 4K1, 4I1, 5A3, 5K1 a 6K7. Všechny lokality se nacházejí v PLO 19 a jsou ve správě Lesů ČR, s. p. (Lesní hospodářský celek (LHC) Rumburk – Wels východ (a, b, c), Wels sever, Křižovatka a LHC Ještěd – Kozí hřbety sever, Kozí hřbety jih a Kozí hřbety vrchol).

Mapa zájmových výsadeb je uvedena v příloze č. 3, Přehled lokalit s uvedením jejich označení, počtu sazenic, nadmořské výšky, expozice, SLT, druhu ochrany, kategorie lesa a zonace CHK O je uveden v příloze č. 4.

Lokality se nacházejí v rozpětí nadmořských výšek od 445 m n. m. (Wels východ (a, b, c)) po 710 m n. m. (Kozí hřbety vrchol). Lze předpokládat vyšší srážkové úhrny v lokalitách s vyšší nadmořskou výškou. Většina ploch se nachází v kyselé edafické kategorii, pouze lokalita Křižovatka v kategorii illimerizované a lokalita Kozí hřbety sever v kategorii acerózní.

Materiál pro výsadby pocházel z lokality Krompach. Pěstován byl v režii ČSOP Meles v mikroškolce této organizace. Část sazenic představují semenáčky z výsevu, část vyzvednuté semenáčky. Sazenice jsou obvykle krytokořenné, několikrát školované, minimálně 20 cm vysoké, s kořenovým krčkem silným přibližně 5 mm.

Výsadba byla na všech lokalitách provedena shodně jamkovou sadbou, v nepravidelném sponu. Sazenice byly dle potřeby 1–2× ročně ožínány, případně byl v jejich okolí proveden výřez nežádoucích dřevin (zejména břízy).

**Lokalita Wels východ (a, b, c)** se nachází v původně smrkovém porostu rozpracovaném náseky. Pro výsadbu tisů byly využity čtyři náseky o šířce cca 30 m. Předmětem hodnocení je výsadba tisů na třech násecích (a, b, c). Čtvrtý násek (Wels východ (d)) s jedinci č. 1–26 byl změřen již v roce 2013 a nebyl proto do hodnocení zahrnut.

Jedná se o menší holiny s bočním zástinem. Expozice je východní, sklon svahu je mírný, velikost plochy Wels východ (a) činí 0,24 ha, velikost plochy Wels východ (b) 0,20 ha a Wels východ (c) 0,18 ha, tj. celkem 0,62 ha.

Lokalita se nachází na SLT 4K1 v nadmořské výšce 445 m n. m. v kategorii běžného hospodářského lesa (II. zóna CHKO). Intenzita hospodaření je zde, stejně jako na ostatních lokalitách výsadby, přizpůsobena ekologickým potřebám tisů.

Tis byl na lokalitu Wels východ (a) dodán 2 vegetační sezóny po zalesnění smrkem a bukem. Dále zde proběhla přirozená obnova smrku, borovice a břízy. Současné zastoupení dřevin sestává ze smrku (40 %), buku (45 %), břízy (15 %) a příměsi borovice.

Na lokalitu Wels východ (b, c) byl tis dodán jednu vegetační sezónu před zalesněním smrkem, bukem a několika poloodrostky třešně ptačí. Dále jsou zde přítomni jedinci z přirozené obnovy smrku, buku a borovice. Současné zastoupení dřevin představují smrk (40 %), buk (40 %), borovice (5 %), bříza (15 %) a příměs třešně.

Počet sazenic při výsadbě činil 118 ks. Materiál pro výsadby pocházel z lokality Krompach (v hrazení). Část sazenic tvoří semenáčky z výsevu po sklizni v roce 2003, část sazenic semenáčky vyzvednuté v letech 2007–2008.

Sazenice jsou chráněny individuální ochranou – drátěnými oplůtky.



Obr. č. 4 – Lokalita Wels východ (a) – celkový pohled



Obr. č. 5 – Wels východ (a) – detail



**Lokalita Wels sever** se nachází na rovině v původně smrkovém porostu na holině zalesněné bukem, jedlí a tise, s přirozenou obnovou borovice, břízy a v malé míře smrku. Nálet břízy je dle potřeby vyřezáván. Tis byl na lokalitu dodán až později. Tato lokalita je více rozvolněná než ostatní, pro tis zde byl zvolen větší spon.

Lokalita se nachází na SLT 4K1 v nadmořské výšce 470 m n. m. v kategorii běžného hospodářského lesa (II. zóna CHKO). Intenzita hospodaření je přizpůsobena ekologickým potřebám tisu.

Výsadba byla provedena na podzim roku 2010. Počet sazenic činil 68 ks. Materiál pocházel z lokality Krompach (v louce). Sazenice jsou chráněny skupinově.



Obr. č. 6 – Lokalita Wels sever – celkový pohled

**Lokalita Křížovatka** se nachází na rovině v původně převážně smrkovém porostu na holině zalesněné bukem, jedlí a tise, s přirozenou obnovou borovice, břízy (vyřezávána)



a v malé míře smrku. Tis byl na lokalitu dodán až později. Tato lokalita více rozvolněná než ostatní, pro tis zde byl zvolen větší spon.

Lokalita se nachází na SLT 4I1 ve 480 m n. m. v kategorii běžného hospodářského lesa (II. zóna CHKO). Intenzita hospodaření je přizpůsobena ekologickým potřebám tisu.

Výsadba byla provedena na podzim roku 2010. Sazenice jsou chráněny skupinově. Počet sazenic při výsadbě činil 57 ks. Materiál pro výsadby pocházel z lokality Krompach (v louce).



Obr. č. 7 – Lokalita Křižovatka – celkový pohled

**Lokalita Kozí hřbet sever** se nachází v prořídlem bukovém porostu, který byl podsazen tisem. Expozice lokality je severní. Vlivem expozice a zakmenění stávajícího porostu se jedná o lokalitu s největším zástinem

Lokalita se nachází na SLT 5A3 v nadmořské výšce 575 m n. m. v kategorii lesa zvláštního určení (I. zóna CHKO). Intenzita hospodaření je zde, stejně jako na ostatních lokalitách výsadby, přizpůsobena ekologickým potřebám tisu.

Počet sazenic při výsadbě činil 20 ks. Materiál pocházel z lokality Krompach (směs). Výsadba byla provedena na podzim roku 2007. Sazenice jsou chráněny individuálně drátěnými oplůtky.

**Lokalita Kozí hřbety jih** se nachází na holině s výsadbou buku a přirozenou obnovou buku. Expozice svahu je jihozápadní, jedná se o násek k jihu s bočním přistíněním.

Lokalita se nachází na SLT 5K1 v nadmořské výšce 620 m n. m. v kategorii lesa zvláštního určení (I. zóna CHKO).

Výsadba zde byla provedena na podzim roku 2007. Sazenice byly chráněny individuálně původně dřevěnými oplůtky, které byly na podzim roku 2012 vyměněny za drátěné. Počet sazenic při výsadbě činil 30 ks. Materiál pro výsadby pocházel z lokality Krompach (směs).

**Lokalita Kozí hřbety vrchol** se nachází na rovině v prořídlém bukovém porostu, který byl podsazen tisem. Zakmenění stávajícího porostu je řídké.

Lokalita se nachází na SLT 6K7 v nadmořské výšce 710 m n. m. v kategorii lesa zvláštního určení (I. zóna CHKO).

Výsadba byla provedena na podzim roku 2007. Sazenice byly chráněny individuálně dřevěnými oplůtky, které byly na podzim roku 2012 vyměněny za drátěné. Počet sazenic při výsadbě činil 40 ks. Materiál pro výsadby pocházel z lokality Krompach (směs).





Obr. č. 8 – Lokalita Kozí hřbety vrchol – celkový pohled

#### 4.2 Sběr dat

Vlastní měření v rámci diplomové práce probíhalo na lokalitě Wels východ (a, b, c). Data pro porovnání z ostatních lokalit byla poskytnuta pracovníkem Správy CHKO Lužické hory. Všechny lokality byly měřeny shodně 4 roky po výsadbě.

U jedinců na všech lokalitách byly sledovány následující veličiny: výška, bazální tloušťka, růstový tvar, defoliace, zbarvení jehlic a přítomnost škůdců.

Výška byla měřena skládacím metrem. Naměřená hodnota byla zaokrouhlena na 1 cm. Při výskytu většího počtu terminálních výhonů byla změřena výška u každého z nich. Rovněž bylo zaznamenáno, pokud některý z bočních výhonů převyšoval terminální výhon či pokud nebyl terminální výhon přítomen.

Tloušťka kořenového krčku byla měřena posuvným měřítkem ve výšce těsně nad zemí. Získaná hodnota byla zaokrouhlena na 1 mm.

Míra defoliace a zbarvení jehličí byly zjišťovány dle následujících stupnic:

Míra defoliace: 1 – žádná/malá,

2 – střední,

3 – vysoká.

Zabarvení jehlic: 1 – tmavozelené,

2 – žlutozelené,

3 – hnědozelené,

4 – červené,

5 – hnědé/suchý.

Na základě tabulky vytvořené ve VÚLHM byl zaznamenán růstový tvar (přílohy č. 5 a 6).

Dále byla hodnocena přítomnost škůdců. Pohlaví zatím nebylo možné vzhledem k věku sazenic zjišťovat. Všechny sazenice byly fotograficky zdokumentovány.

Data byla na místě zaznamenávána do přístroje PSION WORKABOUT PRO, Psion Teklogix WORK, vybaveného operačním systémem Windows Mobile® 6.1 Classic. Měření byla provedena po ukončení vegetační sezóny roku 2011 a 2014.





Obr. č. 9 – Měření výšky



Obr. č. 10 – Měření bazální tloušťky





Obr. č. 11 – Hodnocení přítomnosti škůdců



Obr. č. 12 – Hodnocení růstového tvaru

### 4.3 Zpracování a vyhodnocení dat

Zjištěná data byla převedena do formátu s příponou xls. K jejich zpracování byly použity základní statistické metody. Byly zjištěny základní statistické charakteristiky – průměr, medián, rozptyl, směrodatná odchylka, směrodatná chyba, variační koeficient a minimální a maximální hodnoty.

Výška, bazální tloušťka, index defoliace a index zbarvení jehlic byly porovnány metodami mnohonásobného porovnávání za pomoci testů Student–Newman–Keuls, Tukey–HSD, Tukey–B a Duncan. Byl proveden test homogenity rozptylů formou mnohonásobného porovnávání metodami Tukey–HSD, Student–Newman–Keuls a Dunnett. Dále byla provedena analýza rozptylu naměřených hodnot.

Statistická hodnocení byla zpracována v programech MS Excel a Unistat 9.1. Hypotézy byly vždy testovány na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Za každou lokalitu jsou uvedeny minimální, maximální a průměrná výška, minimální, maximální a průměrná bazální tloušťka, index defoliace a index zbarvení jehlic. Indexy byly počítány jako průměry čísel, značících příslušnost k jednotlivým třídám klasifikace (Příloha č. 7).

Na základě těchto údajů byl zjišťován vliv stanovištních podmínek a způsobu ochrany na růst sazenic. Cílem bylo porovnat mezi sebou výsadby na jednotlivých lokalitách a určit, zda mají stanovištní podmínky a způsob ochrany sazenic vliv na vývoj výsadeb.

## 5 Výsledky

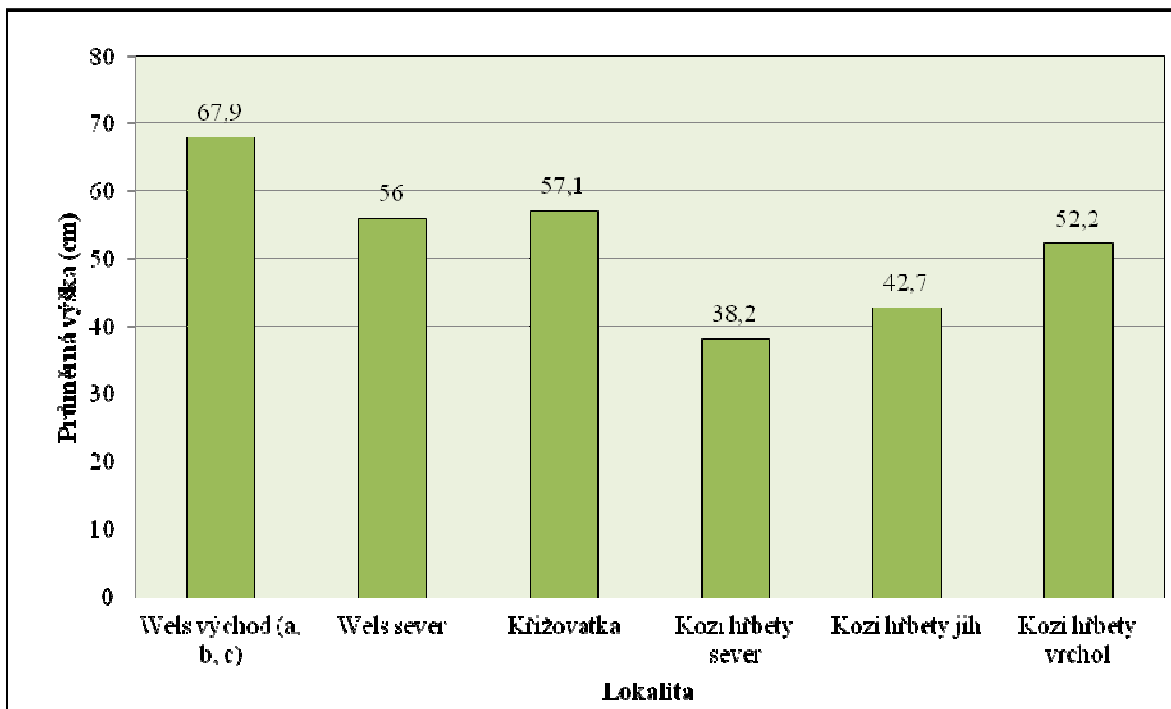
Na vybraných lokalitách bylo sledováno celkem 279 jedinců tisu červeného, z toho na lokalitě Kozí hřbety jih 26 jedinců, na lokalitě Kozí hřbety sever 17 jedinců, na lokalitě Kozí hřbety vrchol 36 jedinců, na lokalitě Křižovatka 44 jedinců, na lokalitě Wels sever 55 jedinců a na lokalitě Wels východ (a, b, c) 101 jedinců. Souhrnné výsledky jsou uvedeny v příloze č. 7.

### 5.1 Výška

Jedinci dosahovali výšky od 15 do 126 cm, v průměru jejich výška činila 57,7 cm. Byl prokázán vliv lokality na výšku sazenic.

Nejvyšší průměrné výšky dosahovali jedinci na lokalitě Wels východ (a, b, c), následovaly lokalita Křižovatka, Wels sever, Kozí hřbety vrchol a Kozí hřbety jih. Nejnižší průměrné výšky dosahovali jedinci na lokalitě Kozí hřbety sever.

Nejvyšší průměrné výšky 67,9 cm tedy dosahovali jedinci na lokalitě Wels východ (a, b, c). Byly zde naměřeny výšky od 15 do 126 cm, tj. byla zde zaznamenána jak minimální, tak maximální výška, největší rozptyl naměřených hodnot (702,5) a nejvyšší směrodatná odchylka (26,5). Druhé nejvyšší průměrné výšky (57,1 cm) dosahovaly jedinci na lokalitě Křižovatka (naměřené hodnoty se zde pohybovaly od 21 do 97 cm, s rozptylem 257,8 a směrodatnou odchylkou 16,1). Na lokalitě Wels sever dosahovala průměrná výška 57,1 cm a byly zde naměřeny hodnoty od 22 do 89 cm s rozptylem 362,3 a směrodatnou odchylkou 19,0. Na lokalitě Kozí hřbety vrchol se naměřené hodnoty pohybovaly od 17 do 107 cm, rozptyl zde byl 555,5 a směrodatná odchylka 23,6, což je druhá nejvyšší hodnota ze všech lokalit. Průměrná výška dosahovala 52,2 cm. Jedinci na lokalitě Kozí hřbety jih dosahovali výšky od 17 do 74 cm s průměrem 42,7 cm, rozptylem 230,0 a směrodatnou odchylkou 15,2. Nejnižší průměrná výška (38,2 cm) a zároveň nejnižší rozptyl (141,7) a směrodatná odchylka (11,9) byly zjištěny na lokalitě Kozí hřbety sever. Naměřené výšky se zde pohybovaly od 19 do 59 cm.

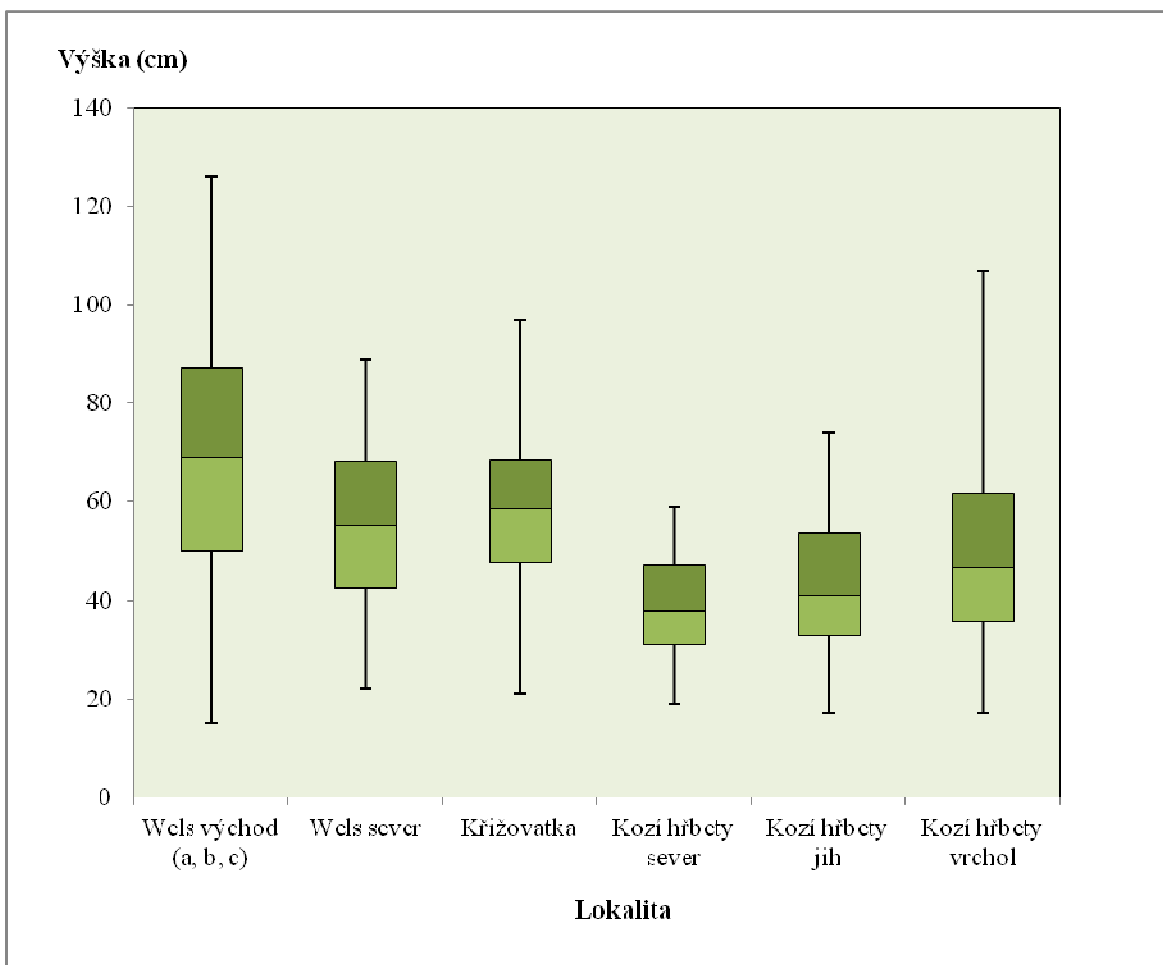


Obr. č. 13 – Graf průměrné výšky jedinců na jednotlivých lokalitách

Duncanovým testem mnohonásobného porovnávání byla zjištěna homogenita mezi skupinami Kozí hřbety sever a Kozí hřbety jih, mezi lokalitami Kozí hřbety jih a Kozí hřbety vrchol a mezi lokalitami Kozí hřbety vrchol, Wels sever a Křižovatka.

Naopak nejvíce se lišily plochy Kozí hřbety sever a Wels východ (a, b, c) a Kozí hřbety jih a Wels východ (a, b, c).





Obr. č. 14 – Krabicový graf výšky na jednotlivých lokalitách

## 5.2 Bazální tloušťka

Bazální tloušťka se pohybovala od 0,2 cm do 2,8 cm, v průměru činila 1,1 cm. Byl prokázán statisticky významný vliv lokality na bazální tloušťku sazenic.

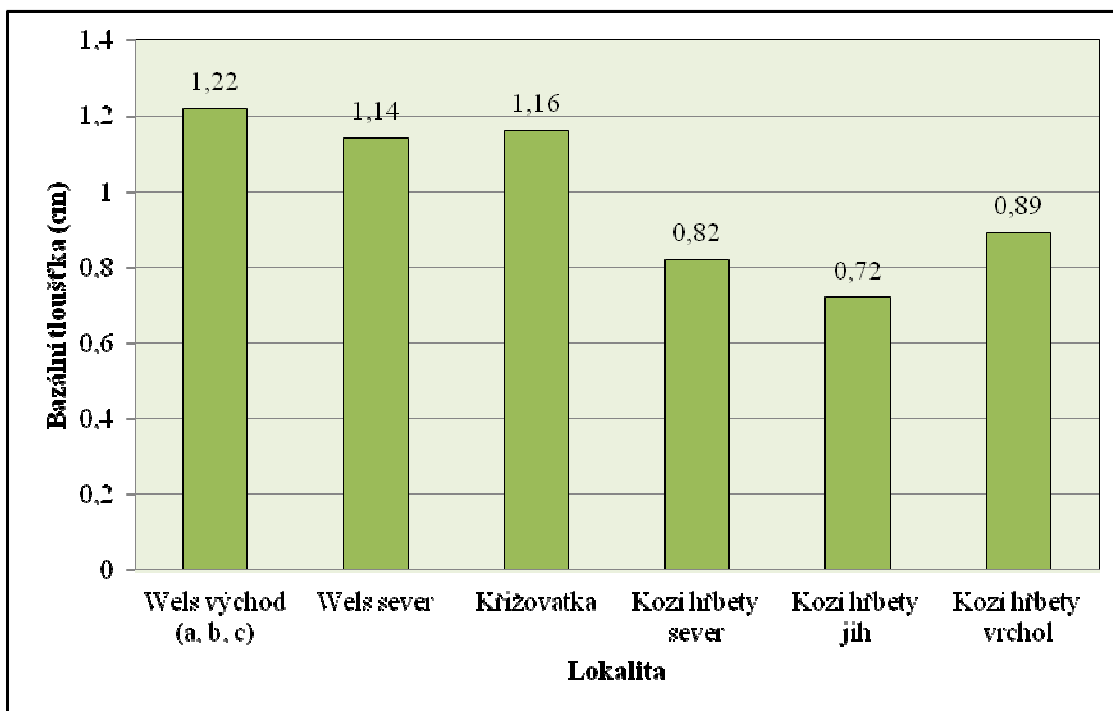
Největší bazální tloušťky dosahovali jedinci na lokalitě Wels východ (a, b, c), následovaly lokality Křižovatka, Wels sever, Kozí hřbety vrchol a Kozí hřbety sever. Nejnižší průměrné bazální tloušťky dosahovali jedinci na lokalitě Kozí hřbety jih.

Stejně jako v případě výšky dosahovali nejvyšších naměřených hodnot jedinci na lokalitě Wels východ (a, b, c). Průměrná bazální tloušťka zde činila 1,2 cm. Byly zde naměřeny nejnižší (0,2 cm) i nejvyšší (2,8 cm) hodnota ze všech lokalit, tedy i rozptyl a směrodatná odchylka zde dosahovaly nejvyšších hodnot (0,2; resp. 0,4). Druhá nejvyšší průměrná šířka (1,16 cm) byla zaznamenána na lokalitě Křižovatka. Naměřené tloušťky se zde pohybovaly

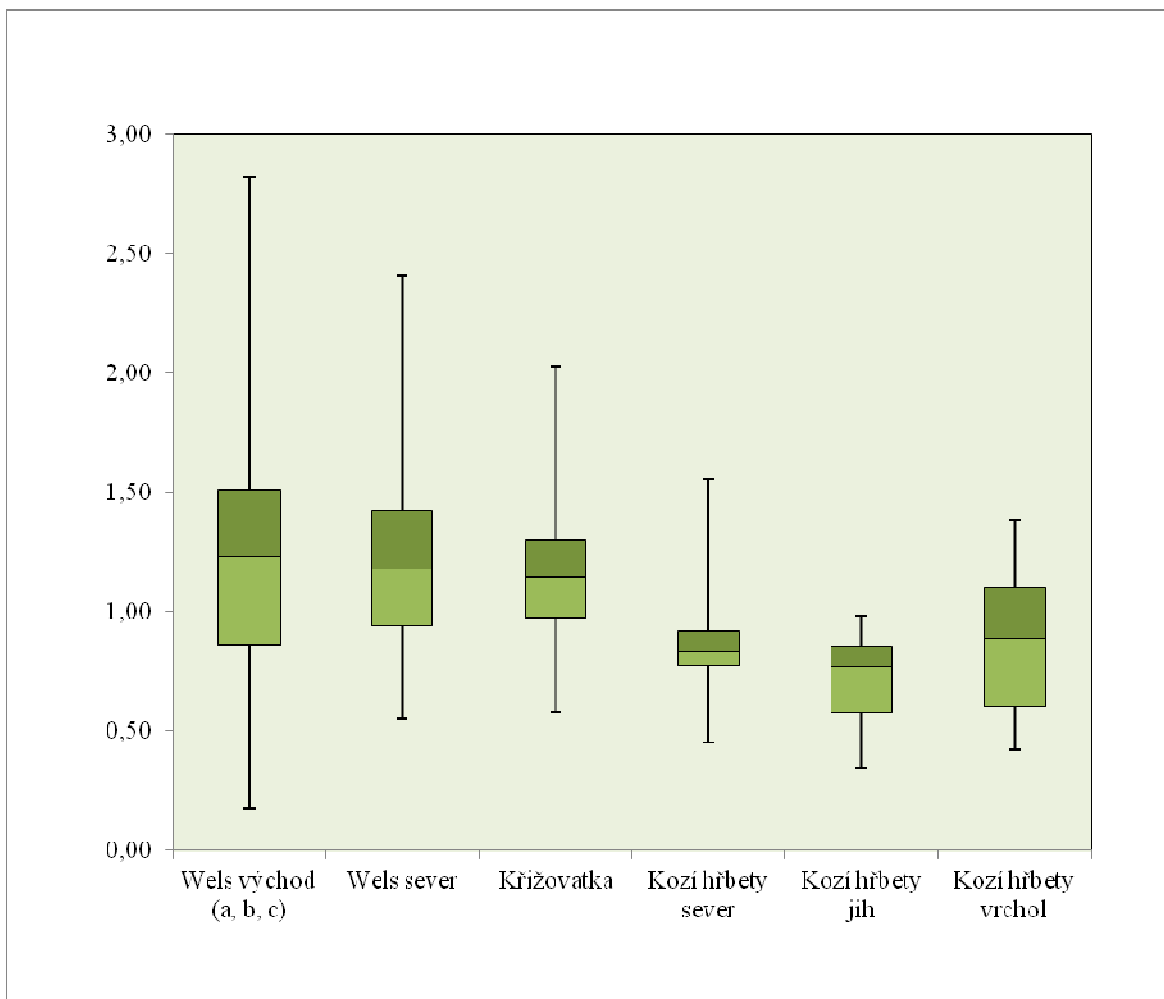
od 0,6 cm do 2,0 cm s rozptylem 0,2 a směrodatnou odchylkou 0,3. Jedinci na lokalitě Wels sever dosahovali hodnot od 0,5 do 2, 3 cm a měly průměrnou bazální tloušťku 1,1 odchylka 0,4. Na lokalitě Kozí hřbety vrchol dosahovaly naměřené hodnoty od 0,4 cm do 1,4 cm s průměrem 0, 9, rozptylem 0,1 a směrodatnou odchylkou 0,3. Jedinci na lokalitě Kozí hřbety sever dosahovali průměrné bazální tloušťky 0,8 cm s naměřenými hodnotami v rozpětí 0,5 cm po 1,6 cm, rozptylem 0,8 a směrodatnou odchylkou 0,3. Nejnižší průměrná bazální tloušťka (0,7 cm) byla zaznamenána na lokalitě Kozí hřbety jih. Změřené hodnoty se pohybovaly od 0,4 po 1,0 cm a byl zde tedy i nejmenší rozptyl (0,0) a směrodatná odchylka (0,2) ze všech lokalit.

Duncanovým testem mnohonásobného porovnávání byla zjištěna homogenita mezi skupinami Kozí hřbety jih, Kozí hřbety sever a Kozí hřbety vrchol a mezi lokalitami Wels sever, Wels východ (a, b, c) a Křižovatka.

Naopak nejvíce se lišily plochy Kozí hřbety jih a Wels východ (a, b, c), Kozí hřbety jih a Křižovatka a Kozí hřbety jih a Wels sever.



Obr. č. 15 – Graf průměrné bazální tloušťky jedinců na jednotlivých lokalitách

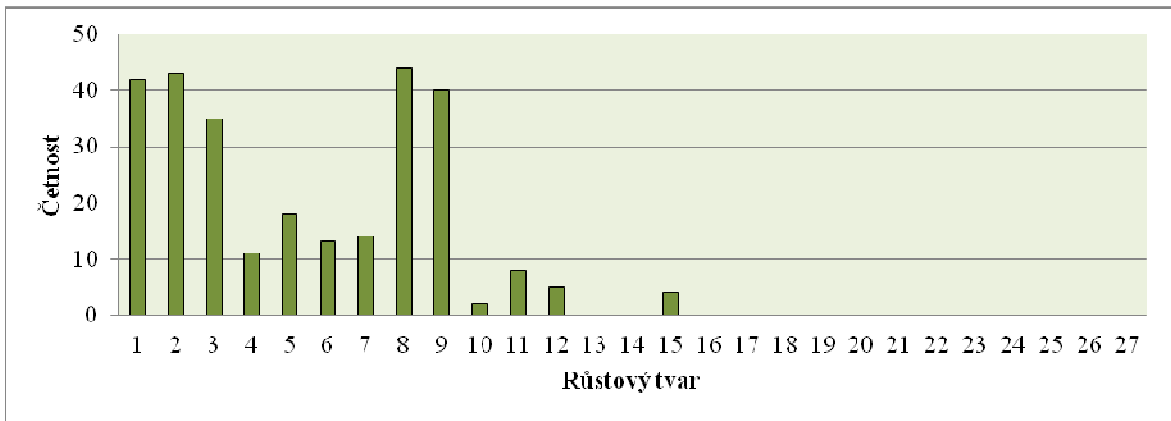


Obr. č. 16 – Krabicový graf bazální tloušťky na jednotlivých lokalitách

### 5.3 Růstové tvary

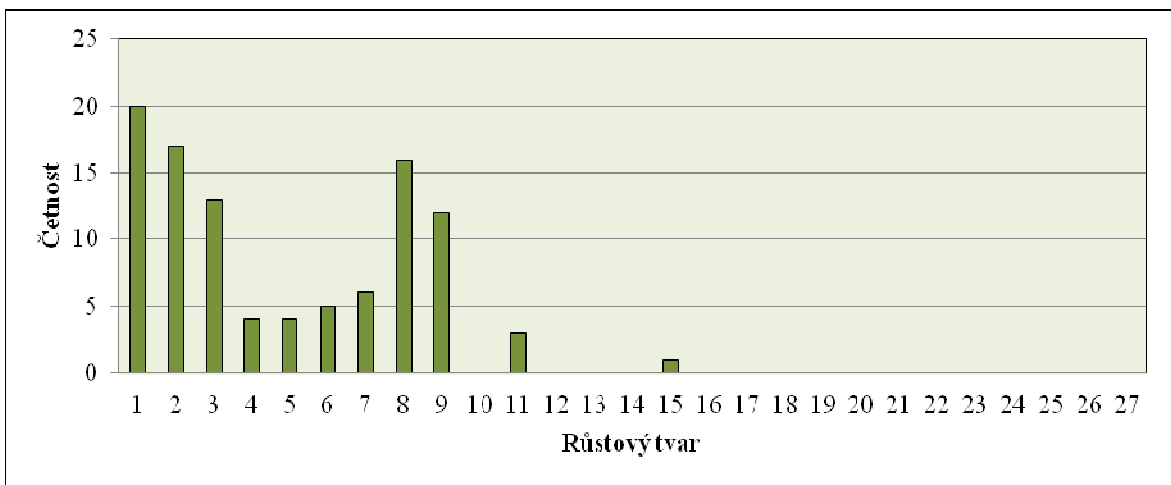
Nejčastěji zaznamenané růstové tvary na sledovaných lokalitách byly č. 8 (hlavní kmen prohnutý s postranním kmenem/kmeny) se 16% jedinců, č. 2 (jeden prohnutý kmen 1× zakřivený) a č. 1 (jeden přímý kmen) s 15 % jedinců, a č. 9 (hlavní kmen zprohýbaný s postranním kmenem/kmeny) se 14 % jedinců. Růstové tvary č. 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 a 27 nebyly zaznamenány na žádné z lokalit.





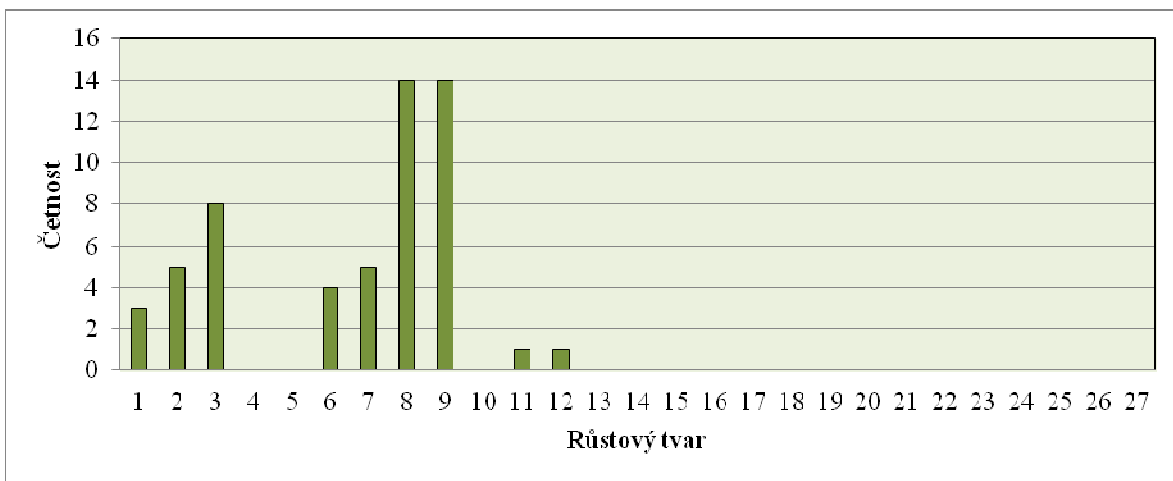
Obr. č. 17 – Zastoupení růstových tvarů

Na lokalitě Wels východ (a, b, c) byly nejčastěji zaznamenány růstové typy č. 1 – jeden přímý kmen (19 % jedinců), č. 2 – jeden prohnutý kmen 1× zakřivený (17 % jedinců) a č. 8 – hlavní kmen prohnutý s postranním kmenem/kmeny (16 % jedinců).



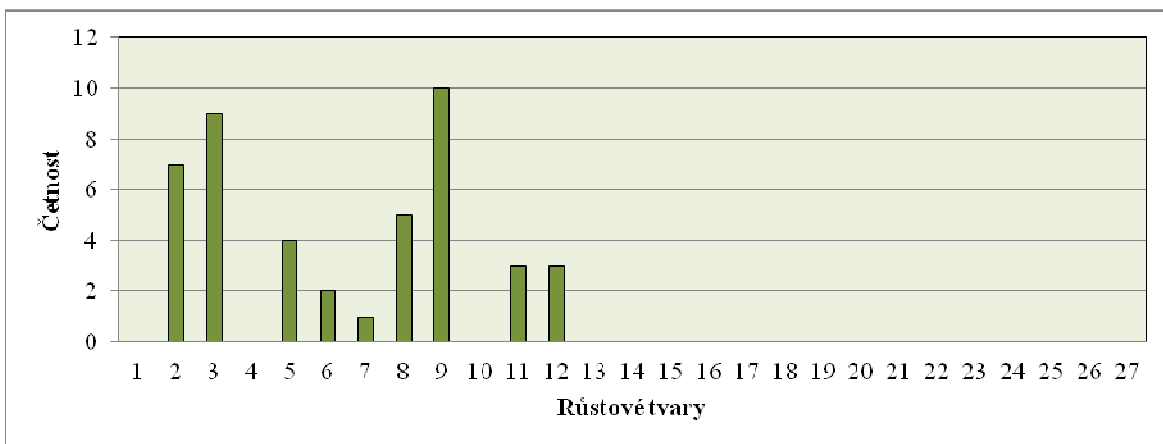
Obr. č. 18 – Graf růstových tvarů na lokalitě Wels východ (a, b, c)

Na lokalitě Wels sever převládaly růstové tvary č. 8 – hlavní kmen prohnutý s postranním kmenem/kmeny, č. 9 – hlavní kmen zprohýbaný s postranním kmenem/kmeny (shodně s 25 %) a č. 3 – jeden zprohýbaný kmen 2× a více zakřivený (15 % jedinců).



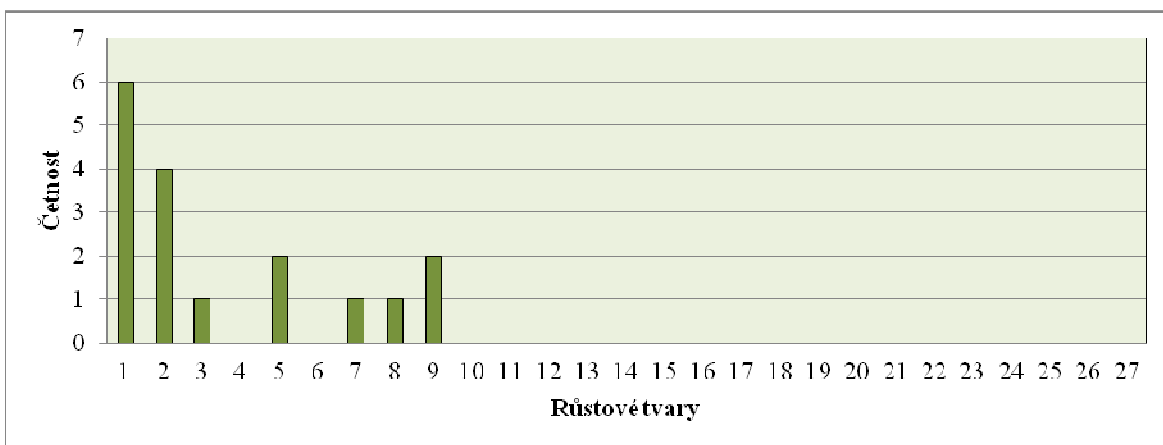
Obr. č. 19 – Graf růstových tvarů na lokalitě Wels sever

Nejčastěji zaznamenanými růstovými typy na lokalitě Křižovatka byly č. 9 – hlavní kmen zprohýbaný s postranním kmenem/kmeny (23 % jedinců), č. 3 – jeden zprohýbaný kmen 2× a více zakřivený (20 % jedinců) a č. 2 – jeden prohnutý kmen 1× zakřivený (15 % jedinců).



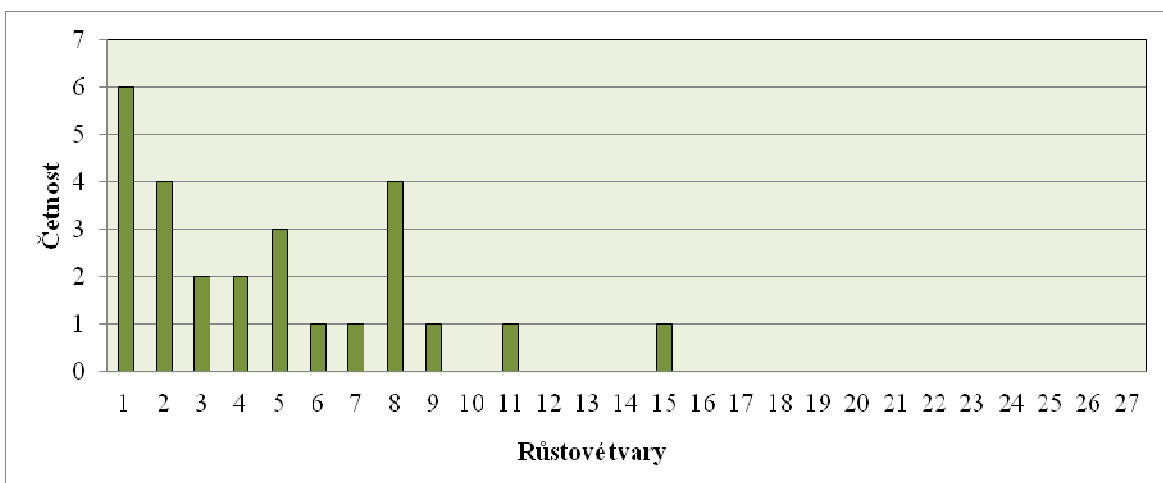
Obr. č. 20 – Graf růstových tvarů na lokalitě Křižovatka

Na lokalitě Kozí hřbety sever byly nejčastěji zaznamenány růstové typy č. 1 – jeden přímý kmen (35 % jedinců) a č. 2 – jeden prohnutý kmen 1× zakřivený (23 % jedinců).



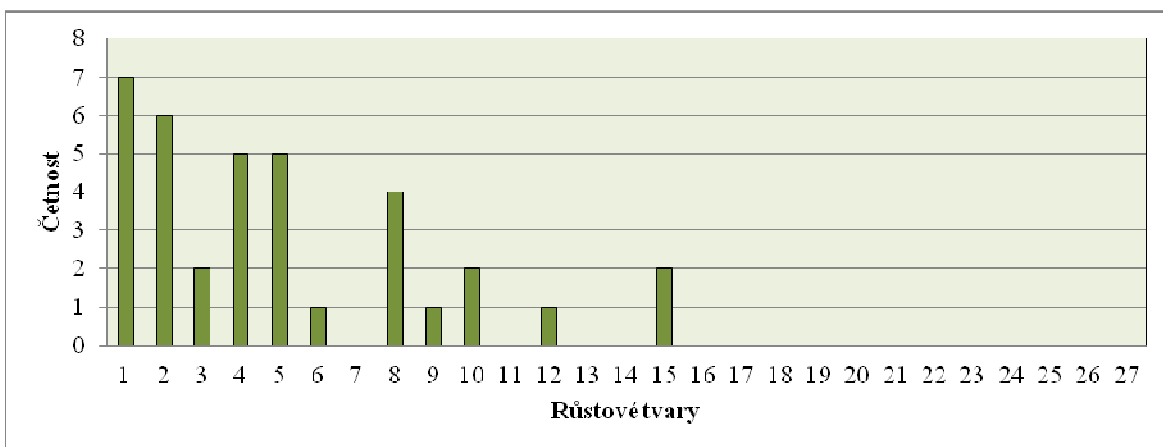
Obr. č. 21 – Graf růstových tvarů na lokalitě Kozí hřbety sever

Nejčastěji zaznamenanými růstovými typy na lokalitě Kozí hřbety jih byly č. 1 – jeden přímý kmen (23 % jedinců), č. 2 – jeden prohnutý kmen 1× zakřivený (15 % jedinců) a č. 8 – hlavní kmen prohnutý s postranním kmenem/kmeny (15 % jedinců).



Obr. č. 22 – Graf růstových tvarů na lokalitě Kozí hřbety jih

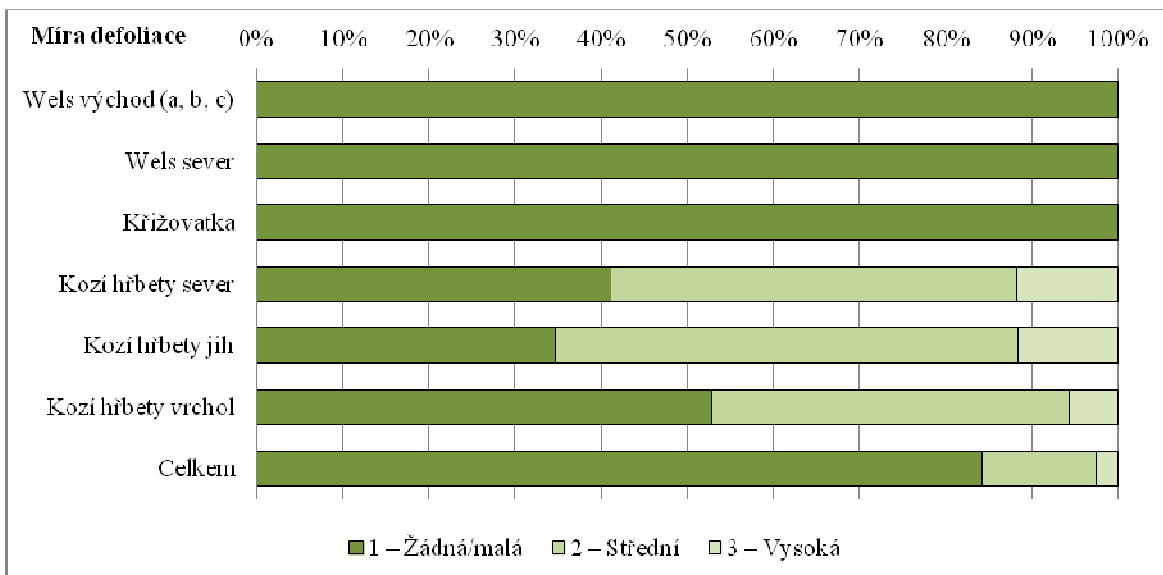
Na lokalitě Kozí hřbety vrchol byly nejčastěji zaznamenány růstové typy č. 1 – jeden přímý kmen (19 % jedinců) a č. 2 – jeden prohnutý kmen 1× zakřivený (17 % jedinců).



Obr. č. 23 – Graf růstových tvarů na lokalitě Kozí hřbety vrchol

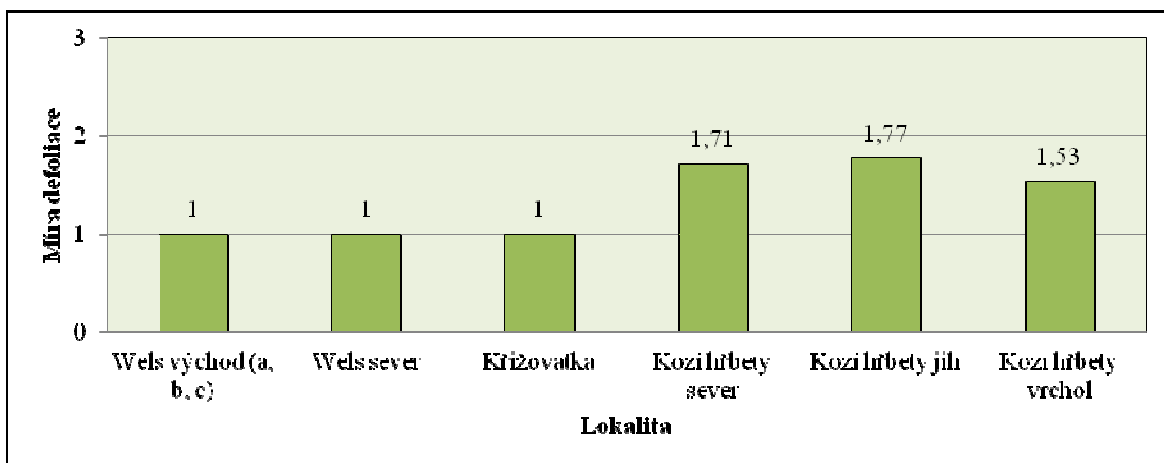
#### 5.4 Míra defoliace

Nejčastěji zaznamenaná míra defoliace byla 1, tedy žádná či malá defoliace (zaznamenáno u 84 % jedinců), za kterou následovala 2 – střední (13 % jedinců), u nejmenšího počtu jedinců (3 %) byla zaznamenána třetí – nejvyšší míra defoliace. Průměrná míra defoliace za všechny lokality byla 1,18.



Obr. č. 24 – Srovnání míry defoliace

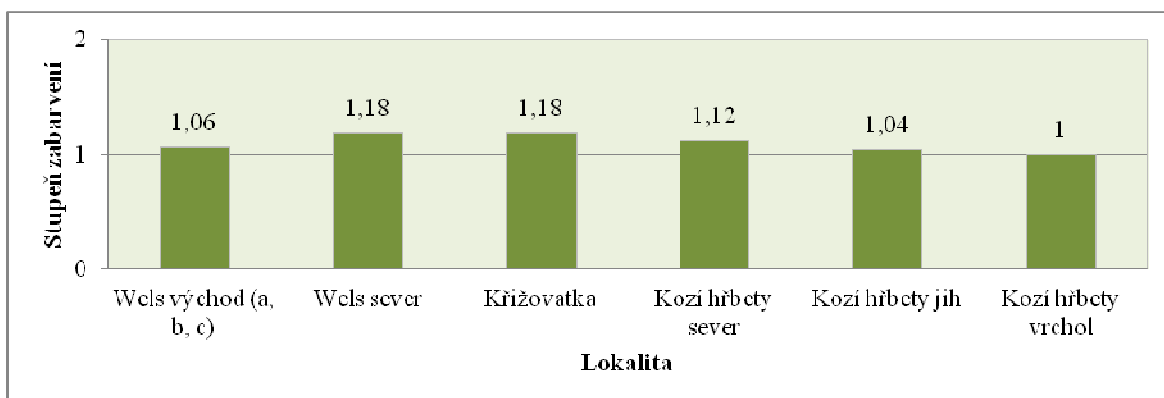
Míra defoliace byla zaznamenána výrazně vyšší na lokalitách Kozí hřbety sever, Kozí hřbety jih a Kozí hřbety vrchol. Na lokalitách Wels východ (a, b, c), Wels sever a Křižovatka byla průměrná míra defoliace rovna 1, na lokalitě Kozí hřbety vrchol dosáhla hodnoty 1,53, na lokalitě Kozí hřbety sever 1,71 a na lokalitě Kozí hřbety jih byla zaznamenána nejvyšší průměrná míra defoliace (1,77).



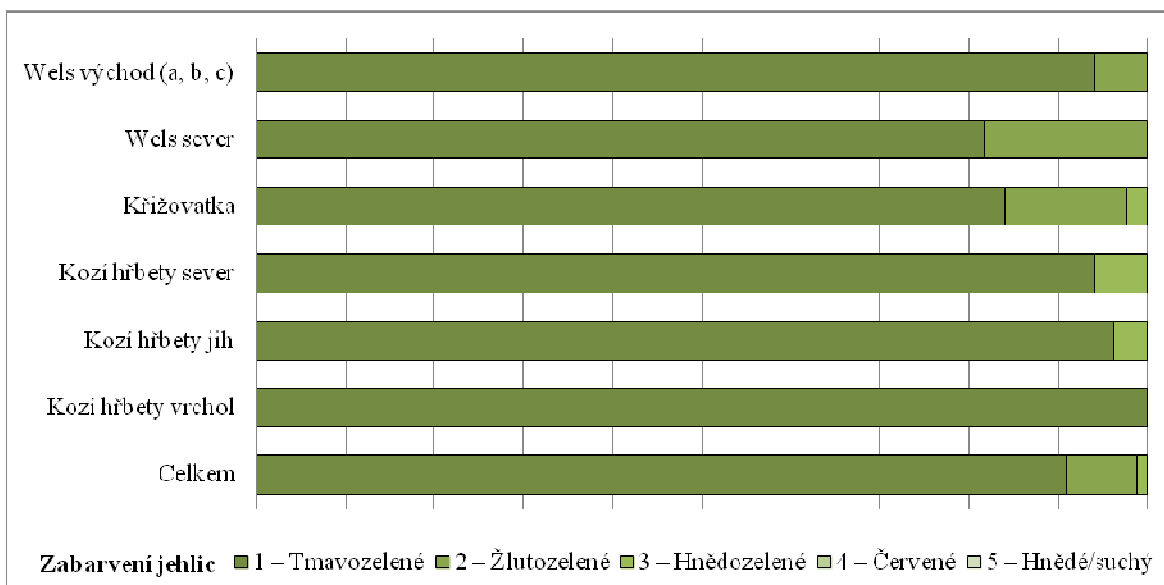
Obr. č. 25 – Průměrná míra defoliace

### 5.5 Zabarvení jehlic

Zbarvení jedinců bylo nejčastěji hodnoceno stupněm 1 – tmavozelené, následováno stupněm 2 – žlutozelené a stupněm 3 – hnědozelené. Jedinci sušší a hnědě či červeně zbarvení se nevyskytovali na žádné z hodnocených lokalit.



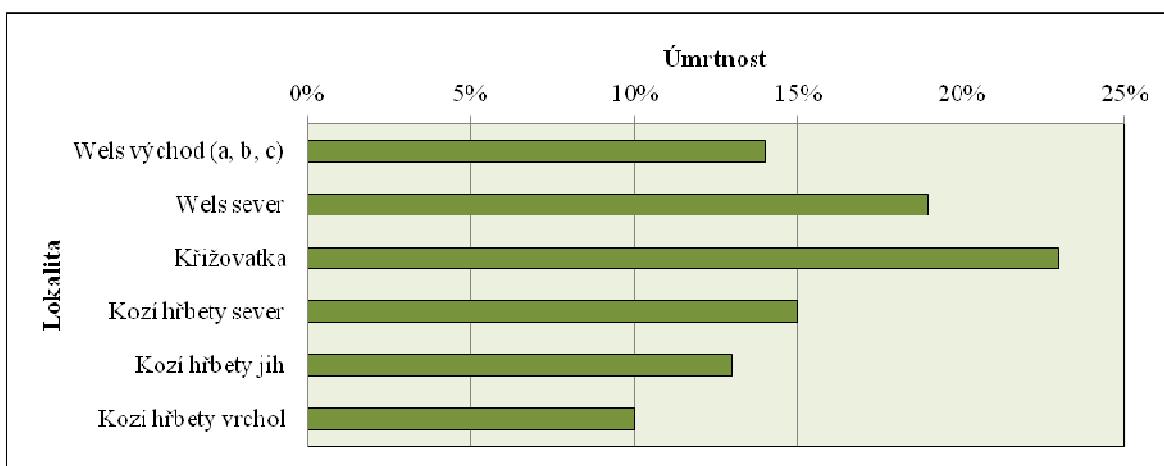
Obr. č. 26 – Průměrný stupeň zabarvení jehlic



Obr. č. 27 – Stupeň zbarvení jehlic

### 5.6 Úmrtnost sazenic

Nejvyšší úmrtnost byla zaznamenána na lokalitě Křižovatka, a to 23 %. Následovala lokalita Wels sever s 19 %. Nejnižší úmrtnost byla zaznamenána na lokalitě Kozi hřbety vrchol, a to pouze 10 %.



Obr. č. 28 – Úmrtnost jedinců na jednotlivých lokalitách

## **5.7 Přítomnost škůdců**

Na jedenácti jedincích z celkového počtu 279 byla pozorována poškození jehlic pravděpodobně lalokonosem, u 15 jedinců byl nalezen zámotek neznámého druhu hmyzu. Největší výskyt poškození listožravým hmyzem byl zaznamenán na lokalitách Kozí hřbety jih (19 % jedinců), Wels sever (5 %) a Křižovatka (5 %).

## 6 Diskuze

### 6.1 Vliv stanovištních podmínek na výškový růst

Při hodnocení vlivu stanoviště na výškový růst sazenic byly zjištěny rozdíly mezi jednotlivými stanovišti. Signifikantní rozdíl byl zaznamenán zejména mezi lokalitami Wels východ (a, b, c) a Kozí hřbety sever, tedy mezi SLT 4K1 a 5A3 a mezi lokalitami Wels východ (a, b, c) a Kozí hřbety jih, tedy mezi SLT 4K1 a 5K1. Naopak nejbližších hodnot dosahovaly lokality Kozí hřbety sever (5A3) a Kozí hřbety jih (5K1), lokality Kozí hřbety jih (5K1) a Kozí hřbety vrchol (6K7) a Wels sever (4K1) a Křižovatka (4I1).

Je udáváno (ZATLOUKAL, 2001), že tisu vyhovují spíše půdy živné než chudé a že optimální pro tis jsou edafické kategorie N, S, B, F, W, H, D, A a J; přesto byly zaznamenány vyšší hodnoty na půdách kyselé řady (kategorie K a I), než na řadě obohacené humusem (kategorie A). Možným vysvětlením je fakt, že v případě edafické kategorie A nebylo hodnoceno dostatečné množství jedinců (17 ks) oproti ostatním kategoriím, proto je třeba tyto výsledky považovat spíše za informativní.

Významnou se pro výškový růst zdá být zejména nadmořská výška. Nejvyšších hodnot výšky dosahovali jedinci na nejnižše položených lokalitách ve 4. LVS v rozmezí od 445 do 480 m n. m, což koresponduje s udávaným optimem tisu červeného ve 3. až 5. LVS (ZATLOUKAL, 2001). Nejnižšího růstu dosahovali jedinci v 5. LVS, i když i tento se nachází v udávaném ekologickém optimu tisu. Růst na lokalitách Kozí hřbety sever, Kozí hřbety jih a Kozí hřbety vrchol je tedy pravděpodobně negativně ovlivněn vyšší nadmořskou výškou a celkově nepříznivějšími klimatickými podmínkami 5. a 6. LVS oproti lokalitám Wels východ (a, b, c), Wels sever, a Křižovatka, které se nacházejí ve 4. LVS.

Nejvyšších výškových hodnot dosahovali jedinci na lokalitách s východní expozicí (Wels východ (a, b, c)) a na rovině (Wels sever, Křižovatka), naopak nejnižších hodnot jedinci na lokalitě se severní expozicí (Kozí hřbety sever), což je v rozporu s udávanými ekologickými nároky tisu. Možným vysvětlením je skutečnost, že pro hodnocení edafické lokality Kozí hřbety sever se severní expozicí nebylo hodnoceno dostatečné množství jedinců (17 ks) oproti ostatním kategoriím, vliv ale mohlo mít také vysoký zástin způsobený vyšším zakmeněním bukové etáže nad výsadbami a severní expozicí této



lokality. Na lokalitě Kozí hřbety vrchol je expozice rovinná a zakmenění bukového porostu nižší než na lokalitě Kozí hřbety sever, protože porost je již značně prořídlý. Proto zde mohlo být dosaženo lepších výsledků výškového růstu. Tyto výsledky odpovídají udávané nízké konkurenceschopnosti tisu vůči silně stínícímu buku (ZATLOUKAL, 2001) a zaznamenanému špatnému růstu tisu pod zapojeným bukovým porostem (SVENNING, MAGÅRD, 1999).

## 6.2 Vliv stanovištních podmínek na bazální tloušťku

Byl zjištěn statisticky významný vliv stanoviště na bazální tloušťku. Veliké rozdíly byly zaznamenány zejména mezi lokalitami Kozí hřbety jih – Wels východ (a, b, c), Kozí hřbety jih – Křižovatka a Kozí hřbety jih – Wels sever. Nejhomogennější pak byly skupiny Wels východ (a, b, c), Wels sever a Křižovatka a Kozí hřbety sever, Kozí hřbety jih a Kozí hřbety vrchol.

Je zřejmé, že nejpodobnějších hodnot dosahovaly lokality s podobnou nadmořskou výškou. Nejvyšších hodnot výšky stejně jako v případě výšky dosahovali jedinci na lokalitách v 4. LVS v rozmezí od 445 do 480 m n. m, což souhlasí s udávaným optimem tisu červeného ve 3. - 5. LVS (ZATLOUKAL, 2011). Nejnižších hodnot opět dosahovali jedinci v 5. LVS, i když i tento se nachází v udávaném ekologickém optimu tisu. Růst na lokalitách Kozí hřbety sever, Kozí hřbety jih a Kozí hřbety vrchol je tedy pravděpodobně negativně ovlivněn vyšší nadmořskou výškou a celkově nepříznivějšími klimatickými podmínkami 5. a 6. LVS oproti lokalitám Wels východ (a, b, c), Wels sever, a Křižovatka, které se nacházejí ve 4. LVS.

Stejně jako u výšky sazenic byly i v případě sledování bazální tloušťky zaznamenány vyšší hodnoty na půdách kyselé řady (kategorie K a I), než na řadě obohacené humusem (kategorii A), přesto, že je udáváno (ZATLOUKAL, 2011), že tisu vyhovují spíše půdy živné než chudé a že optimální jsou pro tis edafické kategorie N, S, B, F, W, H, D, A a J. Možným vysvětlením je opět fakt, že pro hodnocení edafické kategorie A nebylo hodnoceno dostatečné množství jedinců (17 ks) oproti ostatním kategoriím.

Nejvyšších hodnot bazální tloušťky dosahovali jedinci na lokalitách s východní expozicí (Wels východ (a, b, c)) a na rovině (Wels sever, Křižovatka), naopak nejnižších hodnot jedinci na lokalitě s jihozápadní expozicí (Kozí hřbety jih), což je v rozporu s udávanými

ekologickými nároky tisů. Možným vysvětlením je skutečnost, že pro hodnocení edafické lokality s jihozápadní expozicí nebylo hodnoceno dostatečné množství jedinců (26 ks) oproti ostatním kategoriím. Na lokalitě Kozí hřbety sever mohl mít na nízké hodnoty bazální tloušťky vliv vysoký zástin způsobený vyšším zakmeněním bukové etáže nad výsadbami a severní expozicí této lokality. Na lokalitě Kozí hřbety vrchol je expozice rovinná a zakmenění bukového porostu nižší než na lokalitě Kozí hřbety sever, protože porost je již značně prořídilý. Proto zde mohlo být dosaženo lepších výsledků tloušťkového růstu. Tyto výsledky odpovídají udávané nízké konkurenceschopnosti tisů vůči silně stínícímu buku (ZATLOUKAL, 2001) a zaznamenanému špatnému růstu tisů pod zapojeným bukovým porostem (SVENNING, MAGÅRD, 1999).

### **6.3 Vliv způsobu ochrany na výšku**

Nejvyšších výškových hodnot dosahovali jedinci na lokalitě Wels východ (a, b, c), kde byla použita individuální ochrana – drátěné oplůtky, a na lokalitách Wels sever a Křižovatka skupinová ochrana. Naopak nejhorších výsledků dosahovali jedinci na lokalitě Kozí hřbety sever (sazenice od výsadby chráněny drátěnými oplůtky, lokalita má však nejvyšší zástin) a na lokalitách Kozí hřbety jih a Kozí hřbety vrchol, kde byly sazenice po výsadbě nejprve chráněny individuálními dřevěnými oplůtky, které byly až na podzim roku 2012, tedy jeden rok po provedení měření, vyměněny za oplůtky drátěné. Důvodem mohla být skutečnost, že dřevěné oplůtky ubírají rostlinám příliš mnoho světla a ty pak mohou vlivem jeho nedostatku hůře prospívat (NOVOTNÝ, HROZEK, 2010). Drátěné oplůtky či skupinová ochrana sazenicím světlo neubírají a to se může pozitivně projevit na jejich růstu.

### **6.4 Vliv způsobu ochrany na bazální tloušťku**

Nejlepších výsledků dosahovali jedinci na lokalitě Wels východ (a, b, c), kde byly sazenice chráněny individuálními drátěnými oplůtky a na lokalitách Wels sever a Křižovatka, kde byly sazenice umístěny do skupinové oplocenky. Naopak nejnižších hodnot bazální tloušťky dosahovali jedinci na lokalitě Kozí hřbety sever (sazenice od výsadby chráněny drátěnými oplůtky, lokalita má však nejvyšší zástin) a na lokalitách Kozí hřbety jih a Kozí

hřbety vrchol, kde byly sazenice po výsadbě nejprve chráněny individuálními dřevěnými oplůtky, které byly až na podzim roku 2012, tedy jeden rok po provedení měření, vyměněny za oplůtky drátěné. Důvodem horšího prospívání sazenic na těchto lokalitách tak může být skutečnost, že dřevěné oplůtky sazenicím stíní příliš a ty pak mohou vlivem nedostatku světla hůře prospívat (NOVOTNÝ, HROZEK, 2010). Naopak skupinová ochrana a drátěné oplůtky sazenicím nestíní vůbec, což se může pozitivně projevat na jejich růstu.

## 7 Závěr

Návrat tisů červeného do porostů CHKO Lužické hory je důležité nejen pro zachování jeho genofondu, ale i pro zvyšování biodiverzity lesních porostů vůbec. Z důvodu potřeby zpřesnění představ o vhodném managementu této dřeviny bylo přistoupeno k zahájení výzkumu směřujícímu k analýze vlivu odlišných stanovištních podmínek a způsobu ochrany na růst sazenic. Cílem práce bylo určit faktory ovlivňující vybrané kvantitativní a kvalitativní charakteristiky vysazených jedinců tisů červeného na konkrétních repatriačních lokalitách. Získané informace by měly sloužit k zefektivnění managementových opatření pro lesnickou a ochrannářskou praxi v této oblasti.

Na vybraných lokalitách byly sledovány následující veličiny: výška, bazální tloušťka, růstový tvar, defoliace, zbarvení jehlic a přítomnost škůdců. Následně byly určeny faktory ovlivňující výškový a tloušťkový přírůst.

Byl prokázán vliv stanovištních podmínek na výškový i tloušťkový růst jedinců. Nejlépe sazenice rostly v podmínkách 4. LVS na edafické kategorii kyselé a illimerizované. Nejhůře rostly sazenice v 5. a 6. LVS na edafické kategorii acerózní a kyselé. Nejlepších výsledků bylo dosaženo na menších holinách s bočním zástínem. Nejhůře naopak sazenice rostly na ploše s poměrně vysokým zakmeněním stávajícího bukového porostu.

Vliv způsobu ochrany jednoznačně prokázán nebyl. Nejlépe však sazenice rostly v drátěných oplůtkách, nejhůře sazenice umístěné v oplůtkách dřevěných.

Z dosažených výsledků vyplývá, že tis by se měl vysazovat především ve 4. LVS a spíše na kategorii kyselé než acerózní. Sazenice by měly být chráněny individuálními drátěnými oplůtky, případně skupinovou ochranou. Naopak podle výsledků není vhodné chránit sazenice oplůtky dřevěnými, neboť příliš stíní. Vhodné jsou podmínky menších holin s bočním zástínem oproti plochám s přílišným zapojením stávajícího bukového porostu. Vhodnou volbou stanoviště a způsobu ochrany lze docílit rychlejšího růstu sazenic a tím i kratší doby potřebné na jejich ochranu.

## Seznam literatury a použitých zdrojů

AOPK ČR. *Plán péče o CHKO Lužické hory na období 2015–2024*. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, Správa Chráněné krajinné oblasti Lužické hory, Jablonné v Podještědí, 2013.

BERTRAND, B. *Fakta, mýty a legendy o jedovatých rostlinách*. Praha : Rebo, 2014. 196 s. ISBN 978-80-255-0809-1.

BITNER, R. L. *Jehličnany*. Praha : Knižní klub, 2012. 223 s. ISBN 978–80–242–3139–6.

BUTTRY, I. Naše stromy : tis červený. *Naše příroda*, 2011, vol. 4, no. 4, s. 54–57. ISSN 1803-0092.

CULEK M. (ed.) et al. *Biogeografické členění České republiky*. Praha : Enigma, 1996. 347 s. ISBN 80-85368-80-3.

ČERNÝ, M. Tis červený na území Národního parku Šumava. *Šumava, zvláštní číslo k 15. výročí Národního parku Šumava*, 2006, s. 14–15.

Česko. Ministerstvo životního prostředí. Vyhláška č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. In *Sbírka zákonů České republiky*, 1992, částka 80, s. 2212–2246. Dostupné také z WWW: <[http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=395/1992&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=395/1992&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)>. ISSN 1211-1214.

DANIEWSKI, W. M., GUMULKA M., ANCZEWSKI W., MASNYK M., BLOSZYK E., GUPTA K. K. Why the yew tree (*Taxus baccata*) is not attacked by insects. *Phytochemistry*, 1998, vol. 49, no. 5, s. 1279–1282. ISSN 0031-9422.

DEMEK, J. et al., 2006: *Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny*. Brno : MŽP ČR, 582 s. ISBN 80-86064-99-9.

HORÁK, B. *Lesnický a dřevařský slovník anglicko-český a česko-anglický*. 1. vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 1999. 343 s. ISBN 80-902503-6-X.

HRNČIAROVÁ T., MACKOVČIN P., ZVARA I. et al. *Atlas krajiny České republiky*. Praha : MŽP ČR, Průhonice : Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., 2009. 332 s. ISBN 978-80-85116-91-5.

HROZEK A., NOVOTNÝ, P. Praktická realizace ochrany tisu červeného v Lužických horách. In *Tis červený stromem roku 2012*. Presentace v rámci semináře. Jablonné v Podještědí, 16. 10. 2012. AOPK ČR – Správa CHKO Lužické hory, VÚLHM 2012.

HRUŠKOVÁ, M., TUREK, J. *Památné stromy : 1*. Praha, 2003. 197 s.

JANEČEK, V., EŠNEROVÁ, J. Tis červený – *Taxus baccata*. *Lesnická práce*, 2012, vol. 91, no. 3, s. 164–165.

JELÍNKOVÁ, K., ZATLOUKAL V. *Praktická příručka o tisu*. 1. vyd. Blansko : Cortusa, 2001. 80 s.

KÜPELI, E., ERDEMOGLU N., YESILADA E., SENER B. Anti-inflammatory and antinociceptive activity of taxoids and lignans from the heartwood of *Taxus baccata* L. *Journal of Ethnopharmacology*, 2003, vol. 89, s. 265–270. ISSN 0378-8741.

MÁNEK, J. Isoenzymová variabilita populace tisu červeného (*Taxus baccata*) ze šumavského Ktišska v kontextu populací v ČR. *Aktuality šumavského výzkumu*. Vimperk : Správa NP a CHKO Šumava, 2001. s. 134–137.

MUSIL, I., HAMERNÍK J. *Jehličnaté dřeviny. Lesnická dendrologie 1*. 1. vyd. Praha : Academia, 2007. 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9.

NAVIA-OSORIO, A. GARDEN, H., CUSIDÓ, R. M., PALAZÓN, J., ALFERMANN, A. W., PINOL, M. T. Taxol and baccatin III production of suspension cultures of *Taxus baccata* and *Taxus wallichiana* in an airlift bioreactor. *Journal of Plant Physiology*, 2002, vol. 159, no. 2, s. 97–102. ISSN 0176-1617.

NEUHÄUSLOVÁ, Z., et al. *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky*. 1. vyd. Praha : Academia, 2001. 341 s. ISBN 80-200-0687-7.

NOVOTNÝ, P., CVRČKOVÁ, H., MÁCHOVÁ, P., MALÁ, J. Množení tisu červeného (*Taxus baccata* L.) *in vitro* jako možný příspěvek k záchraně a reprodukci genetických zdrojů této dřeviny v ČR. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2008, vol. 53, no. 2, s. 110–115. ISSN 0322-9688.

NOVOTNÝ, P., HROZEK, A. Návrh způsobu zachování a reprodukce genetických zdrojů tisu červeného (*Taxus baccata* L.) v CHKO Lužické hory. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2010, vol. 55, no. 4, s. 273–281. ISSN 0322-9688.

- NOVOTNÝ, P., HROZEK, A., ČÁP, J. Repatriační výsadby tisů červeného v CHKO Lužické hory. In *Aktuality v pěstování méně častých dřevin v České republice*. Sborník příspěvků z konference, Kostelec nad Černými lesy, 25. 11. 2011, 118 s. – Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2011. s. 78–85. ISBN 978-80-213-2222-6.
- NOVOTNÝ, P., HROZEK, A., IVANEK, O., HLAVÁČEK, J., FRÝDL, J. Opatření k záchraně a reprodukci genetických zdrojů tisů červeného (*Taxus baccata* L.) na území CHKO Lužické hory. Dílčí závěrečná zpráva výzkumného záměru MZE0002070202. Strnady : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2007. 96 s.
- NOVOTNÝ, P., HROZEK, A., IVANEK, O., HLAVÁČEK, J., FRÝDL, J. Výzkum populace tisů červeného (*Taxus baccata* L.) v CHKO Lužické hory se zaměřením na zachování a reprodukci jejího genofondu. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2009, vol. 54, no. 2, s. 112–127. ISSN 0322-9688.
- OPRCHAL, A. Tis červený, jeho historie a ohrožení. I. část. *Ochrana přírody*, 2002a, vol. 57, no. 5, s. 134–137. ISSN 1210-258X.
- OPRCHAL, A. Tis červený, jeho historie a ohrožení. II. část – Vývoj u nás. *Ochrana přírody*, 2002b, vol. 57, no. 6, s. 163–166. ISSN 1210-258X.
- ROLL, P. et al. Suicidal yew ingestion. *Forensic Science International Supplement Series*, 2009, no. 1, s. 20–21. ISSN 1875-1741.
- ROUBÍKOVÁ I. *Možnosti reintrodukce a obnovy tisů červeného (Taxus baccata L.) na území CHKO Labské pískovce*. Závěrečná zpráva pro SCHKO Labské pískovce. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2005. 35 s.
- ROUBÍKOVÁ I. *Zhodnocení současného a historického stavu populace tisů červeného (Taxus baccata L.) v západní polovině Čech*. Disertační práce. Mendelova univerzita
- RYSTONOVÁ, I. *Průvodce lidovými názvy rostlin i jiných léčivých přírodnin a jejich produktů*. 1. vyd. Praha : Academia, 2007. 736 s. ISBN 978–80–200–1332–3.
- SHANKER, K., PATHAK N. K. R., TRIVEDI V. P., CHANSURIA J. P. N., PANDEY V. B. An evaluation of toxicity of *Taxus baccata* Linn. (Talispatra) in experimental animals. *Journal of Ethnopharmacology*, 2002, vol. 79, no. 2, s. 69–73. ISSN 03788741.
- SKALICKÁ, A. *Taxaceae* S. F. GRAY – tisovitě. In HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. (eds): *Květena České republiky 1*. 2. vyd. Praha : Academia, 1997, 344–346. ISBN 80-200-0643-5.

SKALICKÝ V., In HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. (eds): *Květena České republiky 1. 2. vyd.* Praha : Academia, 1997, 344–346. ISBN 80-200-0643-5.

SOBEK, O. Tis červený v Rybím. *Poodří*, 2004, no. 1, s. 4–9.

STROBEL, G. A., TORCZYNSKI R., BOLLON A. *Acremonium* sp. – a leucinostatin A producing endophyte of European yew (*Taxus baccata*). *Plant Science*, 1997, vol. 128, s. 97–108. ISSN 0168-9452.

STROBEL, G. A., STIERLE A., HESS W. M. Taxol formation in yew – *Taxus*. *Plant Science*, 1993, vol. 92, no. 1, s. 1–12. ISSN 0168-9452.

SVENNING, J. Ch., MAGÅRD, E. Population ecology and conservation status of the last natural population of English yew *Taxus baccata* in Denmark. *Biological conservation*, 1999, vol. 88, s. 173–182. ISSN 0006-3207.

TURČÁNI, M. *Směrnice děkana č. 6/2013 : Pravidla pro zpracování bakalářských a diplomových prací na FLD*. Praha : FLD ČZU v Praze, 2013. 14 s.

ÚRADNÍČEK, L., MAĐERA, P., TICHÁ, S., KOBLÍŽEK, J. *Dřeviny České republiky*. 2. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. 367 s. ISBN 978-80-87154-62-5. v Brně, 2010.

VAN ROSENDAAL E. L. M., KURSTJENS S. J. L., VAN BEEK T. A., VAN DEN BERG T. A. Chemotaxonomy of *Taxus*. *Phytochemistry*, 1999, vol. 52, s. 427–433. ISSN 0031-9422.

ZATLOUKAL, V. Tis červený – opomíjená původní dřevina našich lesů, možnosti a problémy jejího uplatnění v lesním hospodářství. In *Aktuality v pěstování méně častých dřevin v České republice*. Sborník příspěvků z konference, Kostelec nad Černými lesy, 25. 11. 2011, 118 s. – Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2011. s. 113–118. ISBN 978-80-213-2222-6.

ZATLOUKAL, V. *Tis červený – dřevina roku 2012* [online]. Publikováno 25. 5. 2012 [cit. 2015-03-03]. Dostupné z <http://www.3pol.cz/cz/rubriky/medicina-a-prirodoveda/804-tis-cervený-dřevina-roku-2012>.

ZATLOUKAL, V., HOLÁ, Š., KAČMAR, M. *Tis červený (Taxus baccata) v České republice. Výsledky inventarizace 2007–2012*. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2013. 204 s. ISBN 978-80-7458-042-0.



ZATLOUKAL, V., HOLÁ, Š., KAČMAR, M. Tis červený v ČR. *Lesnická práce*, 2012, vol. 91, no. 5, s. 319.

ZATLOUKAL, V. MÁNEK, J., KADERA, J., ČURN, V. *Inventarizace a genetická diverzita tisů červeného ve ZCHÚ ČR jako podklad pro záchranná opatření a pro jeho reintrodukcii*. Závěrečná výzkumná zpráva z grantu VaV/610/1/99–3.2. Vimperk : Správa NP a CHKO Šumava, 2001. 119 s.

ZATLOUKAL, V. et al. *Taxus baccata L.* Národní park Šumava, 2002. 21 s.

ZATLOUKAL, V. et al. *Rozšíření tisů červeného v České republice se zřetelem na jeho ekologickou amplitudu, vyhodnocení rizikových faktorů a zpracování komplexního návrhu opatření pro záchranu tohoto silně ohroženého druhu*. Závěrečná zpráva o průběhu řešení projektu SP/2d4/31/07 finančně podpořeného v rámci Programu výzkumu a vývoje MŽP. Jílové : IFER – ústav pro výzkum lesních ekosystémů, 2010. 161 s.

ZATLOUKAL, V. et al. *Inventarizace a genetická diverzita tisů červeného ve ZCHÚ ČR jako podklad pro záchranná opatření a pro jeho reintrodukcii*[online]. [cit. 2015-03-03]. Dostupné z <http://www.npsumava.cz/de/1500/1523/clanek/tis%E2%80%93cerveny/>

ZEIDLER, A., REISNER, J. Dřevo tisů. *Lesnická práce*, 2012, vol. 91, no. 10, s. 698–699.

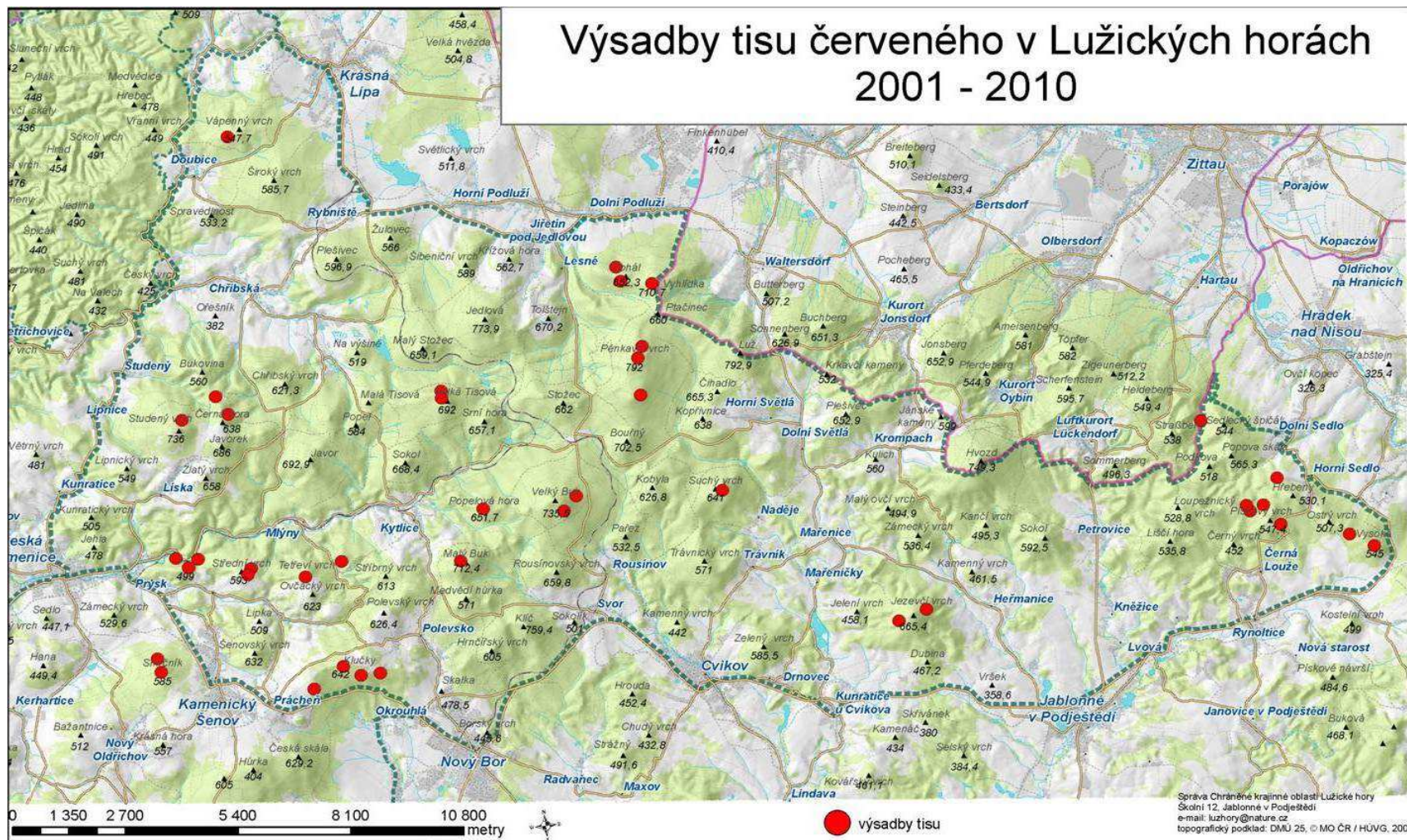
## **PŘÍLOHY**

Příloha č. 1 – Mapa současného rozšíření tisu červeného v ČR (ZATLOUKAL et al., 2010)



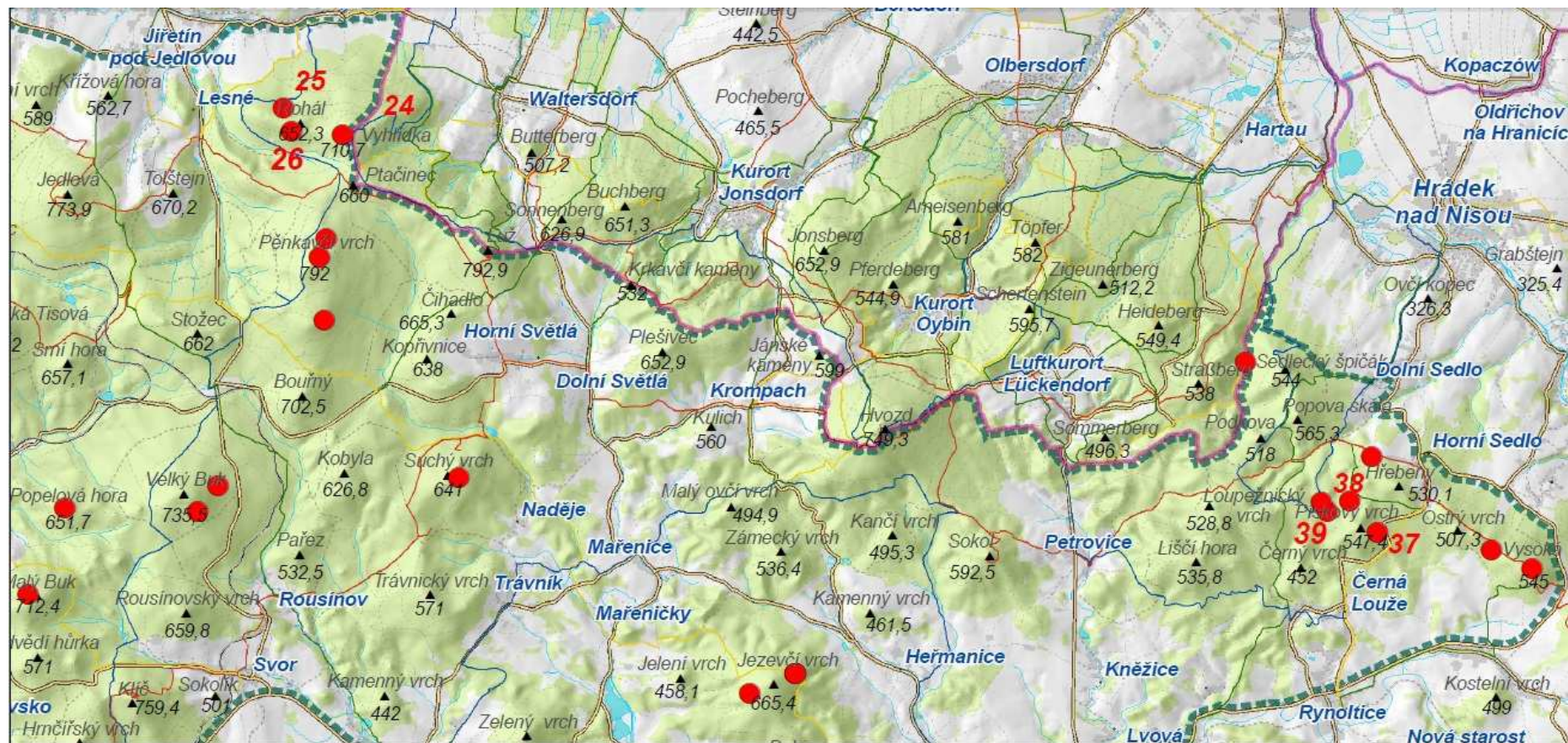


Příloha č. 2 – Mapa výsadby tisů červeného v Lužických horách v letech 2001–2010 (HROZEK, NOVOTNÝ, 2012)





Příloha č. 3 – Mapa hodnocených lokalit výsadeb tisů červeného (HROZEK, NOVOTNÝ, 2012)

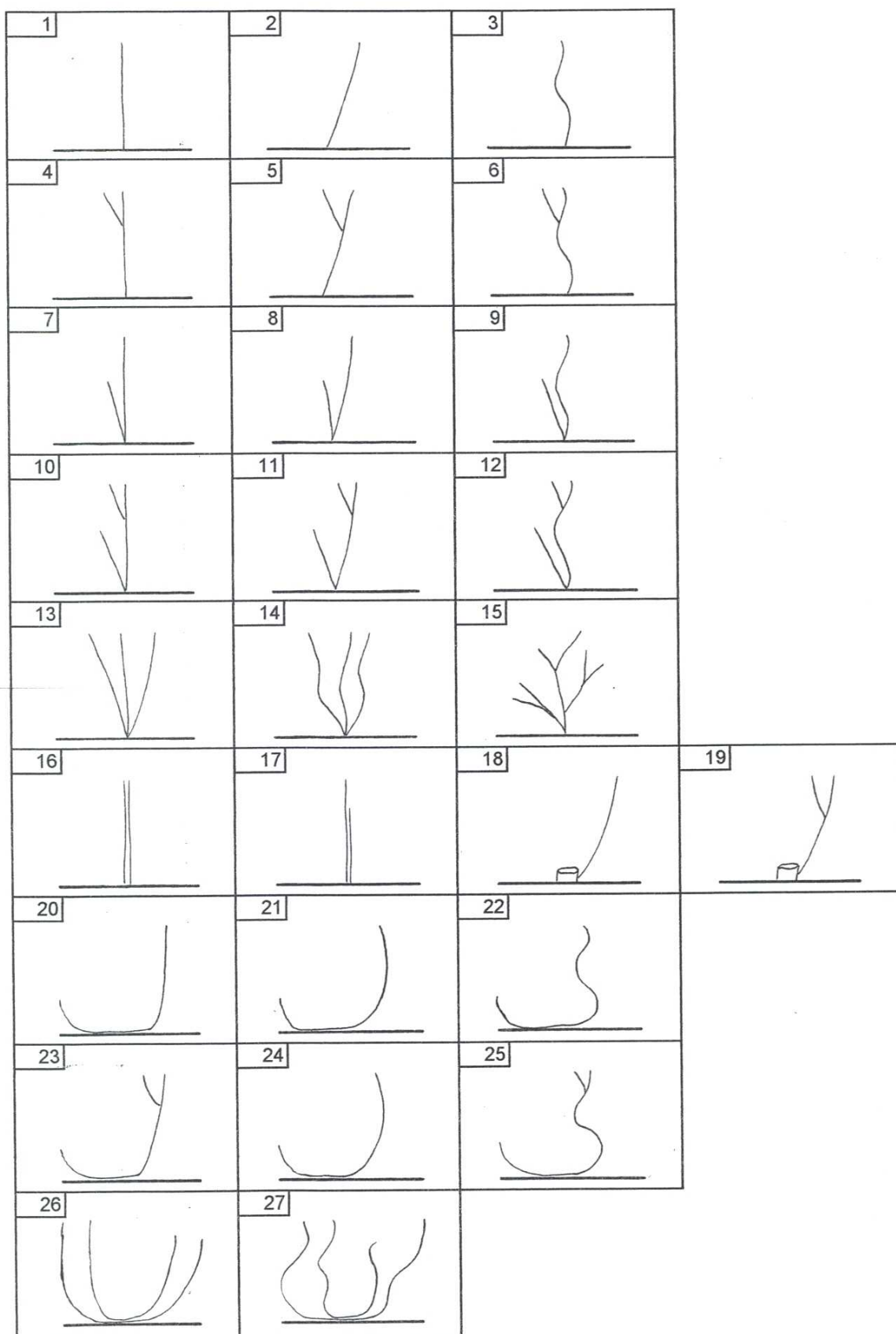


- |          |                            |                        |                      |
|----------|----------------------------|------------------------|----------------------|
| Legenda: | 24 – Kozí hřbety vrchol    | 25 – Kozí hřbety sever | 26 – Kozí hřbety jih |
|          | 37 – Wels východ (a, b, c) | 38 – Wels sever        | 39 – Křižovatka      |

Příloha č. 4 – Přehled srovnávaných lokalit

Název lokality	Počet	SLT	Nadm. výška	Expozice	Ochrana	Původ	Kategorie lesa	Zóna CHKO
<b>Wels východ (a, b, c)</b>	101	4K1	445 m n. m.	východ	individuální	Krompach v hraz.	hospodářský	II.
<b>Wels sever</b>	55	4K1	470 m n. m.	rovina	skupinová	Krompach v louce	hospodářský	II.
<b>Křižovatka</b>	44	4I1	480 m n. m.	rovina	skupinová	Krompach v louce	hospodářský	II.
<b>Kozí hřbety sever</b>	17	5A3	575 m n. m.	sever	individuální	Krompach směs	zvláštního určení	I.
<b>Kozí hřbety jih</b>	26	5K1	620 m n. m.	jihozápad	individuální	Krompach směs	zvláštního určení	I.
<b>Kozí hřbety vrchol</b>	36	6K7	710 m n. m.	rovina	individuální	Krompach směs	zvláštního určení	I.

Příloha č. 5 – Růstové tvary (podle podkladu P. Novotného kreslila L. Hrozková)



Příloha č. 6 – Legenda k tabulce růstových tvarů (NOVOTNÝ et al., 2007)

1. jeden přímý kmen
2. jeden prohnutý kmen (1× zakřivený)
3. jeden zprohýbaný kmen ( 2× a více zakřivený)
4. jeden přímý kmen, v horní části se větví
5. jeden prohnutý kmen, v horní části se větví
6. jeden zprohýbaný kmen, v horní části se větví
7. hlavní kmen přímý s postranním kmenem/kmeny
8. hlavní kmen prohnutý s postranním kmenem/kmeny
9. hlavní kmen zprohýbaný s postranním kmenem/kmeny
10. hlavní kmen přímý s postranním kmenem/kmeny, v horní části se větví
11. hlavní kmen prohnutý s postranním kmenem/kmeny, v horní části se větví
12. hlavní kmen zprohýbaný s postranním kmenem/kmeny, v horní části se větví
13. keř (nemá hlavní kmen) prohnuté kmeny
14. keř (nemá hlavní kmen) zprohýbané kmeny
15. keř (nemá kmen)
16. srůst dvou stejných kmenů
17. srůst hlavního a postranního kmene
18. kmen vyrůstající z pařezu
19. kmen vyrůstající z pařezu, v horní části se větví
20. poléhavý kmen, hlavní kmen přímý
21. poléhavý kmen, hlavní kmen prohnutý
22. poléhavý kmen, hlavní kmen zprohýbaný
23. poléhavý kmen, hlavní kmen přímý, v horní části se větví
24. poléhavý kmen, hlavní kmen prohnutý, v horní části se větví
25. poléhavý kmen, hlavní kmen zprohýbaný, v horní části se větví
26. poléhavé kmeny (není hlavní kmen), keřovitý
27. poléhavé kmeny (není hlavní kmen), keřovitý, zprohýbané kmeny



Příloha č. 7 – Souhrnné výsledky za jednotlivé lokality

	Wels východ (a, b, c)	Wels sever	Křižovatka	Kozí hřbety sever	Kozí hřbety jih	Kozí hřbety vrchol
<b>Počet (ks)</b>	101	55	44	17	26	36
<b>Počet při výsadbě (ks)</b>	118	68	57	20	30	40
<b>Průměrná výška (cm)</b>	68	56	57	38	43	52
<b>Minimální výška (cm)</b>	15	88	21	19	17	17
<b>Maximální výška (cm)</b>	126	89	97	59	74	107
<b>Průměrná bazální tloušťka (cm)</b>	1,2	1,1	1,2	0,8	0,7	0,9
<b>Minimální bazální tloušťka (cm)</b>	0,2	0,5	0,6	0,5	0,4	0,4
<b>Maximální bazální tloušťka (cm)</b>	2,8	2,3	2,0	1,6	1,0	1,4
<b>Index defoliace</b>	1	1	1	1,71	1,77	1,53
<b>Index zabarvení</b>	1,06	1,18	1,18	1,12	1,04	1