

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



Růst stanovištně vhodných druhů dřevin na bývalé zemědělské půdě ve východních Čechách

Bakalářská práce

Autor: Daniel Král

Vedoucí práce: Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Daniel Král

Lesnictví

Lesnictví

Název práce

Růst stanovištně vhodných druhů dřevin na bývalé zemědělské půdě ve východních Čechách

Název anglicky

Growth of habitat suitable tree species on former farmland in eastern Bohemia

Cíle práce

Získat poznatky o růstu stanovištně vhodných druhů dřevin a jejich porostotvorných schopnostech na modálních kambizemích ve 4. lesním vegetačním stupni na bývalých zemědělských půdách v CHKO Broumovsko.

Metodika

- Rozbor problematiky umělé obnovy a růstu stanovištně vhodných dřevin na bývalých zemědělských půdách.
- Charakteristika zájmové oblasti CHKO Broumovsko a zejména pak stanovištních a porostních poměrů na modálních kambizemích ve 4. LVS.
- Charakteristika výzkumného objektu Bezděkov a v něm vybraných výzkumných ploch se stanovištně vhodnými dřevinami.
- Standartní biometrická měření všech jedinců na vybraných výzkumných plochách.
- Aplikace standardních biometrických a matematicko-statistických metod.
- Vyhodnocení růstu a porostotvorných schopností stanovištně vhodných dřevin na výzkumných plochách v úzké vazbě jejich prostorové uspořádání, druhovou a věkovou skladbu.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 30 stran textu.

Klíčová slova

růst dřevin, struktura kultur, bývalá zemědělská půda, tvorba porostního prostředí, CHKO Broumovsko

Doporučené zdroje informací

- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2007): Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 464 s.
- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 952 s.
- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2011): Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 320 s.
- Vacek, S., Simon, J., Podrázský, V., Baláš, M., Slávik, M., Mikeska, M., Štefančík, I., Kamenský, M., Petráš, R., Turčáni, M., Šrůtka, P., Čížková, D., Nakládal, O., Jankovský, L., Čermák, P., Malík, V., Macků, J., Zatloukal, V., Prausová, R., Kobliha, J., Buček, A., Úradníček, L., Tichá, S., Minx, T., Remeš, J., Kuneš, I., Valenta, M., Hatlapatková, L., Kašíková, V., Bílek, L., Zlatník, J. (2009): Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. r. o., 792 s.
- Vacek S., Simon J., Remeš, J. et al. (2007): Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., 2007, 447 s.
- Vacek, S., Vacek, Z., Bulušek, D., Putalová, T., Sarginci, M., Schwarz, O., Šrůtka, P., Podrázský, V., Moser, W. K. (2015): European Ash (*Fraxinus excelsior* L.) dieback: Disintegrating Forest in the Mountains Protected areas, Czech Republic. *Austrian Journal of Forest Science*, 132: 4: 203–223.
- Vacek S., Vacek Z., Kalousková I., Cukor J., Bílek L., Moser W. K., Bulušek D., Podrázský V., Řeháček D. (2018): Sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) stands on former agricultural land in the Sudetes – evaluation of ecological value and production potential. *Dendrobiology*, 79: 61–76.
- Vacek S., Vacek Z., Schwarz O. et al. (2009): Obnova lesních porostů na výzkumných plochách v národních parcích Krkonoš. *Folia Forestalia Bohemica*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s.r.o., č. 11, 288 s.
- Vacek Z., Vacek S., Podrázský V., Král J., Bulušek D., Putalová T., Baláš M., Kalousková I., Schwarz O. 2016. Structural diversity and production of alder stands on former agricultural land at high altitudes. *Dendrobiology*, 75: 31-44.
- Vopravil J., Podrázský V., Holubík O., Vacek S., Beitlerová, H., Vacek Z. (2017): Principy zakládání porostů na bývalé zemědělské půdě v rámci ploch vymezených k zalesnění. Certifikovaná metodika, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, v.v.i., Praha 5 –Zbraslav, 53 s.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Konzultant

doc. Ing. Miroslav Mikeska, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 2. 5. 2018

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2020

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Růst stanovištně vhodných druhů dřevin na bývalé zemědělské půdě ve východních Čechách* vypracoval samostatně pod vedením Ing. Zdeňka Vacka, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Náchodě dne

.....

Podpis autora

Abstrakt

Zalesňování zemědělských půd je u nás známo již z dřívějších dob. Většinou se jednalo o půdy, které již nebyly vhodné pro pěstování zemědělských plodin. Dnes má zalesňování zemědělských půd význam například v rozšíření lesů na území, kde jich je neúměrně málo a může zde přispět k lepší vyváženosti ekologických poměrů. Cílem této práce bylo získat poznatky o produkci, struktuře a diverzitě porostů ve fázi tyčkovin (14 let) na bývalé zemědělské půdě. U obce Bezděkov nad Metují byla u dřevin: smrk ztepilý (*Picea abies*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), lípa srdčitá (*Tilia cordata*) a dub zimní (*Quercus petraea*) měřena výška, výška nasazení zelené koruny, šířka koruny a výčetní tloušťka, a to to vždy v pěti opakování. Dále pak z hlediska kvality byla hodnocena průběžnost kmene, výškového postavení, vitalita, kvalita koruny, rozdvojení a zlom. Z výsledku vyplývá, že byl zjištěn signifikantní rozdíl mezi produkčními parametry jednotlivých dřevinami ($p < 0,05$). Nejvyšší kruhová základna byla zjištěna u smrku ztepilého ($38,1 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) a následně u javoru klenu ($33,9 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$), naopak nejmenší kruhová základna byla u buku lesního ($14,4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) a dubu zimního ($16,6 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$). Nejvyšší porostní zásobu v porostu tvořil javor klen ($169 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) a lípa srdčitá ($145 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), naopak nejmenší buk lesní ($20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) a dub zimní ($34 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). Nejvyšší kvalita (průběžnost kmene, kmen bez rozdvojení) byla vyhodnocena u smrku a klenu, naopak nejvyšší podíl zakřivení kmene a rozdvojení bylo u dubu a buku. Z hlediska struktury, signifikantně nejvyšší vertikální diverzita byla zjištěna u buku lesního a tloušťková diferenciaci u dubu zimní. Celkově nejvyšší diverzita byla u javoru klenu, naopak nejnižší u smrku ztepilého. Jak z hlediska produkčního potenciálu (kvantity a kvality), tak i biodiverzity, se pro zalesňování na bývalých zemědělských půdách v obdobných porostních a stanovištních podmínkách jeví jako nejvhodnější dřevina javor klen.

Klíčová slova:

CHKO Broumovsko, růst dřevin, struktura kultur, bývalá zemědělská půda, tvorba porostního prostředí

Abstract

Afforestation of agricultural land has been known in our country since earlier times. Most of them were soils that were no longer suitable for growing of agricultural crops. Currently, afforestation of agricultural land is important, for example, for the expansion of forests in areas where there are disproportionately few of them and can contribute to a better balance of ecological conditions. The aim of this bachelor thesis was to obtain knowledge about the production, structure and diversity of young stands (14 years) on the former agricultural land. In the village of Bezděkov nad Metují, the following tree species were measured: Norway spruce (*Picea abies*), European beech (*Fagus sylvatica*), sycamore maple (*Acer pseudoplatanus*), small-leaved lime (*Tilia cordata*) and durmast oak (*Quercus petraea*), specify tree height, height of crown base, crown width and diameter at breast height, each in five repetitions. Furthermore, in terms of quality, the continuity of the trunk, vitality, quality of the crown, bifurcation and breaks were evaluated. The result shows that a significant difference was found between the production parameters of individual tree species ($p < 0.05$). The highest basal area was found in spruce ($38.1 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) and subsequently in maple ($33.9 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$), while the smallest basal area was in beech ($14.4 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) and oak stands ($16.6 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$). The highest stand volume was observed in maple ($169 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) and lime stands ($145 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), while the smallest it was in beech ($20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) and oak ($34 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$). The highest quality (continuity of the trunk, trunk without bifurcation) was evaluated for spruce and sycamore, on the contrary, the highest proportion of curvature of the trunk and bifurcation was for oak and beech. In terms of structure, significantly the highest vertical diversity was found in beech and diameter differentiation in oak. Overall, the highest diversity was in maple, while it was the lowest in spruce. Both in terms of production potential (quantity and quality) and biodiversity, sycamore maple appears to be the most suitable tree species for afforestation on former agricultural land in similar stand and habitat conditions.

Key words:

PLA Broumovsko, growth of tree species, structure of young stands, former agricultural land, forest environment formation

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Cíle práce	14
3 Zalesňování zemědělských půd	15
3.1 Historie zalesňování zemědělských půd v České republice.....	15
3.2 Zalesňování zemědělských půd z hlediska ochrany přírody	20
3.3 Rizika zalesňování	22
3.3.1 Hmyzí škůdci jehličnatých dřevin	22
3.3.2 Hmyzí škůdci listnatých dřevin	31
3.3.3 Houbové choroby jehličnatých dřevin.....	33
3.3.4 Houbové choroby listnatých dřevin.....	39
3.4 Produkční funkce porostů první generace na zemědělských půdách.....	40
3.5 Ekologické nároky dřevin	41
3.5.1 Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i> [L.] Karst)	41
3.5.2 Buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i> L.).....	43
3.5.3 Dub letní (<i>Quercus robur</i> L.)	44
3.5.4 Javor klen (<i>Acer pseudoplatanus</i> L.).....	45
3.5.5 Lípa malolistá (<i>Tilia cordata</i> Mill.).....	46
4 Materiál a metodika	48
4.1 Charakteristika zájmového území	48
4.1.1 Chráněná krajinná oblast Broumovsko	48
4.1.2. Chráněná oblast přirozené akumulace vod – Polická pánev	51
4.1.3 Zkusné plochy	55
4.2 Sběr dat.....	56
4.3 Analýza dat.....	57
5 Výsledky	59

5.1 Produkce a struktura.....	59
5.2 Diverzita a zdravotní stav.....	65
5.3 Interakce mezi produkcí, diverzitou, strukturou a dřevinami	67
6 Diskuze	69
7 Závěr	71
8 Soupis použité literatury	72

Seznam zkratk

A – Arten – profil index

B – index porostní diverzity

BK – buk lesní

BO – borovice lesní

CPA – plocha korunových projekcí

CPP – celkový průměrný přírůst

d – průměrná výčetní tloušťka

DB – dub zimní

G – výčetní kruhová základna

h – střední porostní výška

HDR – štíhlostní koeficient

CHKO – chráněná krajinná oblast

IUFRO – International Union of Forest Research Organizations (Mezinárodní unie organizací pro výzkum lesů)

K – korunová diferenciacie

KL – javor klen

l – relativní délka kmene (bez větví)

LP – lípa srdčitá

LVS – lesní vegetační stupeň

MD – modřín opadavý

N – počet stromů

NPR – národní přírodní rezervace

PCA – analýza hlavních komponentů

PKP – Polická křídová pánev

PP – přírodní památky

R^2 – koeficient determinace

S – vertikální struktura

SDI – index hustoty porostu

SLH – Správy lesního hospodářství

SM – smrk ztepilý

TM_d – index tloušťkové diferenciacce

TM_h – index výškové diferenciacce

TVP – trvale výzkumná plocha

ÚHUL – Ústav pro hospodářskou úpravu lesů

ÚSES – územní systém ekologické stability

v – průměrný objem stromů

V – zásoba porostu

VÚLHM – Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti

ZPF – Zemědělský půdní fond

Seznam obrázků

Obr. 1: Mapa CHKO Broumovsko.....s.	50
Obr. 2: Studovaná lokalita zalesněné zemědělské půdy Bezděkov nad Metují.....s.	55
Obr. 3: Měření na zkusných plochách.....s.	56
Obr. 4: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně dle dřevin.....s.	62
Obr. 5: Závislost výšky stromů na jejich výčetní tloušťce diferencovaně dle dřevin.....s.	63
Obr. 6: Závislost štíhlostního koeficientu na výčetní tloušťce diferencovaně dle dřevin.....s.	64
Obr. 7: Ordinační diagram zobrazující výsledky PCA závislosti mezi porostními charakteristikami.....s.	67

Seznam tabulek

Tab. 1: Stupně defoliace a jejich charakteristika.....s.	57
Tab. 2: Přehled indexů popisujících strukturu porostu a jejich interpretace.....s.	57
Tab. 3: Strukturální a produkční charakteristiky porostu na trvale výzkumných plochách 1-25 v roce 2019.....s.	59
Tab. 4: Strukturální a produkční charakteristiky sdruženého porostu diferencovaně dle dřevin v roce 2019.....s.	61
Tab. 5: Ukazatelé porostní biodiverzity na trvale výzkumných plochách v roce 2019.....s.	65
Tab. 6: Ukazatelé porostní biodiverzity diferencovaně dle dřevin v roce 2019.....s.	66

1 Úvod

Existuje mnoho důvodů, proč se lidé/lesníci snaží o co největší zalesňování zemědělských půd. Určité části ploch nebo i menší oddělené plochy (remízky) mohou sloužit jako významný kryt a útočiště pro zvěř. Účelné je využít i plochy, například ty pod elektrickým vedením, které mohou sloužit jako plantáž pro vánoční stromky. Při zalesňování zemědělských ploch může hrát roli i potřeba a představa vlastníka, kdy může jít nejen o tvorbu lesních porostů, ale i o tvorbu krajinářských či ekologických skupin vysokého nebo nízkého lesa, zakládání lignikultur, zasakovacích pásů anebo třeba větrolamů. Variant je několik a při vhodné projekci mohou být i účelně sladěny.

Zalesňování těchto půd může nést i poměrně vysoká rizika. Tyto rizika mohou být dána například nevhodnou volbou dřevinné směsi. Dále pak houbovými patogeny, kdy u jehličnatých dřevin je nejvýznamnější kořenovník vrstevnatý a václavka smrková. U listnatých dřevin může představovat jediné vážné riziko chorob z rodu *Phytophthora*. Další riziko představují kupříkladu hmyzí škůdci, a to hlavně na jehličnatých dřevinách (především smrk ztepilý). U smrku je v dnešní době nejvíce aktuální a rizikový právě lýkožrout smrkový. Existuje zde i několik dalších škůdců jako například bekyně mniška, ploskohřbetka smrková, lýkožrout lesklý atd. U listnatých dřevin pak bekyně velkohlavá, pilatka lipová atd. Vážná rizika mohou způsobovat škody zvěří, bořivé větry na odkrytých polích anebo také těžké sněhy.

Máme zde i opačnou stranu a tou jsou výhody zemědělských půd. Díky bohatosti a úživnosti těchto půd dochází k rychlejšímu růstu (tloušťka, výška) a samozřejmě k větší zásobě porostu.

2 Cíle práce

Cílem práce bylo získat poznatky o růstu stanovištně vhodných dřevin na bývalých zemědělských půdách v CHKO Broumovsko. Konkrétními cíli bylo získat informace o pěstování dřevin na bývalých zemědělských půdách, s tím spojená rizika (houbové patogeny, hmyzí škůdci, škody zvěří atd.) a naopak výhody pěstování oproti lesním půdám. Dílčími cíli pak bylo charakteristika zájmové oblasti CHKO Broumovsko a vývoj tohoto území. Jedná se o území ve 4. lesním vegetačním stupni nacházejícím se v CHKO Broumovsko v nedaleko obce Bezděkov nad Metují.

Hlavním cílem práce bylo analyzovat produkční potenciál (kvalitu, kvantitu), strukturu (vertikální, tloušťkovou) a diverzitu vybraných druhů dřevin ve věku 14 let na bývalé zemědělské půdě. Jednalo se v tomto případě o smrk ztepilý, buk lesní, javor klen, lípu srdčitou a dub zimní, u každé dřeviny v pěti opakování (celkem 25 ploch 10×10 m).

Získané výsledky o struktuře a produkci jednotlivých dřevin na bývalé zemědělské půdě byly zhodnoceny a porovnány s porosty s obdobnými stanovištními podmínkami z různých částí České republiky.

3 Zalesňování zemědělských půd

3.1 Historie zalesňování zemědělských půd v České republice

Zalesňování zemědělských půd je v České republice známo již z dřívějších dob. Zalesňovaly se plochy nevhodné pro zemědělské plodiny a také území, která silně trpěla erozí (Vacek et al., 2009). Nejstarší zprávy o zalesňování naší země zaznamenal řecký geograf Ptolemaios (2. pol. 2. století). Osídlení naší země do konce 12. století bylo poměrně řídké a soustředilo se do málo zalesněné krajiny. V lesnatých oblastech byly do poloviny 12. století jen osady a obydlí strážců hlídající obchodní cesty. Nejstarší doklady o osídlování a vyklučování lesních půd se týkají klášterní kolonizace. Právě kláštery byly dříve budovány na odlehlých lesních krajinách či v lesních újezdech, jejich obyvatelé tak díky tomu přeměnily les na zemědělskou půdu.

Přeměna lesní půdy na ornou půdu byla velmi náročná jak na namáhavou práci, tak i na čas (vyžádali si až několik let), proto byli kolonisté na několik let osvobozeni od placení úroků. Často se stávalo, že vyklučená půda, která už byla pěstováním zemědělských plodin vyčerpaná se ponechala lesu a místo ní byla vyklučena další část lesní půdy.

Nejstarší ustanovení o ochraně lesů proti jejich devastaci a krádeži dřeva obsahují městská práva v nejvíce odlesněných oblastech (městské právo brněnské 1243, jihlavské 1259). V roce 1350 vydal Karel IV. první platnou normu o zabývající se lesem – zákoník „*Maiestas Carolina*“. Měly v něm být přísně trestány krádeže dřeva, zapálení královského lesa, kácení stromů bez povolení apod. Dokument se nikdy nestal zákonem. „*Maiestas Carolina*“ se stal inspirací pro vytvoření lesních řádů, z nichž nejstarší byl vydán v roce 1379 na Chebsku. Tento dokument řeší pouze devastaci lesů, ale nezabývá se přímo zvyšováním lesní půdy.

Za husitských válek docházelo k velkému vypalování osad a výsledkem tedy bylo snížení obyvatel. Zastavilo se rozšiřování osadníku a toto období znamenalo oddych po předchozím velkém náporu, i když na mnoha místech bylo potřeba velké množství stavebního dříví na znovuvybudování osad. Často orné půdy kolem vypálených osad začaly zarůstat lesem.

Za vlády Jiřího z Poděbrad v 16. století se výrazně zvýšil zájem o dřevo, největší vliv na to mělo rozvíjející se hornictví. Vyklučování lesních ploch mělo za

následek snižování produkční základny, avšak potřeba dříví stoupala. Bylo přistoupeno k pěstební péči a usilovalo se o zabezpečení co největší produkce. Z této doby je známa první zmínka při zalesňování velkých pasek za pomoci výstavků (první zmínky v pardubickém urbáři krátce po r. 1494). Kromě přirozené obnovy lesa, byla již v 16. století známa a aplikována umělá obnova a zakládání lesů. První cílené zalesňování nelesní půdy u nás bylo v roce 1570, kdy byl za starou pražskou Oborou oplocen nově vysázený les. Podle zprávy J. Beckovského založil roku 1589 G.F. Žďárský majitel statku Újezd za oborou Hvězda. Žďárský dal tehdy půdu zvorat, zasel semena borovice a dubu, zavláčel je a okolo zasetého pole nechal vykopat příkop. Na tomto místě zakázal pastvu. Během několika let zde vyrostl lesík. Umělá obnova a zakládání nových lesů se dříve zaměřovalo především na pěstování určitých potřebných dřevin. V 16. století bylo střídání kultur častým jevem, obzvláště při hospodaření polařením. Nejprve bylo provozováno náhodně, při nedostatku zemědělské půdy (Nožička, 1957). Například v Krkonoších mohli poddaní obhospodařovat paseky tři roky jako pole a čtvrtý rok jej museli osít lesním semenem (Lokvenc et al., 1992).

První zmínky o pokusech o zalesnění jsou z roku 1755 od třebečského polesí Fr. Bartoň. V osmdesátých letech 18. století na panství Brandýs nad Labem můžeme sledovat pokus novobydžovského lékaře Jana Bernarda Gregoriho, který působil v Uhrách, kde se seznámil s problematikou zalesňování, přičemž se snažil zalesnit neplodné písčité půdy. Gregory zkoušel vysévat borové a březové semeno s obilím, které mělo dát malým stromkům potřebný stín. Tento způsob však nefungoval, obilí poskytovalo semenáčkům clonu jen první rok. Po sklizni obilí semenáčky uschly. Gregory však přišel na to jak, zalesnit neplodné písčité půdy. Semena borovice a břízy zasel se sveřepem, který dobře snáší sucho, vlhko i chlad. Sveřep po dozrání sám znovu vysemení, a tak každý rok dodával pro semenáčky dostatečný stín až do té doby, než ho sazenice přerostly a udusily.

Do poloviny 18. století nechával rakouský stát péči o lesy pouze jejich vlastníkům. Majitelé šlechtických majetků (např. Kinský, Sporck ad.) si uvědomovali důležitost lesů, a tak vydali instrukce pro jejich obhospodařování s cílem zlepšit jejich stav.

Za vlády Karla IV. (1711-1740) došlo k prvnímu usměrňování hospodaření v lesích. Vlastníci lesů v pohraničí museli žádat o povolení dovozu do Saska, byl proveden soupis lesů na našem území pro účely placení daní. Došlo i k jednoduché kategorizaci (lesy v pohraničí plnily funkci obrannou a lesy ve vnitrozemí plnily funkci zásobovací). Přemýšlelo se i o zavedení lesního řádu, ale ten se nakonec zavedl až za dob Marie Terezie.

V polovině 18. století vydalo Rakousko v Čechách (1754 – Císařský a královský patent lesů a dříví), na Moravě (1754) a ve Slezsku (1756) císařské patenty, které významně zasáhly do hospodaření lesů. Takto zvolené lesní řády přísně zakazovaly ničení (klučení) lesů, zakazovali těžbu bez povolení z krajského úřadu, přikázali vlastníkům lesu obnovit (zalesnit) vytěžené plochy, zakazovaly pastvu dobytka v mladých kulturách a tam, kde došlo k velkému poškození zavedli oplocení kultur. Kontrolu nad hospodařením v lesích měl provádět krajský úřad. Tyto lesní řády je možné oznámit za velmi významný mezník ve vývoji evropských lesů (Nožička, 1957). Od jejich zavedení se zvýšil společenský zájem o lesy a hospodaření v nich, což vedlo k postupnému zlepšování a přibývání lesů (Poleno, 1990). Lesní řády však nevěnovaly velkou pozornost pěstování lesa a těžbě, proto byl k řádům v Čechách připojen návod pro pěstování, zvelebování a zachování lesů (Nožička, 1957).

Na konci 18. století vlivem rychlého ekonomického a vědního rozvoje byly překonány odborné koncepce lesních řádů, a tak se v roce 1798 začalo s přípravou jejich reformy. Cílem bylo všechny řády znovelizovat a sjednotit je. A tak bylo v roce 1843 rozhodnuto o vydání nového lesního zákona, který měl platit v celém státě (Oliva, Sixta, 2001). První celorakouský lesní zákon byl vydán 3. prosince 1852. Zákon obsahoval zákazy, jako například zákaz pustošení lesů a přeměnu lesní půdy na jiné kultury bez povolení příslušného úřadu, povinnost zalesnění holin do 5 let a postupně zalesňovat i holiny vzniklé dříve. Zákon také výrazně zvýšil nároky na odbornost lesního personálu. Tento lesní zákon platil až do roku 1960.

Podle nejstarších statistik (zpracovaných v letech 1785-1789) měla česká země 1 974 060 ha lesní půdy. V katastru (mezi lety 1824-1843) se výměra zvýšila na 2 223 808 ha. Rozloha lesů se i nadále zvyšovala a z posledních statistických

záznamů před 1. světovou válkou o kolo roku 1910 již byla 2 350 990 ha (Nožička, 1957). Nárůst lesních pozemků se nedá přičítat jen zalesňování, ale také ke zlepšení a zpřesnění metod evidence. Velká část zalesňování byla prováděna za účelem půdoochranné činnosti na základě vodního zákona č. 117/1884 ř. z., o bezškodném odvádění vod (Zachar, 1965). Do 1. světové války se půdoochranné zalesňování v Čechách provádělo jen v 15 oblastech.

Pro zalesňování nelesních půd v Čechách se z jehličnatých dřevin nejvíce sázeli borovice lesní, smrk ztepilý, borovice černá, modřín, z listnatých dřevin akát. Vysazovala se i v té době módní borovice Banksova, která se však neosvědčila v půdoochranných porostech, dále vejmutovka, bříza, dub, habr, lípa a jilm. Z jehličnanu se sázela i douglaska, která se ukázala jako poměrně odolná dřevina proti tlaku sněhu.

Na velkém počtu pozemku navazovalo zalesňování na důkladné technické úpravy (např. drnování strží) a přípravu půdy. Zalesňovalo se převážně sadbou, sije se moc často nepoužívala (Nožička, 1957). Při výsadbě se preferovaly sazenice starší a školkované (Špulák, 2006).

V roce 1882 vyvolaly povodně rozsáhlé zalesňování a zejména pak v roce 1897 bylo soustředěno zalesňování v Krkonoších nad hranicí lesa, obzvláště v oblasti povodí Labe. Za jednu z hlavních příčin povodní byl označen nedobrá stav porostů nad hranicí lesa, kde dříve vznikly velké odlesněné plochy. Nejrozsáhlejší akce zalesňování horských oblastí kosodřevin začaly v 20. století do roku 1912. Na vrchlabském panství se mezi roky 1870-1916 založilo 480 ha kultur. Byli vysazovány borovice kleč a dále borovice limba, smrk ztepilý a nepatrným podílem i jeřáb ptačí a buk lesní (Lokvenc, 2001).

V období let 1880–1910 se v Čechách výměra lesa zvýšila o 64 000 ha, zatím co na Slovensku ještě pokračoval úbytek lesů (Poleno, 1990). Po skončení první světové války se nelesní půdy zalesňovaly jen v malém rozsahu. Větší poměr zalesňování nelesních půd začal v roce 1923, a v nejintenzivnějších obdobích se během roku zalesnilo 500 až 600 ha. Například v roce 1927 bylo v okolí Prahy zalesněno okolo 430 ha nelesních půd.

Po druhé světové válce byl rozsah zalesňování nelesních půd malý. Zakládaly se ochranné lesní pásy, pokusy o výsadbu rychle rostoucích dřevin a jen v malé míře

celoplošné výsadby. V Československu se v letech 1946–1948 zalesnilo cca 3 000 ha nelesních půd (Zachar, 1965). Odsun německého obyvatelstva po roce 1945 měl za důsledek zvýšení zalesňování nelesních půd. Zalesňování bylo pak legislativně zakotveno v zákoně č. 206/1948 Sb., o zalesňování, zřizování ochranných lesních pásů a zakládání (obnově) rybníků. Zákon omezoval obnovu lesa holosečným způsobem a pojednával o zalesňování lesních půd a v druhé části pojednával i o zalesňování nelesních půd. Vlastníci lesa měli za úkol obnovovat lesní porosty stanovištně vhodnými dřevinami a co nejrychleji zalesnit holiny na lesní půdě. Jejich úkolem bylo taktéž zalesnit nelesní pozemky, které již nevyhovovaly zemědělské produkci. Na základě tohoto zákona byly k zalesňování určeny jen velké plochy, ale i malé plochy přidělené LH, z důvodu zcelování lesních pozemků. Zalesňovalo se jak sadbou, tak i sítí. Na některých plochách (hlavně plochy, které nebylo možné zalesnit v krátké době) bylo využito i přípravných dřevin (např. březová sít). Velkým problémem tehdejší doby byl nedostatek pracovní síly na většině míst, a hlavně pak v oblastech s velkým počtem ploch potřebných k zalesnění (Marek, 1948).

Pro nepřipravenost takových akcí bylo často zalesňování neúspěšné. Pracovalo se i na Státním vodohospodářském plánu, který počítal se zalesněním až 444 290 ha. Kde povodí Labe mělo zalesnit 113 190 ha, Odry 38 360 ha, Moravy 66 530 ha a na Slovensko připadalo 226 210 ha. Státní vodohospodářský plán počítal s navýšením lesnatosti v celé republice o 3 % (Zachar, 1965). Státní vodohospodářský plán byl zpracován a schválen mezi lety 1949–1953. Snaha o zvýšení úspěšnosti v zalesňování také začala zajímat výzkumníky, a tak konkrétně VULHM v Opočně založil několik výzkumných ploch. V roce 1952 byla založena na území SLH Český Krumlov série ploch zabývajících se zalesňováním sítí. Byli zde zkoumány metody sítě miskové a hnízdové ve dvou etapách, kdy se první etapa zabývala zalesněním hlavních hospodářských dřevin, které nevyžadují v mládí ochranu (SM, BO, MD), na zbytku plochy se založily ochranné porosty z přípravných dřevin a keřů. Ve druhé etapě pak byly připravovány dřeviny, které potřebují v mládí ochranu (Švarc, 1954).

V letech 1955–1959 byl vypracován „Generální plán zvelebení polního, lesního a vodního hospodářství“. Stanovoval plány výsadby rychle rostoucích dřevin a

ochranného zalesňování. Cílem plánování pěstování rychle rostoucích dřevin bylo zajistit dostatek topolového dřeva pro výrobu papírenského průmyslu (Oliva, Sixta, 2001). Delimitace byla vypracována za účelem co nejlépe využít půdu, to znamená, že pozemky, které již nebyly vhodné pro pěstování zemědělských plodin, byly zalesněny. Plochy určené k zalesňování se nacházely i v klečovém pásmu, byly to plochy, na kterých se dříve páslo (Lokvenc et al., 1992). Největší plocha zalesňování nelesních půd se nacházela na území s karbonátovým podložím v oblasti horní hranici lesa (Tužinský, 1996). Delimitace navrhoval v letech 1959–1980 k zalesnění v první etapě 46 000 ha, ve druhé etapě 53 000 ha. Naopak na odlesnění bylo navrhováno 13 000 ha, lesnatost se tak měla zvýšit o 1,1 % na 32, 8 % (Rachman, 1962). Z celkové plochy zaujímalo ochranné zalesnění 135 000 ha a z toho 15 000 ha nad horní hranicí lesa. Plán se však naplnil z 50 % (Lalkovič, Králík, 1996). Zalesňovací práce byly podpořeny jak ekologickým, tak i technologickým výzkumem obnovy lesa a výzkumem zaměřeným na specifikace zalesňování nelesních půd. Mezi roky 1948–1991 se díky uvolňování nevhodných zemědělsky obhospodařovaných půd zvětšil lesní půdní fond v Česku asi o 9 % (např. v Předhoří Orlických hor vzrostla lesní půda o 1 724 ha). Vzrůst lesních půd v letech 1990 až 2002 je markantní (Špulák, 2006).

3.2 Zalesňování zemědělských půd z hlediska ochrany přírody

Dnešní změny v zemědělské politice u nás přinesly vznik mnoha dotačních programů na zalesnění zemědělských půd. Mezi hlavní cíle těchto programů patří snížení nadprodukce zemědělských plodin a zlepšení sociálních a ekonomických podmínek venkovského prostorů. Další cíle zalesňování zemědělských ploch jsou posílení biodiverzity a zvýšení ekologické stability krajiny. Dotační programy jsou finančně tak zajímavé, že vyvolaly mezi veřejností obrovský zájem. V praxi se však nejvíce žadatelů zajímá o zalesnění ploch produkčně nevýznamných, jako jsou zamokřené pozemky, louky zasahující jako enklávy do lesních komplexů, suché stráně a bývalé pastviny. Dost často to jsou plochy, které jsou v předmětu zájmu ochrany přírody, a to buď z důvodu výskytu chráněných druhů živočichů či rostlin anebo z důvodu ochrany krajinného rázu.

Zalesňování orné půdy, které by bylo z hlediska zvýšení ekologické stability je naopak navrhováno jen zřídka. Časté jsou také případy, že žádosti o zalesnění zemědělské půdy jsou zamítnuty orgány zemědělského půdního fondu (ZPF) z důvodu narušení organizace ZPF.

Při hodnocení plochy, která má být zalesněna, musí orgán ochrany přírody posoudit případný vliv na výskyt zvláště chráněných druhů, dále na zvláště chráněné území a území NATURA 2000 či dopad na ekologicko – stabilizační funkce významných krajinných prvků, funkčnost prvků ÚSES, ale také vliv na biodiverzitu. Výjimečný důvod může být také působení zalesnění na místní krajinný ráz.

Ekologické dopady zalesnění se liší podle typu stanoviště. Co se týče orné půdy, zde je zalesnění vždy ekologicky přínosné, především na často obdělávaných polích. Tyto plochy mohou výrazně zvýšit biodiverzitu. V naprosté většině bude hodnocení ze strany ochrany přírody kladné a zalesnění orné půdy přínosné.

Mezi další stanoviště patří běžně druhově chudé intenzivně a polointenzivně využívané louky. Zalesnění bývá často ekologicky přínosné, problém však může nastat při zalesňování lesních luk a lučních enkláv zabíhajících do lesních komplexů. Zarovnání lesních okrajů je ekonomicky výhodné, jde však jednoznačně o negativní krok s dopadem na biodiverzitu. Zalesněním zkracujeme délku biodiverzitně bohatých přechodových společenstev.

Dalším typem jsou mezofilní louky a pastviny. Jedná se o dříve ochranný opomíjené stanoviště, která v dnešní době patří mezi jedny z nejohroženějších. Jde o území s vysokou diverzitou druhů rostlin a živočichů, je zde také možný výskyt ohrožených a chráněných druhů. Důvodem zalesnění je většinou špatná dostupnost a malá ekonomická výnosnost. Z hlediska ochrany lesů je zalesnění nežádoucí.

Do typologie stanovišť řadíme také obtížně obhospodařovatelné, vlhké až zamokřené louky (Hlaváč et al., 2006). Vlhké louky na podmáčených glejových půdách. Většinou se jedná o území kolem potoků v údolí, menších řek a prameništ' (Prausová et al., 2006). Jedná se o pozemky, které zpravidla znemožňují přístup těžké techniky. Jsou to většinou pozemky, na kterých se dochovala druhová skladba. Na těchto plochách byla často využívána lehká

technika, dnes se nejčastěji jedná o pozemky, které byly dříve odvodněné, odvodňovací systémy jsou zanedbané, a tak dochází ke zvyšování úrovně podzemní vody a tím k zániku podmínek hospodářského využití. Z hlediska ochrany přírody je zalesnění takovýchto pozemků spíše záporné. Pro plochy tohoto typu je charakteristické rychlé zarůstání (nálet olší). Z hlediska nákladů na zalesnění a odvodnění je lepší nechat takovéto plochy přirozeně nalétnout.

Dalším typem ploch jsou suché trávníky a pastviny. Charakteristická je pro ně vysoká biodiverzita (hmyz, pavoukovci, měkkýši, plazi atd.) často se zde objevují ohrožené a chráněné druhy. Na těchto plochách je vždy důležitý důkladný biologický průzkum. Stanovisko orgánu ochrany přírody k zalesnění bude ve většině případů negativní. Souhlas můžeme očekávat jen na méně hodnotných plochách nebo v případě že je tento biotop v okolí široce rozšířen. Porosty křovin jsou dalším typem půd, u kterých můžeme zvažovat zalesnění. Jde především o stráně zarostlé trnkou, hlohem a šípkem, v teplejších oblastech i svídou, dřínem apod. Velmi často se jedná o plochy, které byly dříve odlesněné z důvodu pasení. Ochranný význam se zde liší podle typu stanoviště a hustoty zápoje keřových porostů. V rámci biodiverzity se jedná o plochy velice cenné, významné z hlediska ornitologického, entomologického a také co se týče výskytu mnoha skupin bezobratlých. Ochrana přírody považuje zalesnění těchto ploch jako nežádoucí.

Posledním typem půd jsou počínající olšiny na zemědělské půdě. Jde často o vlhké a podmáčené louky. Ochranná hodnota bude závislá na stáří zapojení vznikajícího olšového porostu. Jedná-li se například o vznikající nálet na rašelinných loukách, mohou se zde stále vyskytovat ohrožené druhy původních společenstev. Optimálním řešením v tomto případě může být například návrat k lučnímu hospodářství nebo převedení na les, který bude osázen stanovištně vhodnými druhy. Pěstování smrkových porostů je zde nežádoucí (Hlaváč et al., 2006).

3.3 Rizika zalesňování

3.3.1 Hmyzí škůdci jehličnatých dřevin

Nejvíce hmyzích škůdců, kteří poškozují lesní porost, se vyskytuje na smrku ztepilém. Obaleč smrkový (*Epinotia tedella*) se nalézá na smrku od nížin až do

hor a napadá jedince všech věkových skupin. V nejmladších věkových skupinách se obaleč soustředí na vrcholové partie a může dojít i k holožiru. V tyčkovinách a tyčovinách se žír soustředí především na horní část. V dospělém porostu je žír především ve spodní části koruny. Žír probíhá od středu koruny k jejímu okraji, takže se často stává, že počátky žíru jsou přehlédnuty. Nejvíce se přemnožuje v nižších až středních teplejších polohách v 10–30letých porostech. Důsledky žíru nejsou většinou fatální, jelikož pupeny a nové výhony jsou nepoškozeny. Kontrola se provádí počítáním housenek na větvích asi dva měsíce po rojení. Za holožír se požaduje počet mezi 40–60 housenkami na jednom metru větve. Obrana by se mohla provádět v červenci proti housenkám prvního a druhého instaru z přípravků pro pozemní a letecké aplikace (např. Biobit WP, Dimilin 48 SC, Desic Mega atd.). Vajíčka jsou kladena od půlky června do půlky července. Larva začíná být aktivní od června do konce srpna. Přes zimní období larva přezimuje a kuklí se od dubna do května. Kontrola se provádí v červenci.

Bekyně mniška (*Lymatria monacha*) je motýl z čeledi bekyňovitých (*Lymatriidae*). Je to polyfág, ale nejvíce se vyskytuje na borovici, smrku, buku, habru a bříze (Forst et al., 1971). V dospělosti je to 4–7 cm velký motýl a má velmi variabilní zbarvení (od světlé až po dokonale černou). U světlejší formy je typický znak na předních křídlech zubovitá kresba, zadní strana křídel je jednobarevná s tmavými tečkami lemující okraj křídla. Světlejší forma má na hrudi černé skvrny. Zadeček je u světlé formy růžový, u tmavé formy je buď šedý nebo černý. Housenka může dorůst délky až 6 cm, je chlupatá, má tmavý pruh na hřbetě, který je přerušen bílou skvrnou. Po stranách pruhu má bradavky. Mniška přezimuje ve vývojovém stádiu – vajíčko, které samička klade pod šupiny kůry na bázi kmene. Vajíčka se vylíhnou na začátku května a zpočátku housenky zůstávají v místě vylíhnutí. Po několika dnech začnou stoupat do koruny, kde začínají žít na rašícím jehličí. Když už nenalezne potravu na stromě, kde se vylíhla, nechá se větrem odnést na jiný strom a pokračuje dále v žíru. Dospělé housenky mohou ožírat i staré jehličí. Housenky končí žít na konci června, při přemnožení může v tuto dobu docházet k holožírům. Kuklení začíná počátkem července a následný let od poloviny července do poloviny srpna (Vacek et al., 2009). Kukla je na začátku zelená a pak začíná rychle hnědnout. Hnědá kukla je zdobena světlými

chloupky (Forst et al., 1971). Motýli létají a páří se za tmy. Mniška ohrožuje smrkové porosty v nadmořské výšce 500–700 m. n. m. Její přemnožení se opakuje po 10–30 letech. Při přemnožení je schopná způsobovat silné žíry nebo holožíry. Smrk je velmi citlivý na silné žíry a při defoliaci víc jak 50 % usychá. Hlavní metodou zjišťování populační hustoty, je metoda lepových pásů, které se dávají během května. Vylíhlé housenky se při postupu do korun zachytí pod pásy. Další metoda je počítání opadlého trusu pod strom (trusinková metoda). Tato kontrola se provádí během června. Jiná možnost, jak posoudit populační hustoty je odchyt motýlu do feromonových pastí. Tato metoda poskytuje jen rámcové výsledky. Obrana se provádí proti mladým housenkám od druhé poloviny května. Můžeme použít povolené přípravky ze seznamu proti listožravému hmyzu (např. Decis 15 EW, Foray 48 B, Karate Zeon 5 SC atd.).

Štětconož trnkový (*Orgyia antiqua*) je motýl, kdy samička je bezkřídlá. U štětconože přezimuje vajíčko. Imago se líhne v červnu a červenci. Nejprve se líhne samička, která zůstává na zámotku. Housenky se pak líhnou v květnu. Housenka má dlouhé chloupky a také schopnost příst, to jí umožňuje pasivní transport na dlouhé vzdálenosti (až několik stovek metrů). Na smrku housenky prvních dvou instarů ožírají pupeny, ožírají letošní jehlice a mladé letorosty. Poškozené výhony poznáme tak že zčervenají. Starší housenky defoliovují i starší jehlice. Výrazné žíry vznikají ve vrcholových partiích stromu nebo v osluněných stěnách porostu. Housenky budoucích samců procházejí čtyřmi instary, za to housenky budoucích samic procházejí pěti instary. Doba žíru trvá 5–6 týdnů. Nejvíce působí škody v pahorkatinách. Gradace štětconože trnkového se opakuje po několika desetiletích. Poslední gradace jsou zaznamenány z let 1974 až 1976 a opět v letech 1985 až 1986. Kontra se provádí stanovením počtu zdravých vajíček v podzimním období (kritické počty vajíček na jednom stromě ve 30letém porostu je to 3000, v 50letém porostu to je 6000, 70 let 12000 a 90 let 18000) a zjištění počtu vylíhlých housenek v jarním období.

Ploskohřbetka smrková (*Cephalcia abietis*) patří do čeledi ploskohřbetkovitých (*Pamphiliidae*). Je to blanokřídlá vosička, která se vyvíjí jako monofág na smrku ztepilém. V dospělosti je 10–15 cm dlouhá a je vybavena dvěma páry blanitých křídel. Hrud' a hlavu má převážně do černa zbarvenou, zadeček je žlutohnědý.

Larva je zbarvena do světle zelené s tmavší hlavou, dorůstá až 2 cm délky. Ploskohřbetka přezimuje v půdě (10–20 cm hluboko) jako tzv. eonymfa. V některých případech přezimuje jen jednu zimu, většinou však přeléhá i několik let (a to nejvíce čtyři, ale obvykle jeden rok). Na jaře se část larev přemění na kukly a v květnu až červenci se líhnou, dospěli, ty se pak páří na podrostu nebo v travinách nízko nad zemí. Samice po páření vylézá do korun, kde klade vajíčka na loňské jehlice. Larvy, které se vylíhnou během června až července ožírají jen starší jehlice a v místě žíru opřádají větevku na které se pak zachycuju trus. Žír ukončí v září, poté padají na zem, kde zalézají pod hrabanku až do hlíny a tam si upraví komůrku pro kuklení (Vacek et al., 2009). Ploskohřbetka smrková je hlavní škůdce horských smrčín ve věku 60 let. Vyskytuje se převážně na teplých západních a jižních svazích. V těchto lokalitách postihuje žírem převážně staré jehlice (Forst et al., 1971). Kontrolní metody, které na ploskohřbetku můžeme aplikovat jsou například půdní sondy, kdy se počítá počet larev v půdě a ty se rozdělí na larvy, které se budou rojit v nadcházející sezóně a na larvy, které se rojit nebudou. Obrana se provádí v červnu až září proti housenicím nejmladšího instaru.

Pilatka smrková (*Pristiphora abietina*) je podobně jako ploskohřbetka smrková blanokřídlá vosička. Patří do čeledi pilatkovitých (*Tenthredinidae*). Je to monofág na smrku ztepilém. Dospělí jedinci jsou 5–6 mm velcí, mají dva páry blanitých křídel. Zbarvení je převážně černé, samice má na bocích zadečku žlutozelený pásek. Larva dorůstá velikosti až 15 mm a je zbarvená do zelena. Přezimuje jako eonymfa v hrabance v kokonech. Kuklení probíhá v dubnu a již během května se líhnou první dospělci. Samička klade vajíčka (pomocí kladélka je zapouští do mladých jehlic) do rašících pupenů. Larvy se líhnou už za týden a provádí žír naspodu mladých jehlic. Žír dokončují na počátku června, kdy se spouští na zem a v hrabance si vytváří kokon ve kterém přezimují (Vacek et al., 2009). Kokon je hladký a zbarvený do tmavohnědé barvy, je dlouze vejčitý (5–7 mm). Pilatko napadá smrkové porosty ve stádiu mlazin a tyčkovin (nejčastěji nižší polohy) (Forst et al., 1971). Žírem poškozuje výhon, které krní a dochází tak k zdeformovaným korunám. K zániku stromu však většinou nedochází. Kontrola se provádí počítáním zámotků v hrabance. Plocha je 1 m². Obrana je velice

obtížná, jelikož žír larev trvá velice krátce a po většinu času jsou kryty jehlicemi výhonu.

Sviluška smrková (*Oligonychus unungulis*) je roztoč patřící do čeledi sviluškovitých (*Tetranychidae*). Je to polyfág a vyskytuje se na jehličnatých dřevinách. Dospělci jsou asi 0,5 mm velcí do hněda zbarvení a připomínají malé pavoučky. Samička klade vajíčka na výhony poblíž pupenů a vajíčko přezimuje. Mladé nymfy se líhnou v květnu, dvakrát se svlékají a až po tom se z nich stanou dospělci. Sviluška může mít během roku až sedm generací. První pokolení saje jen na starých jehlicích, další pokolení už sají na starých i letošních jehlicích. Žír poznáme tak že jehlice nejdříve žloutne u báze a poté začne reznout a následně opadává. Smrk pichlavý je hostitelem svilušky, ta se ale přemnožuje jen v letech, které jsou suché teple a chudé na dešťové srážky. Za takových podmínek musíme smrčky chránit, a to lze na zahradách oplachem korun studenou vodou anebo postřikem akaricidi (Karate Zeon 5 CS nebo Trebon 30 EC). Přípravky musí být schváleny ze seznamu povolených přípravků na ochranu lesa.

Dalším hmyzím škůdcem je Obaleč přeslenový (*Cydia pactolana*). Je to motýl, který žije na smrku ztepilém (příležitostně na smrku pichlavém). V rozpětí je až 1,5 cm velký, kdy na předních křídlech má výrazně stříbřitě bílé pásy a u kořenu předního křídla je hnědý. Zadní křídla jsou hnědá až černohnědá a mají trásně na okrajích. Housenka dorůstá délky až 1 cm, je zbarvená do červena. Hlava a týlní i anální štít jsou hnědé. Přezimuje jako housenka pod kůrou. Motýl se kuklí na jaře a během května až června začíná létat. Samička klade vajíčka na hladkou kůru v blízkosti přeslenů. Ke kladení si samička vybírá mladší stromy. Housenka, která se vylíhla z vajíčka se prokouše do kůry, kde v lýku hlodá chodbu. Z chodby vytlačuje ven trus a drtinky, které se stmělí s pryskyřicí do hrudky. Přezimuje v chodbě a během května se kuklí. Obaleč přeslenový se přemnožuje a škodí zejména v kulturách a mlazinách. K přemnožení dochází za příznivých okolností pro něj, a to při delších a sušších periodách. Během přemnožení může žít i na 1 m vysokém smrčku až několik desítek housenek. Smrčky žírem velmi trpí, jejich jehličí žloutne a rezne. Postiženy jsou většinou všechny stromky v kultuře, i okolní starší stromky v partiích s hladkou kůrou, a to jak na kmeni, tak i na větvích. Přemnožení tohoto obaleče trvá nejdéle tři roky a poté samovolně zaniká.

Obrana je zde velmi důležitá z důvodu toho, že housenka žije pod kůrou, kde je nezasazitelná. Jediná obrana je zde asi vyčkat na samovolné vymizení gradace. Další možnost obrany je zasažené smrčky vyřezat a pálit, ale ukazuje se, že i silně zasažené stromečky po skončení gradace dobře regenerují, takže je praktičtější počkat na skončení gradace a vyřezat jen suché stromečky. Pomocí insekticidů by se dalo zasahovat v kulturách, a to na počátku května. Je zde nutno dodržet časný termín postřiku, neboť jeho smyslem je zabránit kladení a líhnutí vajíček.

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*), patří do čeledi nosatcovití (*Curculionidae*). První nálet směřuje do spodní části koruny (tam kde končí živé větve a přecházejí do suchých) odtud postupuje nahoru a dolů. U letní generace však může být obsazena jen korunová část stromu), případně i střední partie kmene. Spodní část stromu nemusí být vůbec obsazena lýkožroutem smrkovým, ale mohou se zde vyskytovat neškodné druhy kůrovce (*Hylurgops palliatus*, *Dryocoetes autographus* nebo *Orthotomicus laricis*). Symptomy napadení se liší podle termínu napadení. V jarním období v nižších polohách jehlice šednou a červenají po 1–2 měsících, postupně pak opadají. Smrkům napadeným později na jaře (a to především ve vyšších polohách) zůstává koruna zelená až do podzimu. Při napadení druhou generací zůstává koruna zelená do března až dubna příštího roku, pak jehlice rychle opadají. Na dřevě, které je popadané větrem či rozlámané od sněhu se kůrovec v první generaci může namnožit 8krát, v druhé generaci 15krát, takže během jednoho roku může znásobit svou populační hustotu až 120krát. V době přemnožení je na jednometrové sekci až 100 požerků. Na dospělém smrku se může z jednoho pokolení vylíhnout 150–200 tis. kůrovců (Vacek et al., 2009). Je to fyziologický škůdce. Lýkožrout smrkový mívá v našich podmínkách převážně dvě generace (nižší polohy) ve vyšších polohách má jednu. Při příznivém teplém průběhu počasí může mít i o jednu více. Jarní rojení ve středních a nižších polohách začíná na přelomu dubna a května, v horských oblastech začíná zpravidla o měsíc déle, záleží na teplotě a nadmořské výšce. Letní rojení probíhá od poloviny června do počátku srpna. Třetí rojení probíhá na přelomu srpna a září (Zahradník, Knížek, 2007). Dospělec je velký 4,2–5,5 mm, černohnědý a lesklý (Forst et al., 1971). Jako první nalétá na strom sameček, který hloubí snubní komůrku a po 2–4 dnech přilétá samička (na jednoho samečka

připadají zpravidla 1–3 samičky). Po spáření hlodá každá samička svojí matečnou chodbu a po stranách klade jednotlivě vajíčka. Každá samička naklade v průměru 60 vajíček. Hloubení matečné chodby a kladení vajíček trvá 7–10 dní. Po 6–18 dnech se z vajíček líhnou larvy, jejichž vývoj trvá zhruba 7 dní v optimálních podmínkách (pokud jsou podmínky nepříznivé vývoj může trvat až 5 dní).

Období kukly trvá kolem 8 dní. Vylíhlí brouci jsou zpočátku bílí, potom žlutnou a na konec tmavnou. Při pohlavním dopívání provádí zralostní žír, a to buď v místě vylíhnutí anebo přelétnou na jiné náhradní místo. Toto období je dlouhé 2–3 týdny. Celkový vývoj za normálních podmínek trvá 6–10 týdnů. Poměr pohlaví v požerku je zpravidla 1:1. Může zimovat ve stádiu larvy, kukly a dospělce. Část dospělců zimuje v hrabance, část pod kůrou, kde se vylíhli a další část pod kůrou v místě náhradního zralostního žíru. Lýkožrout smrkový má řadu přirozených nepřátel, a to jak predátorů, tak i parazitoidů. Mnoha druhů loví lýkožrouta jen výjimečně, je-li zrovna jako dostupná potrava (například při odkornění jsou larvy likvidovány vosami, mravenci a některými druhy střevlíků). Jiné druhy se naopak na lov lýkožrouta přímo specializují. Mezi nejvýznamnějšího predátora, který kůrovce loví, můžeme považovat pestrokrovečníka mravenčího (*Thanasimus formicarius*). Další predátoři, kteří loví kůrovce jsou drabčík (*Nubodius lentus*), *Medetera signaticornis* atd. (Zahradník, Knížek, 2007). Pokud chceme regulovat stavy lýkožrouta smrkového, musíme dodržovat několik nezastupitelných a nepominutelných kroků. Nejdůležitější je celoročně vyhledávat kůrovcem napadené stromy a všechen ležící materiál, který je potřeba včas asanovat. Další pravidlo je včasné zpracování veškerého kalamitního dřeva do konce června. Jedině díky těmto krokům může fungovat kontrola a obrana. Ke kontrole lýkožrouta smrkového jsou používány v zásadě dvě metody – stromové lapáky a feromonové lapače (Vacek et al., 2009). Lapák je evidovaný, pokácený, zdravý a odvětený strom. Většinou to je úroveň strom, který je atraktivní pro lýkožrouta. Jako lapák můžeme použít i vyvrácený nebo zlomený strom, který splňuje uvedená pravidla (zdravý, odvětený atd.). Lapáky se po celé délce zakrývají (zabrání vysychání kmene a udrží delší atraktivitu pro brouka) a podkládají (využití celé plochy) větvemi (Zahradník, Knížek, 2007). Při stanovení počtu lapáků v porostu se vychází z tzv. kalamitního

základu. Kalamitní základ je množství kůrovcového dřeva (veškeré kůrovcem napadené dřevo) zpracovaného od 1.8.–31.3. Z toho se odvodí počet lapáků a to tak, že celková hmota kalamitního základu se vydělí osmi a výsledek se podělí průměrnou hmotností porostu, čímž dostaneme počet lapáků. Tento stanovený počet je nutné připravit na jaře pro zachycení první generace lýkožrouta. Navíc za každý nezpracovaný kůrovcoví strom je nutné položit 1–2 ks lapáků navíc. Lapáky musí být položeny do konce března, a to tak aby 2/3 počtu byli na slunci a 1/3 v polostínu. Kontrola se provádí v intervalu 7–10 dní. Kontrola se provádí tak, že se odloupne kůra a hodnotí se počet závrťů na 1 dm^2 . Slabý stupeň napadení je do 0,5 závrťů na dm^2 , střední 0,5 – 1,0 závrťů na dm^2 a silný 1,0 a více závrťů na dm^2 . Při brzkém dosažení středního či silného napadení je nutné přikácet ještě 1/10 (při středním napadení) či 1/5 (při silném napadení) z celkového množství lapáků. Tyto lapáky mají za úkol zachytit tzv. sesterské pokolení. Stupeň napadení lapáků slouží k stanovení počtu lapáků v druhé sérii (zachycení druhého pokolení lýkožrouta). Lapáky se musí připravit před dalším rojením, to znamená v průběhu června (záleží na klimatických podmínkách), s tím rozdílem, že jsou pokládány do polostínu. Podle stupně napadení se určí, kolik lapáků se pokládá v druhé sérii. Slabé napadení lapáků z 1. série – lapáky se nepokládají, střední napadení – 1/2 z počtu 1. série a silné napadení – stejný počet jako u 1. série. Po ukončení náletů brouka a vyhodnocení stupně napadení končí kontrolní úloha a začíná funkce obranná, je nutné populaci kůrovce, která do lapáků nalétla zahubit. Provádí se asanováním, kdy asanace musí proběhnout včas jinak dojde k namnožení populace.

Dalším způsobem, jak likvidovat kůrovce v lapáku je odkornění, a to buď ručním škrabákem anebo odkorňovacím adaptérem na motorové pile. V případě použití škrabáku je nutné strom odkornit v době, kdy v požerku jsou pouze vajíčka a larvy (za těchto podmínek stačí k zahubení pouze odkornění, larvy a vajíčka uschnou nebo je nějaký přirozený nepřítel sežere). V případě použití odkorňovacího adaptéru, dojde k zahubení všech stádií a můžeme tento způsob asanace aplikovat až do výletu brouka. Tento způsob můžeme tedy aplikovat i u stromů, které jsou plně napadené z minulého roku (Vacek et al., 2009). Můžeme použít i tzv. otrávené lapáky. Otráveným lapákem nazýváme skácený a odvětvový

strom (optimální délka je 4 m). Povrch je ošetřen vhodným insekticidem před očekávaným rojením, a navíc je opatřen vhodnou feromonovou návnadou. Jako otrávený lapák můžeme také použít čerstvá polena sestavena do trojnožky s feromonovou návnadou pod vrcholem. Pro stanovení počtu otrávených lapáku používáme stejný systém jako při používání lapačů. Bezpečná vzdálenost pokládání otrávených lapáků je 6 m od nejbližšího stojícího smrku. Otrávené lapáky je vhodné používat v místech, která jsou špatně přístupná a nebylo by možné dodržovat kontrolní termíny. Ekologicky je tato metoda nejméně vhodná, dochází zde k hubení i jiných druhů. Účinnost otráveného lapáku se obnovuje výměnou feromonu a opakovaným postřikem insekticidem (Zahradník, Knížek, 2007). Dalším způsobem, jak kontrolovat (a částečně i bránit se), je použití lapačů vybavených feromonovými odpárníky s agregačním feromonem. Výhoda zde je, že se nemusí kácet zdravé stromy, náklady na ně jsou však vysoké a odhaduje se, že účinnost je poměrně nízká. Kontrola probíhá každých 7 dní, zaznamenává se počet odchycených brouků. Hodnotí se podobně jako u lapáků jen měřítkem stupně odchytu je počet brouků. Slabý stupeň odchytu – do 1000 ks, střední – 1000 až 4000 ks a silný – víc než 4000 ks. Lapače využíváme ke zjištění začátku rojení, a tím i dobu, kdy je nutné započít pokládat lapáky. V určitých případech můžeme feromonové odpárníky použít i jinak, například přidělat feromony na stromy, které jsou v plánu těžby, následně se musí asanovat. Pro asanaci pokáceného dříví se používá například Vaztak 10 EC, Vaztak 10 SC, Fury 10 EW atd., příklad feromonových odpárníků IT Ecolure, Pheroprax, FeSex TYPO atd. Všechny tyto přípravky musí být povoleny seznamem na ochranu lesa.

Mezi další lýkožrouty, kteří škodí ve smrkových porostech patří lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus*) (Vacek et al., 2009). Je to 2,5 – 3 mm velký brouk. (Forst et al., 1971) Má až dvě generace do roka a vyskytuje se od nížin až do hor. Vedle smrku ho můžeme najít na modřínu, borovici případně i na douglasce. Oproti lýkožroutu smrkovému ho najdeme v korunové části stromu a na silnějších větvích. Téměř vždy na jednom stromě najdeme lýkožrouta smrkového i lesklého. Sám napadá jen mladší porosty ve stádiu tyčkovin. Často se vyskytuje v porostech, kde jsou ponechány těžební zbytky. Kontroluje se okulárně nebo pomocí lapáků a feromonových lapačů. Pro kladení lapáků se používají stejné

zásady jako u l. smrkového, jen s tím rozdílem že se pokládají slabší stromy nebo vršky silnějších stromů se slabou kůrou. Intenzita napadení je také jiná než u l. smrkového, slabé napadení – méně než jeden závrt na dm^2 , střední napadení – jeden až dva závrtů na dm^2 a silné napadení – více jak dva závrtů na dm^2 . Kontrola se provádí jednou za 7–10 dní. Na monitorování a obranu lze použít odparníky jako je třeba Chalcoprax a PC Ecolure. Bezpečná vzdálenost umístění lapačů je 10–15 m od tyčkovin a tyčovin, 5–8 m od starších porostů.

Mezi další nepřítelé smrkových porostů patří Lýkohub matný (*Polygraphus poligraphus*). Má dvě generace ročně. Jarní rojení je od dubna do května a letní od července do srpna. Můžeme ho najít od nížin až do hor, ale preferuje nižší až střední polohy, obzvláště pak vlhká stanoviště s hustým porostem. Napadá soustředěně jednotlivé kmeny po celé délce, nejčastěji pak ve III. věkové třídě. Obvykle nevytváří rozsáhlá ohniska. Často ho můžeme registrovat i v porostech, které zatěžují imise. Kontrola se provádí okulárně. Obrana spočívá v časném odstranění napadených jedinců. Při silném napadení můžeme použít lapáky, které se pokládají do více zastíněných částí porostu (Vacek et al., 2009).

3.3.2 Hmyzí škůdci listnatých dřevin

Bekyně velkohlavá (*Limatria dispar*) je noční motýl. Dorůstá do velikosti 4–7 cm (Forst et al., 1971). Žije jako polyfág na široké škále listnáčů (starší instary se dokáží vyvíjet i na jehličnatých dřevinách). Housenky se líhnou koncem dubna a začátkem května, nejdříve zůstávají pohromadě (tzv. zrcátka) a poté se vydávají do korun, kde dochází k žíru. Pokud nejsou pupeny zcela rozvinuté, nakusují je z boku a vyžírají jejich obsah. Housenky provádí žír zpočátku pohromadě, později každá zvlášť. Housenka se vyvíjí 6–12 týdnů (samečci mají 5–6 instarů, samičky 6–7). Kuklí se na kmeni, větvích (v puklinách kůry) a eventuálně na listech. Stádium kukly trvá 10–23 dnů. Vyskytuje se od nížin až do hor, ale nejvíce se přemnožuje v nižších – polohách (např. jižní Morava). Přemnožení bývá často velkoplošné a opakuje se po letech. Ohrožené jsou mezernaté porosty na suchých a chudých stanovištích. Důsledky přemnožení jsou ztráty přírůstků a semen, celkové oslabení porostu. Kontrola se provádí na konci zimy až začátkem jara. Spočívá v sčítání dobře viditelných hubek na spodní partii kmenů. V praxi se vyznačí dvě linie uhlopříčně, v každé linii se vybere 100 náhodně vybraných

stromů. Ze všech stromů se vypočítá průměrný počet hubek na jeden strom a vynásobí se číslem 600. Kritické počty vajíček na jeden strom, kdy lze předpokládat následující silný žír až holožír jsou v porostech do 40 let 800, v porostech do 60 let 1300, v porostech do 80 let 2200 a v porostech do 100 let 3300 vajíček. Jsou-li dosaženy tyto počty provádí se na jaře kontrola líhnutí housenek.

Vlnovník (*Aceria macrorhyncha*) je další škůdce na javoru. Je to drobný roztoč, který patří do čeledi vlnovníkovití (*Eriophyidae*). Dorůstá velikosti pouhých 0,2–0,3 mm, to znamená že pouhým okem nejsou patrní. Mají podlouhlé, průsvitné tělo, od hrudi k zadečku se zužující. Dospělci a nymfy svým sáním vytvářejí háčky, které mají růžovitý tvar. Háčky, ve kterých žijí, se tvoří na vrchní straně listu. Dospělci vlnovníků přezimují v pupenech. Problém tohoto škůdce je spíše estetického rázu, tudíž obrana nebývá nutná ani při silném výskytu. Pokud je zásah nutný, zasahuje se těsně před vyrašením anebo během rašení pupenů postříkem.

Mezi škůdce na lípách patří třeba bekyně velkohlavá (*Lymatria dispar*), která už je popsána výše. Další škůdce je Pilatka lipová (*Caliroa annulipes*). Je to červená vosička, 4–5 mm dlouhá, je to polyfág na lípě, dubu, vrbě, bříze a javoru mleči. Larvy jsou po okraji zbarvené do žlutozelené barvy, mají výrazně silnější hrudní oblast a hlava je drobná, tmavě zbarvená a zatažitelná od hrudi (vzhledem připomíná drobného slimáka). Larvy vyžírají jen listový parenchym ze spodní strany tzv. skeletují listy. Pilatka zimuje v kokonu v zemi. Na jaře dochází k zakuklení a dospělci se líhnou v druhé polovině května. Samička klade vajíčka do zářezů na spodní straně listů. Larva zhruba po 40 dnech dospívá a padá k zemi, zde si utvoří kokon. Mívá dvě pokolení za rok. Silně skeletované listy usychají. Lípa má silné regenerační schopnosti, takže mohou nastat i případy kdy po prodělaném holožíru lípa přežije. Pilatka se přemnožuje v nepravidelně periodě, přičemž přemnožení bývají krátkodobá a samovolně zanikají v důsledku mnoha predátorů. Pokud je zásah opravdu nutný, zasahuje se proti mladým housenicím prvního pokolení, a to přípravky blokující syntézu chitinu (například Biobit WP, Dimilin 48 SC, Desic MEga, atd.). Tyto přípravky musí být v seznamu přípravků na ochranu lesa.

Dalším škůdcem je Vztyčnořitka lipová (*Phalera bucephala*). Patří do čeledi hřbetozubcovitý (*Notodontidae*). Je to velký motýl, který má v rozpětí okolo 5 cm. Žije polyfágně na různých listnatých dřevinách, nejčastěji na bříze, lípě, jívě a dubu. Přední křídla má šedá a mají nápadnou velkou žlutou skvrnu. Housenky jsou černožluté a chlupaté, černé pruhování tvoří síťový vzorec. U Vztyčnořítky přezimuje kukla v zemi. Motýli se líhnou od května do června. Samička klade vajíčka na spodní stranu listů. Housenky žijí ve skupinách, žír dokončují v září. Housenka může být až 6 cm dlouhá. Vztyčnořitka je poměrně běžný motýl, naštěstí její přemnožení není tak časté. Pokud dojde k přemnožení, bývají zasažené spíše mladší kultury listnatých dřevin. Obrana není nutná, protože i do hola ožrané stromy jsou schopny v příští sezóně regenerovat. V případě zásahu (například ve školkách), můžeme použít přípravky blokující syntézu chytinu (Dimilin 48 SC).

Vlnovník lipový (*Eriophyes tiliae*) patří do čeledi vlnovníkovití (*Eriophyidae*). Je to roztoč, u kterého dospělci velmi drobní – okolo 0,5 mm. Tento roztoč žije v různých typech hálek (vlnatých nebo růžkovitých). Zimuje za šupinami pupenů. Napadení tímto roztočem nejsou nějak závažná spíš jen z estetického hlediska.

Korohlod lipový (*Ernopus tiliae*) je škůdce na lípě. Jeho vývoj probíhá na slabých (okolo 7 cm) zavadajících větvích. Požerek je 1–2ramenný. Matečné chodby jsou 1–4 cm dlouhé na ně v kolmém směru navazují larvové chodby, které jsou krátké a husté. Nálet probíhá vždy na jednotlivé větve. Kůra na větvích, které jsou napadené je silně prožraná a drolí se. Mívá 2 generace do roka. Korohlod zimuje ve stádiu larvy, kukly nebo dospělé (Vacek et al., 2009).

3.3.3 Houbové choroby jehličnatých dřevin

Zemědělské půdy představují pro dřeviny speciální prostředí, co se týče živnosti a biologické kvality půd, díky těmto podmínkám dochází i ke zhoršení zdravotního stavu dřevin. Výrazně se zde projevují odlišné fyzikální vlastnosti půdy, především míra provzdušnění a retenční schopnost. Tímto je způsobeno, že na bývalých zemědělských půdách panují extrémní vlhkostní i teplotní poměry. Existují výrazné rozdíly mezi ornou půdou, loukou a pastvinou. Za nejvýznamnější problém na zalesněných zemědělských půdách s ohledem na cílovou dřevinu je kořenová hniloba kořenovníku vrstevnatého (*Heterobasidion*

annosum). Výsadby smrku na oglejených stanovištích a bývalých zemědělských půdách přispěly k masovému rozšíření kořenovníku. Kořenovník vrstevnatý je nekrotrofně parazitická dřevní houba. Na základě testů byly v Evropě rozlišeny tři skupiny. S-kořenovník, který je označován jako kořenovník smrkový (*Heterobasidion parviporum*). Nejvíce napadá smrk, ale i jiné jehličnany (borovici lesní, jedle atd.) (Vacek et al., 2009). Jeho evropské rozšíření je od severní Skandinávie po Turecko až na východ po Ural (Korhonen, 1998).

P-kořenovník je podobný kořenovníku vrstevnatému. Rozšíření má podobné jako S-kořenovník. Jeho hlavní hostitelskou dřevinou je borovice, dále však napadá smrk, jalovce a z listnatých dřevin olši. F-kořenovník je nazýván kořenovník jedlový (*Heterobasidion abietinum*) (Niemalä, Korhonen, 1998). Jeho areál je v Itálii a alpských zemích. Kořenovník vrstevnatý je největším problémem smrku na oglejených stanovištích, a také na bývalých zemědělských půdách. V některých částech střední Evropy je kořenovník přítomen i na horní hranici lesa. Ve Skandinávii tvoří kořenovník největší problémy v borových porostech, především na skeletnatých a písčitých půdách. Infikuje běl bazální části kmene. Kořenovník smrkový infikuje kořenový systém a proniká do výšky 8–12 m. Hniloba je zbarvena do červenohněda. Hniloba u kořenovníku je označována jako terminus technicus „červená hniloba“. Kořenovník jedlový způsobuje podobné problémy jako kořenovník smrkový, ale na smrku. V České republice nebylo nikdy zkoumáno druhové spektrum kořenovníku, předpokládá se však, že se u nás vyskytují zástupci všech tří forem. Lze však předpokládat že u nás je nejvíce rozšířen kořenovník smrkový. Kořenovník vrstevnatý se v ČR vyskytuje od nížin do hor. Nejvíce škodí na smrku ztepilém (*Picea abies*), ale napadá i jiné zástupce smrku. Napadá však i jiné dřeviny, ale ne tak masivně jako smrky. Jedle jsou s porovnáním se smrkem napadány jen výjimečně. Hniloba kořenovníku se na jedli rozšiřuje na padlých kmenech. Hynutí borových porostů v důsledku napadení kořenovníkem, nebylo v ČR zaznamenáno. Napadení douglasky či modřínu je výjimečné. Napadá však i některé introdukované dřeviny jako například kryptomerie japonská (*Cryptomeria japonica*), metasekvoj čínská (*Metasequoia glyptostroboides*), zerav (*Thuja sp.*), jalovec (*Juniperus sp.*). Zaznamenán byl i na listnácích olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), vrba jíva (*Salix caprea*), javor klen

(*Acer pseudoplatanus*), jasan (*Fraxinus* sp.) aj. Na listnácích však nepůsobí takové škody jako na jehličnanech. Kořenovník u listnáčů může působit jako faktor, který rozkládá lignocelulózy kořenů a pařezů. V nižších a vyšších polohách se kořenovník nejčastěji vyskytuje na sekundárních výsadbách smrku, na oglejených stanovištích nebo případně na dalších stanovištích, kde je vysoká a kolísavá hladina spodní vody. Ve středních a horských polohách je opět smrk nejvíce ohrožen na bývalých zemědělských půdách. Na bývalých zemědělských půdách vytváří smrk mělký, povrchový kořenový systém (pouze 30–40 cm povrchového horizontu půdy). Smrk je zde ohrožen červenou hnilobou, především kvůli přísuškům, které ohrožují kořenový systém, který díky mělkému zakořenění není schopen získávat vodu. Pronikání kořenu do větší hloubky není zde umožněno z důvodu malého množství vzduchu a zhutnění hlubších půdních horizontů, které nebyli orbou provzdušňovány. Pronikání kořenů může být také limitováno silným prokořeněním travního porostu. Bývalé zemědělské půdy jsou výjimečné také vysokým podílem živin, zvláště pak dusíkem. Obsah dusíku však není a hlavní důvod vyššího výskytu hnilob (Vacek et al., 2009).

Bývalá zemědělská půda je proto velmi odlišná od lesní. Na oglejených stanovištích je hlavní příčinou hniloby vysoká a během přísušků klesající hladina spodní vody. Smrky na těchto stanovištích vytváří opět mělký kořenový systém, když kořeny proniknou pod povrchový horizont, odumírají po zvednutí hladiny na nedostatek kyslíku. Mělký kořenový systém je náchylný na přísušky, v horských polohách pak trpí na mráz. Kořenovník působí na smrk jako velký stresor, který ovlivňuje transport vody a živin. Napadené smrky se projevují silnou defoliací a žloutnutím a opadáváním jehlic ke konci léta a na začátku podzimu. Je považován za primární parazitickou dřevokaznou houbu, která je schopná proniknout do dřeviny bez mechanického poškození. Ve smrkových porostech se dokáže šířit přes kořenové srůsty, do kterých se dostane přes řeznou plochu (např. pařez). U smrků v první generaci na zemědělských půdách, se kořenovník do kořenů dostává přes pařezy po prvním výchovném zásahu. Spory zde klíčí, hyfy pronikají do kořenů, kde následně v místě srůstu infikují zdravé stromy. K infekci může dojít i v místech mechanického poškození kořene. Spory se splavují ve výsušných trhlinách v půdě. Díky provedenému experimentu se zjistilo, že se splavované

spory dostanou až do hloubky 50 cm pod povrchem a mají schopnost infikovat zakopané vzorky. Tento způsob infekce se nejvíce objevuje na oglejených stanovištích, kde riziko infekce může dosahovat až 100 %. První příznakem, že se kořenovník vyskytuje v porostu, jsou bílé bochánkovité plodnice prorůstající hrabankou. Jsou to plodnice anamorfního stádia, vytvářejí konidie, které jsou uvedeny pod jménem *Spiniger meinekellus*. Tyto bochánkovité plodnice mohou být po desetiletí jediným znakem infekce. Teleomorfní plodnice narůstají za vhodných podmínek v jarních až podzimních měsících na pařezech, mechanicky poškozených kořenech, kořenových náběžích, bázích kmenů, na spodní straně vývrátů, může se také vyskytovat na padlých kmenech. V pokročilém stádiu infekce se na kmeni vytváří mokravé výrony pryskyřice. Uvnitř kmene se tvoří tzv. „červená hniloba“, která proniká od středu ke kraji. Při dlouhodobé infekci zůstává posledních 10–15 ročníků letokruhů zdravých. Hniloba má za následek poškození kořenů a kmene čímž se strom stává náchylnějším i proti větrným kalamitám. Napadené stromy jsou náchylné na vývraty, ale také na zlomy ve výšce 3–4 m. Napadené dřevo se dá požit jen jako palivo nebo vlákna. Hniloba je zpočátku černá až po sléze se zbarvuje do typické červenohnědé barvy. Typická je zde odlupčivost podél letokruhů. V letních měsících může být rozklad dřeva velmi rychlý. Dřevo je vyhnílé rovnoměrně a v celém průřezu s výjimkou posledních letokruhů, které ještě nebyli infikované. Na některých lokalitách můžeme najít kmeny infikované jak václavkou, tak i kořenovníkem. Za těchto okolností se v bazální části kmene vytváří dutiny a typické lahvovité zbytnění oddenku díky václavce je významně zvýrazněno přítomností kořenovníku.

Co se týče ochranných opatření, můžeme aplikovat nátěr řezných ploch po prvním zásahu v porostu. V zemích jako je Polsko, Skandinávie aj., je tento zásah uložen zákonem. Dříve se používaly přípravky jako kreozot, sloučeniny boru, dusitan sodný a močovina. Ochrana je založena na tom, že kořenovník napadá čerstvě (ještě živé) pařezy. Kořenovník nenapadá staré pařezy, které již rozkládá jiná houba. Po infekci pařezu nějakou saprofytickou a jinak neškodnou houbou (například outkovka obrovská), dochází k rozkladu pařezu a ten se stává pro kořenovník nežádoucí. Nejvíce rozšířený přípravek se nazývá Rotstop. Ten je aplikován, jak po těžbě motorovou pilou, tak i po harvestoru. Některé

harvestorové hlavice dokážou přípravek aplikovat hned po řezu. Další používaný přípravek je močovina. Ta urychlí kolonizace řezné plochy saprofytickými dřevními houbami a následný rozklad dřeva. Infekce kořenovníku je po nátěru téměř nemožná. Dalším obranným opatřením na podmáčených půdách je meliorační opatření. V důsledku snížení hladiny vody mohou smrky lépe prokořenit. Veliký problém při zalesňování zemědělských ploch je výsadba smrku jako cílové dřeviny. Smrk je sazen ve velkých počtech na hektar. V tomto případě hrají velkou roli přípravné dřeviny, které změní půdní vlastnosti stanoviště. Významná dřeviny jsou bříza, osika i borovice (dokáží odčerpávat ze stanoviště přebytečné živiny, které by pak mohli způsobovat hniloby u cílových dřevin). Další přípravnou dřevinou by mohl být i modřín, který na zemědělských půdách nemá závažné problémy a netrpí chorobami. Musíme brát v potaz, že se kořenovník šíří kořenovými srůsty, z toho důvodu musíme co nejvíce oddalovat případné infikování přes pařezy po prvním zásahu. Dále je nutné co nejvíce minimalizovat hektarové počty smrku z důvodu většího sponu. Když shrneme opatření, která by se měla používat pro zabránění šíření kořenovníku, jsou to: minimalizace počtů sazenic smrku na hektar, oddálení výchovných zásahů, maximální využití melioračních a zpevňujících dřevin. Dále můžeme používat dřeviny, které nejsou na kořenovník tak citlivé jako smrk (modřín, borovice, jedle). Můžeme používat i listnaté dřeviny, které na kořenovník nejsou náchylné vůbec. Důsledky v nerespektování těchto pravidel, jsou známé jak v zahraničí, tak i u nás, dochází k předčasnému rozpadu těchto porostů, znehodnocení dřeva a následná absence zdrojů pro obnovu lesa (Vacek et al., 2009).

Jednou z hub, která napadá smrky je i sypavka smrku (*Lirula makrospora*). Vyskytuje se od nížin do hor, kdy v nižších polohách infikuje mladé smrky a ve vyšších, vlhčích polohách i jehlice u starších smrků. Infikuje jednotlivé jehlice. V prvním roce začíná infekce na podzim, jehlice hnědnou a vytvářejí se na nich vřekaté plodnice, které dozrávají v dubnu následujícího roku. Plodnice jsou vždy na spodní straně jehlic, mají černohnědou lesklou barvu. Na horách ve vlhkém počasí má houba rychlejší vývoj.

Mezi další významné choroby na smrku patří václavka smrková (*Armillaria ostoyae*). Tato houba se vyskytuje na smrku ve všech věkových stupních.

V mýtních a přestárlých porostech dochází k zbytnění bazální části kmene a ronění pryskyřice. Půd kůrou se tvoří bílé syrrocia – bílého blanitého mycelia. Plodnice václavky mají hnědý klobouk s hnědými šupinami, staré plodnice jsou lysé a okraj klobouku bývá rýhovaný. V první fázi hniloby je dřevo světle oranžově hnědé, a proniká do dřeva plaménkovitě (ve směru bývá ohraničena černou zónou). Ve druhé fázi je dřevo žlutooranžově hnědé nebo žlutobílé. Je měkké a od první fáze je oddělené černou linií. Ve třetí fázi je dřevo rozrušené a zůstávají pouze dřeňové paprsky, které václavka rozkládá na posled. Václavka se vyskytuje od nižších až do středních poloh, nejvíce na živných stanovištích. U nás je nejvýznamnější ve všech věkových stupních na smrku a borovici, ale v malé míře napadá i jiné jehličnany a listnáče. Nejvíce trpí smrky, které jsou oslabeny suchem. Ochrana proti václavce je jen preventivní. Na lokalitách, kde je předpoklad napadení václavkou, se vysazují listnaté stromy, v probírkách se odstraňují napadené stromy a v případě potřeby je vhodné snížit obmýtí na 70 let (Vacek et al., 2009).

Jedna z dalších saproparazitických dřevokazných hub je pevník krvavějící (*Stereum sanguinolentum*). Rozšiřuje se na dřevě jehličnatých stromů. Příznaky výskytu této houby jsou výrony pryskyřice ze strany, kde došlo k poškození dřeviny. Jednoleté plodnice jsou zpočátku okrouhlé, poté se z nich stávají povlaky. Na kůře pařezů se tvoří polokruhovitě kloboučky hustě nad sebou. Kloboučky mají bílý, vlnovitě zprohýbaný okraj. Povrch je chlupatý. Plodnice při poranění rychle červená. Infekce stromů probíhá v místě poranění bělového dřeva, a to buď na kořenech, kořenových náběžích, kmeni anebo větvích. V první fázi je dřevo světle oranžové, ohraničené šedofialovou zónou od zdravého dřeva. V další fázi je dřevo oranžově hnědé a podélně se rozkládá. Ochrana proti této houbě spočívá v zabránění poranění kořenových náběhů a kmene. Stromy, které jsou poškozeny ohryzem lze ošetřit fungicidními přípravky.

Hnědák Schweinitzův (*Phaeolus schweinitzii*) je parazitická dřevokazná houba, která infikuje smrk, borovici, modřín a ojediněle se vyskytuje i na douglasce. Hnědák má jednoleté plodnice, které nejčastěji vyrůstají nad infikovanými kořeny na povrchu hrabanky. U hodně vyhnílych stromů vyrůstají plodnice z kořenových náběhů a na bázi kmene. Plodnice jsou vějířovité až nálevkovité. Klobouk je

kruhovitý nebo polokruhovitý, v mládí žlutý, žluto rezavý až oranžově rezatý se žlutým okrajem. Vyzrálé plodnice mají tmavě hnědo rezavou barvu. Podhoubí nejdříve rozkládá dřevo ve spodní části kořenů a pak postupuje do pařezů části. Pokud se strom nevyvrátí z důsledku hniloby, může tato hniloba proniknout až do 10 metrů. V poslední fázi je hniloba červenohnědá a hranolovitě se rozpadá. Čerstvá hniloba voní po pryskyřici (Vacek et al., 2009).

Bělochoroš hořký (*Postia stiptica*) je také parazitická dřevokazná houba. Nejvíce škod působí na smrku. K infekci dochází při poranění kmene, kořenových náběžích nebo kořenů. Plodnice na stromě vyrůstají až po 2–3 letech parazitace. Jejich barva je sněhově bílá a mají polokruhovitý, někdy až protáhlý nebo vějířovitý tvar. Za sucha je plodnice tvrdá a lámavá. V mládí plodí kapky vody a čerstvé plodnice jsou hořké.

Troudnatec pásovaný (*Fomitopsis pinicola*) je saproparazitická dřevokazná houba, která se především vyskytuje na smrku a jedli. Může také infikovat i jiné jehličnany a některé listnaté dřeviny. Plodnice jsou polokruhovité a na bázi se rozšiřují. Povrch plodnice je pásovaný, nejdříve bělavý, později žlutohnědý. Je pokrytý červenooranžovou lesklou vrstvou. Okrajová zóna je červenožlutá. Obrana proti troudnatci je však pouze preventivní, a to tehdy, pokud omezujeme poškození stromů a včas vyvážet dřevo z lesa (Vacek et al., 2009).

3.3.4 Houbové choroby listnatých dřevin

U listnatých dřevin se nevyskytuje žádná závažná houbová choroba, která by se přímo vážala na zemědělské půdy. Jediné vážné riziko může představovat choroba z rodu *Phytophora*, která je zavlečená ze školek. S kombinací přívalových dešťů a těžkými půdami může způsobovat potíže. Buk z hlediska zdravotního stavu nepředstavuje problémovou dřevinu. Přestože problémy na bývalých zemědělských půdách se zde nevyskytují, tak na těžkých půdách se projevuje poškození kořenového systému. Také může trpět na hypoxii nebo se zde může objevit infekce kořenového systému způsobená některým z druhů *Phytophora* (například *P. cambivora*, *cintricola*, *kernoviae*). U nás v ČR nebyla dosud zjištěna. Budeme-li předpokládat, že *Phytophora* byla zavlečena ze školek, jedna z preventivních obran je používat kvalitní sadební materiál. V případě infekce sazenice dochází k totálnímu zničení kořenového systému.

Ostropórka topolová (*Oxyporus populinus*) je dřevokazná parazitická houba, která nejvíce škodí na javorech (občas se vyskytuje na jilmu, buku a jeřábu). Plodnice jsou víceleté a bokem přirostlé ke kmeni. Klobouk má smetanově bílé až bílošedé zbarvení. Bývá často porostlý mechem. V poslední fázi se dřevo rozkládá podél dřevných paprsků. Ostropórka způsobuje bílou hnilobu vnitřního vyvrátého dřeva (Vacek et al., 2009).

Apiognomonia errabunda způsobuje předčasné opadávání listů zejména ve školkách. Koncem května se na listech tvoří velké světle hnědé skvrny s tmavším okrajem (Butin, Zycha, 1973). Tyto skvrny se tvoří převážně na lípách.

Choroš šupinatý (*Polyporus squamosus*) je parazitická dřevokazná houba, která roste na široké škále listnatých dřevin (topol, jilm, ořešák vlašský, lípa, jírovec, akát aj.). Infekce do stromu vstupuje v místě poranění kmene nebo kořenových náběhů. Plodnice na stromě vyrůstají až po několika letech parazitace, a to většinou na jaře. Jsou jednoleté a tvoří klobouk. Klobouk je okrouhlý nebo vějířovitý. Barvu má žlutorezavou a je pokrytý hnědými šupinami s bílými póry. Hniloba proniká do vnitřního dřeva a odtud se rychle šíří. Napadené dřevo je nejdříve žlutavé a následně bělé. Dřevo se postupně rozpadá na drobné kostičky a vzniká dutina. Vyhnílé kmeny často v korunách prosychají a velmi často dochází k odlamování silných větví, rozlamování korun nebo k pádu celého stromu (Vacek et al., 2009).

3.4 Produkční funkce porostů první generace na zemědělských půdách

Často se setkáváme s různými názory mezi lesnickou komunitou na využití dřevoprodukční funkce smrku ztepilého v porostech první generace na dřívě zemědělských půdách. Na jedné straně je to zjištění o nadtabulkové produkci, kdy například Slodičák (2005) udává zásobu smrkového porostu v 37 letech $507 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, přitom tabulková hodnota udává zásobu $470 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ pro bonitu +1 (36). Na druhé straně mnoho lesníků tvrdí, že smrkové porosty na bývalých zemědělských půdách, tedy velmi bohatých půdách silně trpí hnilobami, a tak ta nejcenější část je hnilobou znehodnocena. Je zde otázka, jestli se pro vlastníky vyplatí stále zalesňovat zemědělské plochy smrkem ztepilým anebo jestli to je pro ně prodělek. Někteří autoři (např. Janovský, 2002; Mareš, 2004; Vacek et al., 2009 atd.) doporučují použít k zalesnění přípravné dřeviny s pionýrským růstem.

Nedoporučují smrk vzhledem k tomu, že do 5. LVS trpí suchem a houbovými chorobami (Bartoš et al., 2006).

Jeden z výzkumů (2006-2007), který proběhl v Orlických horách, se zabýval hodnocením růstu na bývalých zemědělských půdách. Na zkoumaných plochách byli hlavními dřevinami smrk, modřín a olše. Smrk byl ve věku 50–65 let s bonitou 34–36. Zakmenění smrku bylo od 0,85 – 1,14 tedy průměrně 0,99. Kromě zakmenění zde byla zjišťována i střední tloušťka, která u smrku činila o 45 % víc než růstové tabulky. Na výzkumných plochách Vrch Dobroč (Slovensko) uvádějí autoři u 20letého smrkového porostu s bonitami 40–42 střední tloušťku oproti růstovým tabulkám výší průměrně o 42 %. Jako příčinu rychlého růstu uvádějí hluboké a živné zemědělské půdy, které obsahují vláhu během celého roku (Vacek et al., 2009). V blízkosti zkoumaných ploch byly vyhledány dospělé porosty (smrkové a modřínové) I. generace lesa. Na těchto plochách byla provedena těžba za účelem zjištění hnilob. Podle výsledků smrkové porosty obsahovali na přibližně 50 % stromů hnilobu. Modřínové porosty jen přibližně 7 %. V porovnání se sortimentními růstovými tabulkami (Vacek et al., 2009). Pro smrkové porosty byly dále zjištěny podíly základních jakostních tříd výřezů I až IV, pro kulatinu I – III B, dále tloušťkové výřezy 1–6. Z výsledků bylo zjištěno, že smrkové porosty na nadprůměrných bonitách ve věku 50–65 let, mají kolem 65 % nejkvalitnějších kulatinových sortimentů třídy I – III.A, 20% pilařské třídy III.B, 13% vlákniny a 2 % palivového dřeva třídy VI. Na zkoumaných plochách převládají slabší a střední tloušťkové třídy, s podílem cca 75 % (Vacek et al., 2009).

3.5 Ekologické nároky dřevin

3.5.1 Smrk ztepilý (*Picea abies* [L.] Karst)

Smrk ztepilý (*Picea abies* [L.] Karst.) je v ČR dřevina, která má největší hospodářský význam. Zaujímá zhruba 50 % z celkové plochy porostní půdy. Bohužel v posledních letech trpí smrk kůrovcovou kalamitou a dopady klimatických změn (oteplování, sucho). V roce 2018 bylo vytěženo 25,69 mil. m^3 surového dříví z toho 23,01 mil. m^3 spadalo do nahodilých těžeb. Celkový počet těžeb jehličnatého dříví činil 24,21 mil. m^3 (Ministerstvo zemědělství, 2018). Smrk ztepilý patří do čeledi borovicovité (*Pinaceae*), je vysoký 30-50 m a

má pravidelnou kuželovitou korunou. Kmen může mít průměr až 2 m (Hecker, 2012). Borka je červenohnědá až šedá i ve stáří tenké s odlupujícími se šupinami, dřevo žlutobílé. Kořenový systém je povrchový, a tak nedochází k hlubokému zakořenění, smrk trpí vývraty (Úřadníček et al., 2001). Jehlice má 1-3 cm dlouhé a zhruba 1 mm široké. Samčí květy jsou purpurově červené a přecházejí do žluté barvy, 1,5-2 cm dlouhé. Samičí květenství je zbarvené do červené až žlutozelené barvy, 5-6 cm dlouhé. Semeno je 4-5 mm dlouhé s křídlem až 15 mm dlouhým, široké je 6-7 mm. Kvete od května do června a plody dozrávají od září do listopadu (Hecker, 2012). Semenné roky jednou za 5-8 let. Smrk je světlomilná dřevina, v mládí snáší poměrně dobře zástin, a tak vniká do porostu jiných dřevin a zaujímá jejich místo. Smrkové porosty mívají často hustý zápoj, nedovolují proto pod nimi růst dalších rostlin. Vzhledem k povrchovému kořenovému systému je značně náročný na půdní vlhkost. Snáší nadbytečnou vlhkost i stagnující vodu bažin a rašelin. Nedostatek vláhy smrk limituje v růstu. Na půdu nemá smrk velké nároky, avšak na vápencových horninách značně ustupuje buku. Při dostatečné vlhkosti dokáže růst i na mělkých půdách. Smrk není náročný na klima. Je velmi citlivý k vysokým teplotám a nesnáší nízkou relativní vlhkost vzduchu. Je málo odolný vůči větru, a tak často trpí vývraty. Je také náchylný na zlomy způsobené sněhem a námrazou. Smrk je velmi citlivý na znečištění (zejména SO_2) ovzduší. Což se projevilo v hynutí porostů zejména v pohraničních oblastech (Jizerské hory, Krušné hory atd.). Jeho areál výskytu je severní a severovýchodní Evropě a ostrůvkovitě v horách střední a jižní Evropy. Na našem území je zastoupen horský smrk hercynsko-karpatské oblasti. Vyskytuje se od nížin až do hor (300–1350 m. n. m.). U nás je nejvíce rozšířen v pohraničních oblastech. Řidší přirozené zastoupení je ve vnitrozemských horských skupinách (např. Českomoravské a Dražanské vrchovině, v Brdech, Slavkovském lese a Oderských vrších). Bez smrku jsou úvaly řek. Pro jeho rychlý růst a technické přednosti dřeva se stal smrk významnou dřevinou. Používá se jako stavební, truhlářské, nástrojářské, ale i rezonanční dřevo pro hudební nástroje. Je používán i na papír a palivo. Dříve se ze smrku těžila i pryskyřice, která se využívala pro výrobu bednářské smůly. Mladé letorosty a pupeny jsou bohaté na vitamín C. Oblíbené jsou i jako vánoční stromky (Úřadníček et al., 2001).

3.5.2 Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.)

Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) je opadavý, 25-30 m vysoký strom. Patří do čeledi bukovité (*Fagaceae*). Buk v porostu tvoří rovný kmen, v otevřeném prostranství tvoří širokou korunu se silnými větvemi, které často sahají až k zemi. Má hladkou, tenkou a šedou borku (Úřadníček et al., 2001). List má 10-15 mm dlouhý řapík a 3-7 cm velkou čepel (Hecker, 2012). Listy se na podzim nápadně barví, nejdříve žlutě pak červeně a následně tmavohnědě. (Úřadníček et al., 2001) Květy jsou nenápadné, v jednopohlavních květenstvích. Samčí květenství je převislé a mnohokvěté. Samičí květenství je dvoukvěté. Buk kvete od dubna do května a plody dozrávají září až říjen. Plody jsou hnědé bukvice, 1-2 cm dlouhé (Hecker, 2012). Buk má plodná období jednou za 8 až 10 let. Bukvice jsou jedlé. Kořenový systém je srdčitý. Z mohutného kořenového uzlu vyhání buk kořeny všemi směry do půdy, bývá proto často dobře ukotven v zemi a není tak náchylný na vývraty. Na živných půdách však buk prokořeňuje do půdy velmi mělce. Buk je dřevina, která snáší velmi dobře i silný zástin. Proto tuto vlastnost mohou mít bukové houštiny i několik pater. Buk má střední nároky na vláhu v půdě. Preferuje větší podíl srážek, a hlavně v letním období vyžaduje vyšší relativní vlhkost vzduchu. Je indiferentní ke geologickému podkladu. Nejlépe se mu daří na humózních půdách bohatých na vápník. V oblastech, kde není optimální klima a jiné faktory prudce stoupají nároky na půdu. Buk svým opadem listů ovlivňuje půdu. Je náchylný na pozdní mrazy a vyhovuje mu oceánické klima. Buk je dřevina evropského areálu. U nás buk najdeme ve všech středohořích a horských oblastech hercynské i karpatské části státu. V našich podmínkách vytváří v horní hranici lesa (400–800 m. n. m.) často nesmíšené porosty, níže se pak mísí se smrkem a dubem. U nás je buk nejvýznamnější hospodářskou listnatou dřevinou. Cenné sortimenty dává často jen hladká část kmene, ostatní je použito na palivo nebo výrobu celulózy. Buk trpí nepravým jádrem. Staré buky jsou častou ozdobou zámeckých parků. (Úřadníček et al., 2001) Buk je v ČR zastoupen z 8,6% celkové plochy porostní půdy (Ministerstvo zemědělství, 2018).

3.5.3 Dub letní (*Quercus robur* L.)

Dub letní (*Quercus robur* L.) je listnatý, opadavý, 30–40 m vysoký strom se širokou korunou. Patří do čeledi bukovité (*Fagaceae*). Patří k našim nejmohutnějším dřevinám (Úřadníček et al., 2001). V dospělosti má mohutné větve a hrubě rozbrázděnou borku (Hecker, 2012). Kořenová soustava je typická svým kulovým kořenem, a podobně jako u buku zde nedochází k častým vývratům. Má vynikající pařezovou výmladnost. Často se na kmeni tvoří také výmladky (tzv. vlky), hlavně za přístupu světla. Zvěř často okusuje mladé duby, černá zvěř vyrývá sazenice a požírá žaludy (Úřadníček et al., 2001). Listy mají krátký řapík (2–7 mm), čepel je kožovitá, oboustranně lesklá, 10–15 cm dlouhá. Listy jsou přisedlé, s široce a hluboce vykrojenými laloky. Květy jsou nepatrné a jednopohlavné. Samčí květy jsou při základu dlouhých výhonů, 2–4 cm dlouhé a převislé. Samičí květy po 1–5 klasech. Plodem je 2–3,5 cm dlouhý žalud. Žaludy jsou na dlouhých stopkách, což je jedna z odlišných vlastností od dubu zimního (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl.). Dub letní je dřevina světlomilná a nesnáší silný zástín. V požadavcích na vláhu rozlišujeme u dubu dva ekotypy. Běžný a často rozšířený ekotyp najdeme v lužních lesích má značné nároky na vláhu a snese i jarní záplavy. Druhý ekotyp se vyznačuje tím, že dokáže růst i na velmi vysychavých půdách a můžeme ho najít v lesostepních lokalitách. Je to dřevina velmi náročná na půdu. Nejlépe roste na hlubokých, hlinitých půdách, které najdeme v lužních lesích nebo na spraších. Poměrně dobře odolává solím a daří se mu i podmínkách velkých měst. Je to Evropský druh, který chybí pouze na jižní polovině Pyrenejského poloostrova, na Sicílie, v Řecku a Turecku. Na našem území má rozšíření pásový charakter daný průběhem toků řek (Polabí a Poohří, úvaly Hornomoravský, Dolnomoravský a Dýjskosvratecký, Třeboňská pánev). Netvoří čisté porosty, roste často ve směsi s jasanem a jilmem. V malé míře se objevuje i na jiných místech jako třeba na teplých výslunných stráních a živnějších podkladech (Český krás, České středohoří nebo jižní Morava). Roste tam s dubem zimním, šípákem nebo cerem. Má zde křivý a nízký vzrůst. Dub je lesnický významná kruhovitě pórovitá dřevina. Má mnohostranné využití při výrobě dýh, jako stavební dříví, v lodním stavitelství, k výrobě pražců atd. Dubové dřevo je trvanlivé i pod vodou. Žaludy měly v dřívějších dobách velký význam při krmení vepřů. Kůra z mladých dubů se užívá proti žaludečním

problémům, průjmu, ale i do koupelí. V parcích je často vysazován jako soliterní strom (Úřadníček et al., 2001). Dub je v České republice zastoupen ze 7,3 % celkové plochy porostní půdy (Ministerstvo zemědělství, 2018) Přirozená skladba dubu by měla tvořit asi 20 % z celkové plochy porostní půdy. Na území ČR se vyskytuje 7 druhů dubu. Mezi hlavní druhy pak patří dub zimní (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl.) a dub letní (*Quercus robur* L.). V teplejších polohách se vyskytuje dub pýřitý (*Quercus pubescens* Wild.) a na jižní Moravě objevuje dub cer (*Quercus cerris* L.). Zbylé druhy dubů nejsou hospodářsky významné (Úřadníček et al., 2001).

3.5.4 Javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.)

Javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.) je opadavý, až 30 m vysoký strom se širokou korunou (Hecker, 2012). Patří do čeledi javorovité (*Aceraceae*). Borka je šupinovitě odlupčivá. Kořenový systém má srdčitý typ. Kořeny směřují hluboce do půdy a je tak dobře ukotven i v půdě obsahující hodně balvanů. Klen má dobrou výmladnost jen v mladém věku (Úřadníček et al., 2001). Listy mají 3–15 cm dlouhý řapík, vespod chlupatou a cca 20 cm dlouhou čepel. Květy jsou oboupohlavné a jednopohlavné zbarvené do žlutozelena. Semena jsou dvojnažky 3,5– 4,5 cm dlouhé. Kvete od dubna do května a plody dozrávají v září až říjnu (Hecker, 2012). Plodnost stromu volně rostoucího nastává až po 25. roce. Javor klen je dřevina, která snáší střední zástin. Má vysoké nároky na půdní i vzdušnou vlhkost. V terénu ho často najdeme na vlhkých stanovištích, jako jsou třeba náplavy řek nebo prameniště, nesnáší však stagnující vodu a nevydrží záplavy. Typická horská stanoviště, kde klen roste, jsou charakterizována vysokými srážkami nebo vysokou vzdušnou vlhkostí. Preferuje hluboké, humózní čerstvé půdy s vysokým obsahem skeletu. Je typickou součástí lesních společenstev – suťových lesů, kde roste s jasanem, bukem, jilmem horským, lípou a javorem mlečem. Na vápencovém podkladu roste hlavně na úpatí skal a na sutích, bohaté na splavený humus, a hlavně na dostatečně vlhký humus. Je dřevinou vlhkého horského klimatu oceánického charakteru. Klen je velmi citlivý na mráz. Po silných mrazivých zimách vznikají na kmeni trhliny. Aby škody způsobené mrazem nebyly tak vysoké, klen se brání pozdním rašením. Jeho areál je evropského charakteru, rozprostírá se zejména ve střední a jižní části Evropy. Na

našem území je klen roztroušen po celém území a roste často ve skupinkách. Najdeme ho téměř ve všech pahorkatinách, vrchovinách a pohořích. V Českých zemích roste na hranici 800–900 m. n. m. na Šumavě se ojediněle vyskytuje přes 1200 m. n. m. Klen má jemné a těžké roztroušeně pórovité dřevo. Dříve měl velmi dobré uplatnění v truhlářství, kolářství, řezbářství a soustružnictví. Do dnešní doby je nepostradatelný při výrobě hudebních nástrojů, zejména, má-li vlnité letokruhy. Pro časný květ je hodně ceněn u včelařů. Stejně jako dub tvoří malebné solitéry v parcích (Úřadníček et al., 2001).

3.5.5 Lípa malolistá (*Tilia cordata* Mill.)

Lípa malolistá (*Tilia cordata* Mill.) patří do čeledi lipovité (*Tiliaceae*). Je to listnatý strom, 25–30 m vysoký. Má hustou a širokou korunu. Listy mají 2–5 cm dlouhý řapík, 3–5 cm velkou čepel. Čepel je asymetricky srdčitá, s pravidelným pilovitým okrajem. Na vrchní straně listu v úžlabí žilek má rezavé chloupky. Květy jsou oboupohlavné, v květenství 4–10. Kvete od června do července a plody dozrávají v září. Plodem je oříšek 5–7 mm velký. (Hecker, 2012) Má vynikající pařezovou výmladnost. Lípa malolistá je stín snášející dřevina. Často se vyskytuje ve spodních patrech smíšených porostů a slouží jako tzv. výchovná dřevina. Stanoviště, na kterých lípa roste, jsou vlhká. Skalnaté lokality se vyznačují aspoň vzdušnou vlhkostí nebo větším množstvím srážek. Na půdu má střední nároky. U nás roste na skeletovitých, dusíkem obohacených půdách, středně hluboké až hluboké. V členitém skalnatém terénu se může stát, že obě naše lípy budou růst společně, pak lípa velkolistá se bude vyskytovat spíše na osluněném a vyhřívaném místě a lípa malolistá bude růst spíše ve stínu a vlhku. Lípa malolistá se vyznačuje vynikajícím přizpůsobením ke klimatickým činitelům. Netrpí na pozdní mrazy. Roste téměř v celé Evropě, kromě nejjižnějších a nejsevernějších oblastí. U nás je nejvíce rozšířena na suťových svazích, kde roste nejčastěji s javorem, jasanem ztepilým, dubem zimním a habrem. Roste i v lužních lesích, ale mimo záplavové oblasti. Zde roste s dubem letním, jilmy, jasan, habry a javorem babykou. Na Šumavě vystupuje do výšky až 600 m n. m. Zastoupení lípy v našich lesích klesnul v důsledku přeměny lesní půdy na zemědělskou a také když listnaté lesy začaly být nahrazovány jehličnatými monokultury. Lípa má roztroušeně pórovité dřevo bez jádra. Je vyhledávaným

řezbářským materiálem. Je to významná medonosná dřevina, která se často vysazovala do alejí své vysoké odolnosti. Snáší přesazování, seřezávání a nešetné zacházení, skrývku, navážku, výkopy kolem kmene. Nesnáší však solení. V lékařství bývá lipový květ součástí nálevů a čajů s potopudnými, protizánětlivými a lehce diuretickými účinky (Úřadníček et al., 2001).

4 Materiál a metodika

4.1 Charakteristika zájmového území

4.1.1 Chráněná krajinná oblast Broumovsko

Chráněná krajinná oblast (CHKO) Broumovsko byla založena 27. března 1991 a to na ploše zaujímající 410 km^2 (SOP – SCHKO Broumovsko, výroční zpráva 2005). V chráněné krajinné oblasti Broumovsko najdeme několik maloplošných, zvláště chráněných území. Národní přírodní rezervace (zkr. NPR) Adršpašsko – Teplické skály (1803,43 ha) patří mezi největší skalní města ve střední Evropě, a Broumovské stěny (1179,40 ha). Přírodní památky (zkr. PP) Borek (3,63 ha), Kočičí skály (6,08 ha), Křížová cesta (12,92 ha) a Ostaš (29,50 ha). (Mackovčín et al., 2002) Cílem zřízení CHKO je ochrana přírody a obnova krajiny. Území chráněné krajinné oblasti je rozděleno do čtyř zón, a to podle přírodních hodnot a míry ochrany přírody.

Území první zóny patří mezi nejcennější, kdy zahrnuje pískovcové oblasti, dochované zbytky přírodě blízkých lesů a zachované údolní nivy. Tvoří zhruba jednu desetinu z celkové území CHKO. Druhá zóna obsahuje lesy se značně změněnou druhovou skladbou od kvalitních listnatých a smíšených porostů, až po jehličnaté monokultury. Zemědělská půda je zde charakterizována polokulturními až kulturními travními porosty. Druhá zóna zaujímá přibližně 14 % z celkové rozlohy chráněné krajinné oblasti. Třetí a čtvrtá zóna zaobírá největší rozlohu asi tři čtvrtiny celkové plochy. Je tvořena zemědělskými pozemky a lesy s různou druhovou skladbou. Čtvrtá zóna je vymezena v okolí Broumovské kotliny. Lesy zde tvoří menšinu a jsou obklopeny velkými plochami zemědělsky obhospodařovaných půd, které jsou zejména orné (Beranová et al., 2008).

Území CHKO je z větší části tvořeno sedimenty a vyvřelinami permokarbonu a spodního triasu. Zbylá část je tvořena křídovými sedimenty. Odlišnost těchto uskupení tvoří velké rozdíly jak v morfologii terénu, tak i ve vzniku půd a zvětralin. Vnitrosudetská pánev je tvořena složitou vrásou, která je výsledkem dlouhodobého tektonického vývoje. Vrása patří k nejhlubším zakleslou částí v severozápadním směru, která vznikla při saxonském vrásnění. Žacléřské souvrství tvoří střídání slepenců, pískovců a auleropelitů s opakovanými výlevy melafyrů. Odolovské souvrství představuje střídání sedimentů aluviálních

(aleuropelity) se sedimenty říčních koryt (pískovce). Chvalečské souvrství je prezentováno přechodem z karbonu do permu. Převládá zde červené zbarvení sedimentů. Broumovské souvrství je tvořeno střídáním jemnozrnných psamitů a aleropelitů které mají červené zbarvení. Po uložení broumovského souvrství dochází k tektonickým pohybům. Následovalo trutnovské, bohuslavické a bohdašinské souvrství. Snižování terénu bylo ukončeno zvyšováním hladiny křídového moře. Nejmladší cyklus mořské křídové sedimentace tvoří křemenné kvádrové pískovce, které dnes tvoří zbytky uprostřed pánve (Adršpašsko – teplické skály, Ostaš, Stolové hory). Ústupem křídového moře se vnitrosudetská pánev stala napořád souší. Ve vnitrosudetské pánvi převažují hlíny a písčité hlíny, velmi často s kamenitou příměsí. Písčité hlíny až hlinité písky zabírají oblast výchozů křídových pískovců i pískovců a slepenců. Svahy jsou tvořeny jílovitými hlínami. V dutinách melafyrových mandlovců můžeme najít odrůdy křemene a to např. ametyst, chalcedony, acháty. V Javořích horách se objevují i živce, pyroxeny, biotit, křemen, amfibol. CHKO Broumovsko je tvořeno podstatnou částí Broumovské vrchoviny, která je rozdělena na tři podcelky, mezi které patří Meziměstská vrchovina, Polická vrchovina a Žacléřská vrchovina. Velká různorodost území v CHKO Broumovsko a výškové rozdíly (351-880 m n. m.) vytvářejí i na krátké vzdálenosti poměrně velké rozdíly v klimatu. Území CHKO je rozděleno do tří rajonů dvou klimatických oblastí. Do nejteplejší oblasti patří střední a východní část Broumovské kotliny. Do mírné teplé oblasti patří zbytek Broumovské kotliny až k úpatí Broumovský stěn a Javořích hor dále Policko, Machovsko a Stárkovsko. Vrcholové partie Javořích a Jestřebích hor, dále Broumovské stěny a okolí Teplic nad Metují, Adršpachu a Jívky patří do chladné oblasti.

Na území CHKO Broumovsko převládají západní větry. Průměrný úhrn srážek je 650-1000 mm. Ve směru SZ-JV je klimatický předěl mezi „českou“ (vlhčí) a „slezskou“ (kontinentálnější) oblastí. Rozpad nízké oblačnosti v tomto rozhraní přináší velké imisní zátěže z ovzduší a tím negativně ovlivňuje lesní ekosystémy především v návětrných partiích. Území Broumovské vrchoviny patří do povodí řeky Labe a Odry. Meziměstskou vrchovinu odvodňuje řeka Stěnava. Řeka Metuje odvodňuje celou Polickou vrchovinu i severovýchodní část Jestřebích hor.

Řeka Metuje pramení nad Adršpašskými skalami v lokalitě „Kalou“. Pitnou vodu z Metuje odebírá celý Broumovský výběžek i Náchod. Broumovsko je oblast středně bohatá na květenu. Převážná část území náleží do mezofytika jen Adršpašsko-teplické skály jsou vyčleněny do oreofytika . CHKO tvoří asi 40% lesní porosty, 20% louky a pastviny a přes 30% orná půda. Území se nachází v dubobukovém (3.LVS) až smrkobukovém (6.LVS) lesním vegetačním stupni, zastoupeny jsou zde květnaté a acidofilní bučiny (*Fagion*, *Luzulo-Fagion*). Broumovsko kotlinu z určité části pokrývaly dubohabřiny (*Carpinion*). Přirozené smrčiny (*Piceion excelsae*) se vyskytují pouze ve skalních oblastech. Ve skladbě lesů na území CHKO převládá smrk ztepilý (72 %) rozšířen lesnickým hospodařením. Další zastoupení dřevin borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) 8 %, bříza (*Betula* sp.) 6 %, buk lesní 5 %, modřín opadavý (*Larix decidua* Mill.) 5 %, olše lepkavá (*Alnus glutinosa* [L.] Gaertn.) a olše šeda (*Alnus incana* [L.] Moench) 1 %, javor klen a javor mlec (*Acer platanoides* L.) 1 %. Některé lesní oblasti byly postiženy kalamitami vzniklými působením imisí a hmyzími škůdci či větrem. Vegetace na pískovcových skalách je ovlivněna živinami chudým podloží, poměrně velkou nadmořskou výškou a výraznými teplotními změnami. Kyselé podloží způsobuje relativně chudost flóry, pokud jde o cévnaté rostliny (Mackovčin et al., 2002).



Obr. 1: Mapa CHKO Broumovsko

Zdroj: <http://broumovsko.ochranaprirody.cz/ochrana-prirody/>

4.1.2. Chráněná oblast přirozené akumulace vod – Polická pánev

Polická křídová pánev (PKP) je geologicko-vodohospodářské regionální označení pro území. Leží ve střední části Broumovského výběžku stejně tak jako Polická vrchovina (Demek, Mackovčín, 2006). Střed PKP tvoří kotlina v okolí Police nad Metují a okraj pánve tvoří útvary sedimentárních vyvýšenin. Utvářet se začala v nejmladší době druhohor, a to v křídě, cca 137 mil. let před n. l. Je významnou vodohospodářskou oblastí, ve které se dříve a stále tvoří kvalitní zásoby podzemních vod. Polická vrchovina tvoří střední část Broumovské vrchoviny a rozkládá se na území cca 230 km². Je ohraničena Hraničním hřbetem a Mirošovskými stěnami, Broumovskými stěnami na severovýchodě, stolovou horou Bor na jihovýchodě a na jihozápadě Jestřebími horami. Součástí PKP je Polická stupňovina a Polická pánev. Na severovýchodní straně sousedí s Broumovskou kotlinou, která přechází do Javořích hor. Polickou vrchovinu tvoří systém tabulových plošin, stolových hor, strmých skalních srázů a hřbetů. Jsou zde tři vrstvy pískovců (dolní, střední a horní) a vrstvy jílovitých a vápnitých sedimentů (opuk a jílovců), které se zde střídají. Porézní křemenné a rozpukané vápnité pískovce jsou dobře propustné pro vodu a podléhají mechanické erozi, zatímco jílovce a opuky jsou pro vodu z velké části nepropustné, a proto na tomto místě převládá chemická eroze. Zvětrávání hornin s různou délkou odolnosti a odlišnou propustností určilo typický reliéf Polické vrchoviny. Dolní vrstvy pískovců vystupují na povrch v oblasti severozápadní a jihovýchodní části Polické vrchoviny. Tvoří zde vrcholy Hraničního hřbetu, Mirošovských stěn a Vysoké Srbské. Střední vrstvy pískovců tvoří vrcholy podél severovýchodního okraje Polické vrchoviny, Polických a Broumovských stěn. Na střední vrstvu pískovců navazuje mocná vrstva opuk, která tvoří plošinu uprostřed Polické pánve. Na opukové vrstvě jsou pak zachovány zbytky horní nejmladší pískovcové vrstvy, které se zvedají ve formě tabulových a stolových hor. Jsou to například Čáp (786 m n. m.), Otaš (700 m n. m.), Klůček (614 m n. m.) atd. Na česko-polských hranicích jsou to pak Bor (852 m n. m.) a Hejšovina. Krasové jevy vznikly rozpouštěním hornin, naopak pseudokrasové jevy vznikly řícením a rozpadem skalních masívů, mechanickou činností proudící vody nebo větru na povrchu. Patří k nim například Teplická jeskyně v Teplických skalách nebo jeskyně

Macarát v Broumovských stěnách. Vrstva druhohorních sedimentárních hornin Polické vrchoviny leží nad vrstvou prvohorních sedimentů. Prvohorní sedimenty (nebo také permo-karbonské sedimenty) vystupují na povrch a ohraničují Polickou vrchovinu a tvoří Jestřebí hory a Broumovskou kotlinu. Území kolem Polické vrchoviny je značně členité, dochází zde k výškovým rozdílům kolem 400 m. Kdy údolí řeky Metuje má nadmořskou výšku 380 m n. m. a vrch Čáp má 786 m. n. m. Tento výškový rozdíl způsobuje i na poměrně krátké vzdálenosti výrazné rozdílnosti v podnebí. Zatímco území kotlin a pánví je řazeno do teplé klimatické oblasti, vrcholy Jestřebích hor, Adršpašsko-teplických skal, Broumovských stěn a Ostaše, patří do chladné klimatické oblasti. Výjimečné mikroklima mají pískovcová města, kde se v hlubokých a často zastíněných roklicích tvoří klimatická inverze. Toto výjimečné klima způsobuje, že zde zůstává led a sníh až do letního období. Na toto poměrně studené klima je vázán výskyt některých vysokohorských druhů rostlin jako například kapradina papratka alpská (*Athyrium distentifolium*) a také některé vzácné druhy pavouků (*Bathypantes*). Polická křídová pánev je z geologického hlediska částí české křídové pánve, která je rovněž důležitou hydrologickou strukturou severní části Českého masívu. V mladších prvohorách a na konci variského vrásnění, po konečné fázi horotvorného procesu se mezi horskými masivy (Krkonoš, Sovích, Bystřických a Orlických hor) vytvořila tzv. vnitrosudetská pánev. Na české části pánve dosahují vrstvy hloubky 3500 až 5000 m. Ze svrchního karbonu pochází například slepence, prachovce pískovce atd. Ukládaly se v subtropickém klimatu, kdy řeky, jezera a močály lemovaly porosty se stromovitými plavuněmi, přesličkami a kapradinami, které mohli dosahovat až 40 m. Rostlina hmota těchto rostlin se stala základem pro vznik uhlí. Úhlonosné vrstvy se pak vyskytují mezi Radvanicemi a Rtyní, Jívkou a Bystrým, u Hronova a u Žďárek. V období permu dosáhla vnitrosudetská pánev svého největšího rozsahu. Krajina byla plochá s často mělkými a vysychajícími jezery. Ve vyschlých jezerech vznikly i významné horizonty vápenců a slínovců, v nichž byly objeveny zkameněliny ryb. Permské sedimenty tvoří území před Polickou vrchovinou, a hlavně před Broumovskou kotlinou. V období permu nastala také rozsáhlá sopečná činnost, jejíž produkty vytvořily hraniční Javoří hory. Sopečnou činností se objevily andezitové vyvěřeliny nazývané melafyry, a také produkty

kyselého vulkanismu – pyroklastické ignimbrity. Tyto horniny jsou jedinými zástupci vyvřelých hornin v celém Broumovském výběžku. V období druhohor – v triasu se usazením říčních a jezerních pískovců ukončila dlouhá etapa vzniku vnitrosudetské pánve. Na počátku svrchní křídý dochází k obnovení tektonické činnosti, která hraje významnou roli při tvoření nové sedimentační Polické pánve a následující Polické vrchoviny (Troutnar, 2011).

V důsledku zvýšení hladiny ve světových oceánech dochází k záplavě mělkým mořem. Nad hladinou moře se objevovaly jen tzv. západosudetské ostrovy mezi ně patří Jizerské hory a Krkonoše, zaplaven byl také východosudetský ostrov, kam patří Soví hory, Orlické hory a Kralický Sněžník. Východosudetský ostrov během občasného tektonického zdvihu dodával do mořské pánve bílý písek. Během křídové doby se vytvořili tři hlavní pískovcové vrstvy, které pro svojí charakteristickou odlupčivost (pravoúhlá) nazýváme kvádrovými. Vrstvy jsou pojmenované dolní (glaukonitické), střední (živné) a horní (křemenné). Maximální mocnost křídových sedimentů se pohybuje okolo 500 m. Mořský ráz těchto vrstev dokládají nálezy mořských mlžů, jehlic mořských hub a ježovek. Vlivem zvedání Českého masivů v období konce křídý, dochází k ústupu mělkého moře a zároveň začíná další výrazná tektonická aktivity tzv. alpínské vrásnění. Tento horotvorný proces probíhá v několika etapách od třetihor až do čtvrtohor. V Českém masívu vznikaly tektonické systémy, které způsobily rozpukání svrchnokřídových sedimentárních vrstev. V Polické pánvi byly vrstvy rozlámány na řadu izolovaných ker podle zlomových pásem. K největším zlomům patří skalský zlom (Jívka – Teplice nad Metují – Březová), polický zlom (Teplice nad Metují – Police nad Metují – Machov), zlom Klučku (Klučánka – Hlavňov), bělský zlom (Suchý Důl – Machovská Lhota) a hronovsko – poříčský zlom (Poříčí u Trutnova – Malé Svatoňovice – Hronov – Žďárky). Tektonické pohyby vyzvedly o zhruba 300 m polské Stolové hory. Naopak na jihozápadě od Stolových hor vznikl naopak pokles o téměř 500 m a vznikl hronovsko-kudowský příkop, který odděluje vnitrosudetskou a krkonošskou pánev.

Na začátku čtvrtohor se velmi změnilo klima a docházelo zde ke střídání velmi chladných období s teplejšími periodami. Ve středních čtvrtohorách ovlivnil Polickou vrchovinu ledovec sunoucí se ze severu. V chladném a suchém klimatu

doby ledové kdy mráz pronikal až 100 m pod povrch země byly rozrušovány skalní masívy a vznikala kamenná moře. Jemné prachové částice byly odnášeny větrem a ukládány v závětrných místech. O další výzdvihy zdejších kopců se postarala erozně – výmolná činnost vodních toků, která vyhloubila hluboká údolí jako je například údolí řeky Metuje. Název křídové pánve je odvozen z latinského slova creta, což je název pro porézní vápnitou horninu. V okolí lužického masívu se v době křídové ale ukládaly pískovce a opuky. Z tohoto důvodu jsou pískovce v Českém ráji tak významné.

Křídová doba byla výrazně odlišná od dnešní doby, především bylo zcela jiné rozmístění oceánu (nejvýznamnější byl Tethys a Atlantský oceán teprve vznikal) a kontinentů. Nastalo také velké oteplení, kdy z pólů zmizel ledovcový pokryv. Na začátku svrchní křídý pak došlo k velkému zvratu. Bylo zaplaveno asi 20 % povrchu kontinentů šelfovým mořem (okrajová část kontinentu, která volně pokračuje pod mořskou hladinu). Záplava zasáhla i severní část českého masívu a křídové moře u nás tvořilo průliv mezi chladnými vodami Severního moře a teplým oceánem Tethys. Evropský kontinent byl celý pod vodou a vyčníval jen tzv. stredoevropský ostrov. Ke konci křídý moře ustoupilo díky alpínskému vrásnění. Ve střední křídě se značně rozšířily krytosemenné rostliny. Pozdější křídovou floru tvořily magnólie a vavřínokvěté v teplejších oblastech a v chladnějších oblastech pak buky, vrby a břízy. Vývoj a rozšíření květeny značně ovlivnilo evoluci hmyzu a dinosaurů. Na konci křídý dochází k masivnímu vymírání jak dinosaurů na souši, tak i měkkýšů v moři.

Z hydrologického pojetí je zajímavé zmínit, že přes Polickou vrchovinu probíhá rozvodnice dvou moří, a to Baltské a Severní. Povodí řeky Stěnavy patří k Baltskému moři, za to povodí řeky Metuje patří k Severnímu moři. Řeka Metuje pramení v Adršpašských skalách a společně s poměrně hustou sítí přítoků odvodňuje celou Polickou vrchovinu. Řeka Metuje protéká Polickou vrchovinou z jižního směru a opouští ji karbonskými sedimenty na jihovýchodní okraji Jestřebích hor. Polická křídová pánev je území s velkými zásobami pitné vody. Podzemní vody zde vystupují ve čtyřech vodonosných patrech (čtvrtohorní, druhohorní, prvohorní a starohorní). Nejvýznamnější a nejvydatnější vodonosná vrstva, která umožňuje proudění a jímání podzemní vody je v druhohorním patře.

Geologicky představuje PKP mírně zvlněnou vrásu jejíž horninové vrstvy jsou korytově prohnuté. Území PKP je asi 8 km široké a skoro 20 km dlouhé (Troutnar, 2011).

4.1.3 Zkusné plochy

Studovaná lokalita zalesněné zemědělské půdy o výměře 5,13 ha v majetku Jaroslava Berana se nachází na v katastrálním území obce Bezděkov nad Metují (severovýchodě od obce) v CHKO Broumovsko (Obr. 1). Je součástí biocentra regionálního významu RBC 523 Kozinek a přiléhá k Evropsky významné lokalitě Kozinek CZ0520507. Leží v nadmořské výšce 480–487 m n. m. Geologický podklad tvoří křídové sedimenty středního a spodního turonu a půdním typem jsou mezotrofní kambizemě na slínovci (Vejlúpek, 1990). Z klimatického hlediska studovaná lokalita dle údajů z nedaleké stanice Hronov (378 m n. m.) náleží do mírně teplé oblasti (rajon MT7; Quitt, 1971) s průměrnou roční teplotou 7,2 °C a ročním úhrnem srážek 742 mm (Tolasz et al., 2007). Původně se zde vyskytovaly květnaté bučiny asociací *Aceri-Fagetum*, *Asperulo-Fagetum* a *Dentarioenneaphylli-Fagetum*, a to podobně jako je tomu v navazující Evropsky významné lokalitě Kozinek. Jedná se o hospodářský soubor 456 a lesní typ 4H1.



Obr. 2: Studovaná lokalita zalesněné zemědělské půdy Bezděkov nad Metují

Zdroj: <https://mapy.cz/zakladni?x=16.2275516&y=50.5081433&z=13&source=muni&id=2465>

4.2 Sběr dat

V porostech ve věku 14 let byly hodnoceny následující dřeviny: smrk ztepilý (*Picea abies* [L.] Karst.; SM), buk lesní (*Fagus sylvatica* L.; BK), javor klen (*Acer pseudoplatanus* L.; KL), lípa srdčitá (*Tilia cordata* Mill.; LP) a dub zimní (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl.; DB). Každá varianta byla hodnocena na ploše o velikosti 10×10 m (100 m^2) a v pěti opakováních (celkem 25 ploch). U jednotlivých dřevin byla měřena jejich výška, výška nasazení zelené koruny, šířka koruny a výčetní tloušťka. Výčetní tloušťky stromového patra byly měřeny kovovou průměrkou s přesností na 1 mm ve dvou na sebe kolmých směrech a výšky pomocí výškoměru laser Vertex s přesností na 0,1 m a u nižších porostů výškoměrnou tyčí.



Obr. 3: Měření na zkusných plochách

Zdroj: Autor práce

Kvalita produkce byla hodnocena podle průběžnosti kmene (rovný průběžný, jednoduchá křivost, složená křivost), výškového postavení (nadúrovňový, úrovňový, podúrovňový), vitality (souše, živý strom – bujný, normálně vyvinutý, slabě vyvinutý), kvality koruny (dobrá, průměrná, vadná), rozdvojení (bez

rozdvojení, rozdvojení do 1,3 m, rozdvojení od 1,3 do 3 m, rozdvojení od 3 m do 7 m) a zlomu (bez zlomu, vrcholový zlom, korunový zlom, kmenový zlom, ohnutý strom, náhradní vrchol). Metodika vychází z Národní inventarizace lesů (ÚHÚL 2007), klasifikace stromů IUFRO a Schädelinovi klasifikace stromů (Schädelin, 1931). Zdravotní stav porostů byl hodnocen na základě klasifikace olistění jednotlivých stromů dle stupnice uvedené v Tab. 1. dle metodiky mezinárodního projektu ICP-Forests Forests a ICP-Focus (Lorenz, 1995).

Tab. 1: Stupně defoliace a jejich charakteristika.

Stupeň defoliace	Interval foliace (%)	Interval defoliace (%)	Charakteristika stromu (stupně poškození)
0	91–100	0–10	Zdravý
1	71–90	11–30	mírně poškozený
2	51–70	31–50	středně poškozený
3	31–50	51–70	silně poškozený
4	1–30	71–99	Odumírající
5	0	100	Odumřelý

4.3 Analýza dat

Z naměřených dendrometrických údajů jsou pro každou plochu vypočteny tyto porostní charakteristiky: průměrná výčetní tloušťka, střední porostní výška, výtvarnice, šířka koruny, hektarová zásoba sdruženého porostu, hektarový počet stromů, hektarová výčetní kruhová základna, štíhlostní kvocient, index hustoty porostu (zakmenění), celkový průměrný přírůst a plocha korunových projekcí. Objem stromů je kalkulovaný podle objemových rovnic publikovaných v práci Petráš, Pajčík (1991). Standardně pro hodnocení produkce porostu je použit objem hroubí bez kůry.

V rámci hodnocení porostní struktury a diverzity je pro každou zkusnou plochu vypočítána tloušťková a výšková diferenciacce (Füldner, 1995), Arten-profil index (Pretzsch, 2006), vertikální struktura, korunová diferenciacce a index celkové

porostní diverzity (Jaehne, Dohrenbusch, 1997). Kritéria strukturálních a komplexních indexů jsou uvedeny v Tab. 2.

Tab. 2: Přehled indexů popisujících strukturu porostu a jejich interpretace.

Kritérium	Kvantifikátor	Označení	Reference	Hodnocení
Vertikální struktura	Arten-profil index	A (Pi)	Pretzsch, 2006	rozpětí 0-1; vyrovnaná vertikální struktura $A < 0,3$, výběrný les $A > 0,9$
	Vertikální diverzita	S (J&Di)	Jaehne, Dohrenbusch, 1997	nízká $S < 0,3$, střední $S = 0,3-0,5$, vysoká $S = 0,5-0,7$, velmi vysoká diferenciace $S > 0,7$
Strukturální diferenciace	Tloušťková diferenciace	TM_d (Fi)	Földner, 1995	rozpětí 0-1; nízká $TM < 0,3$, střední $TM = 0,3-0,5$, vysoká $TM = 0,5-0,7$, velmi vysoká diferenciace $TM > 0,7$
	Výšková diferenciace	TM_h (Fi)	Földner, 1995	
	Korunová diferenciace	K (J&Di)	Jaehne, Dohrenbusch, 1997	nízká $K < 1,0$, střední $K = 1,0-1,5$, vysoká $K = 1,5-2,0$, velmi vysoká diferenciace $K > 2$
Komplexní diverzita	Porostní diverzita	B (J&Di)	Jaehne, Dohrenbusch, 1997	monotónní struktura $B < 4$, nerovnoměrná struktura $B = 6-8$, velmi různorodá struktura $B > 9$

Rozdíly mezi jednotlivými dřevinami z hlediska produkce, struktury a diverzity byly testovány v programu STATISTICA 12 (StatSoft) pomocí analýzy rozptylu (ANOVA) a Tukeyho HSD testu. Statistický signifikantní údaje byly zaznamenány následujícím způsobem: $p > 0,05$, $p < 0,05$, $p < 0,01$ a $p < 0,001$. Spolehlivost modelu byla vyjádřena koeficientem determinace (R^2). Analýza hlavních komponentů (PCA) byla provedena v programu CANOCO 5 (Ter Braak, Šmilauer, 2012) pro zhodnocení vztahu mezi produkcí, strukturou a diverzitou jednotlivých dřevin. Data byla před analýzou zlogaritmována a standardizována. Výsledky vícerozměrné PCA analýzy byly vizualizovány ve formě ordinačního diagramu.

5 Výsledky

5.1 Produkce a struktura

Počet stromů se na TVP 1–25 pohyboval v rozmezí od 1600 ks.ha⁻¹ u DB na TVP 10 do 7000 ks.ha⁻¹ u KL na TVP 12 (Tab. 1). Obdobně index hustoty porostu dosahoval nejvyšších hodnot na TVP 12 (1,58), naopak nejnižší byl na TVP 10 (0,26). Největší kruhová základna byla naměřena opět u KL na TVP 12 (56,9 m².ha⁻¹), zatímco u DB na TVP 10 byla 8krát nižší (7,5 m².ha⁻¹). Porostní zásoba se pohybovala v rozmezí od 5 m³.ha⁻¹ u BK shodně na TVP 4 a 5 do 283 m³.ha⁻¹ u KL na TVP 12. Se zásobou koreloval také průměrný běžný přírůst, jež byl v rozmezí 0,36–20,21 m³.ha⁻¹. Z hlediska stability (štíhlostního koeficientu), nejlepších hodnot vykazoval porost SM na TVP 25 (75,2), naopak velmi přestíhlení jedinci LP byly zjištěny na TVP 18 (126,7). Plocha korunových projekcí v přepočtu na hektar kolísala od 0,78 ha.ha⁻¹ u DB na TVP 10 do 2,32 ha.ha⁻¹ u BK na TVP 1. Nejkratší délka relativní kmene bez větví byla zjištěna u SM na TVP 23 (16,1 %), zatímco nejlepší čištění kmene bylo zjištěno u KL na TVP 11 (54,6 %).

Tab. 3: Strukturální a produkční charakteristiky porostu na trvale výzkumných plochách 1–25 v roce 2019.

TVP	Dřevina	d	h	L	v	N	G	V	HDR	CPP	CPA	SDI
		(cm)	(m)	(%)	(m ³)	(ks.ha ⁻¹)	(m ² .ha ⁻¹)	(m ³ .ha ⁻¹)		(m ³ .ha ⁻¹ .y ⁻¹)	(ha.ha ⁻¹)	
1	BK	6,7	5,75	36,0	0,007	5900	20,7	42	85,8	3,00	2,32	0,68
2	BK	6,7	6,16	43,9	0,007	4300	15,1	31	91,9	2,21	1,05	0,50
3	BK	5,6	5,96	50,1	0,003	5700	14,0	16	106,4	1,14	1,27	0,50
4	BK	5,1	5,03	48,7	0,001	5000	10,3	5	98,6	0,36	0,96	0,38
5	BK	5,2	5,15	46,7	0,001	5500	11,8	5	99,0	0,36	1,17	0,43
6	DB	8,7	6,63	50,2	0,012	2700	16,0	33	76,2	2,36	1,78	0,52
7	DB	8,4	7,47	28,0	0,011	3600	19,9	41	88,9	2,93	2,13	0,66
8	DB	8,3	4,71	47,8	0,015	3300	17,8	50	56,7	3,57	1,26	0,59
9	DB	8,9	7,60	31,4	0,013	3500	21,8	46	85,4	3,29	1,41	0,70
10	DB	7,8	7,00	40,8	0,008	1600	7,5	13	89,7	0,93	0,78	0,26
11	KL	10,4	11,10	54,6	0,042	5700	48,2	238	106,7	17,00	1,67	1,33
12	KL	10,2	11,61	47,1	0,040	7000	56,9	283	113,8	20,21	2,17	1,58
13	KL	9,3	10,70	38,8	0,033	3700	25,1	123	115,1	8,79	1,64	0,73

14	KL	10,9	11,59	36,1	0,049	2200	20,4	108	106,3	7,71	1,26	0,55
15	KL	9,7	11,85	41,0	0,036	2600	19,1	93	122,2	6,64	1,47	0,54
16	LP	10,5	9,41	35,5	0,036	6200	54,0	225	89,6	16,07	1,68	1,48
17	LP	9,2	11,54	32,2	0,032	2700	17,8	85	125,4	6,07	1,25	0,52
18	LP	8,1	10,26	32,3	0,021	5000	25,6	106	126,7	7,57	2,18	0,78
19	LP	8,7	10,78	37,2	0,027	5500	32,6	151	123,9	10,79	1,99	0,97
20	LP	9,8	10,86	33,2	0,036	4400	33,1	158	110,8	11,29	2,18	0,94
21	SM	11,3	9,56	29,8	0,050	4200	42,4	210	84,6	15,00	1,94	0,97
22	SM	11,0	8,40	27,0	0,032	4400	41,8	139	76,4	9,93	1,37	0,97
23	SM	9,3	8,71	16,1	0,024	3500	23,6	83	93,7	5,93	1,30	0,59
24	SM	10,7	8,48	24,5	0,030	4800	43,0	142	79,3	10,14	1,46	1,01
25	SM	10,9	8,20	25,6	0,030	4200	39,5	127	75,2	9,07	1,69	0,92

Vysvětlivky: d – průměrná výčetní tloušťka, h – střední porostní výška, l – relativní délka kmene (bez větvi), v – průměrný objem stromů, N – počet stromů, G – výčetní kruhová základna, V – zásoba porostu, HDR – štíhlostní kvocient, CPP – celkový průměrný přírůst, CPA – plocha korunových projekcí, SDI – index hustoty porostu.

Mezi produkčními parametry byl ve většině případů zjištěn signifikantně významný rozdíl, přičemž signifikantní rozdíl nebyl zjištěn u počtu stromů ($F_{(4, 20)} = 2,6$, $p > 0,05$) a u indexu hustoty porostu ($F_{(4, 20)} = 2,9$, $p > 0,05$; Tab. 4). Průměrný počet stromů byl nejvyšší u BK (5280 ks.ha⁻¹) a nejnižší u DB (2940 ks.ha⁻¹). Signifikantně ($F_{(4, 20)} = 33,0$, $p < 0,001$) vyšší průměrná výčetní tloušťka byla zjištěna u SM (10,6 cm) a KL (10,1 cm) oproti BK (5,9 cm). Ze statistického hlediska, signifikantně nejvyšší ($F_{(4, 20)} = 80,9$, $p < 0,001$) rozdíl mezi dřevinami byl zjištěn ve výšce, kde KL (11,37 m) a LP (10,57 m) výrazně výškově dominovaly nad ostatními dřevinami. Z hlediska relativní délky kmene bez větvi signifikantně ($F_{(4, 20)} = 8,1$, $p < 0,001$) nejnižších hodnot dosahoval SM (24,6 %). Signifikantně ($F_{(4, 20)} = 31,5$, $p < 0,001$) vyšší objem středního kmene byl vypočten u KL, LP a SM při porovnání s DB a BK, obdobně jako u porostní zásoby a celkového průměrného přírůstu ($F_{(4, 20)} = 9,4$, $p < 0,001$). Nejvyšší zásoba byla u KL (169 m³.ha⁻¹), naopak nejmenší u BK (20 m³.ha⁻¹). U kruhové základny byly zjištěny signifikantně ($F_{(4, 20)} = 4,9$, $p < 0,001$) vyšší hodnoty u SM oproti BK a DB. Štíhlostní koeficient dosahoval signifikantně nižších hodnot u DB a SM, naopak nejpreštlíhlenější porost byl zjištěn u LP. U plochy korunových projekcí nebyl zjištěn žádný rozdíl mezi dřevinami ($F_{(4, 20)} = 0,9$, $p > 0,05$).

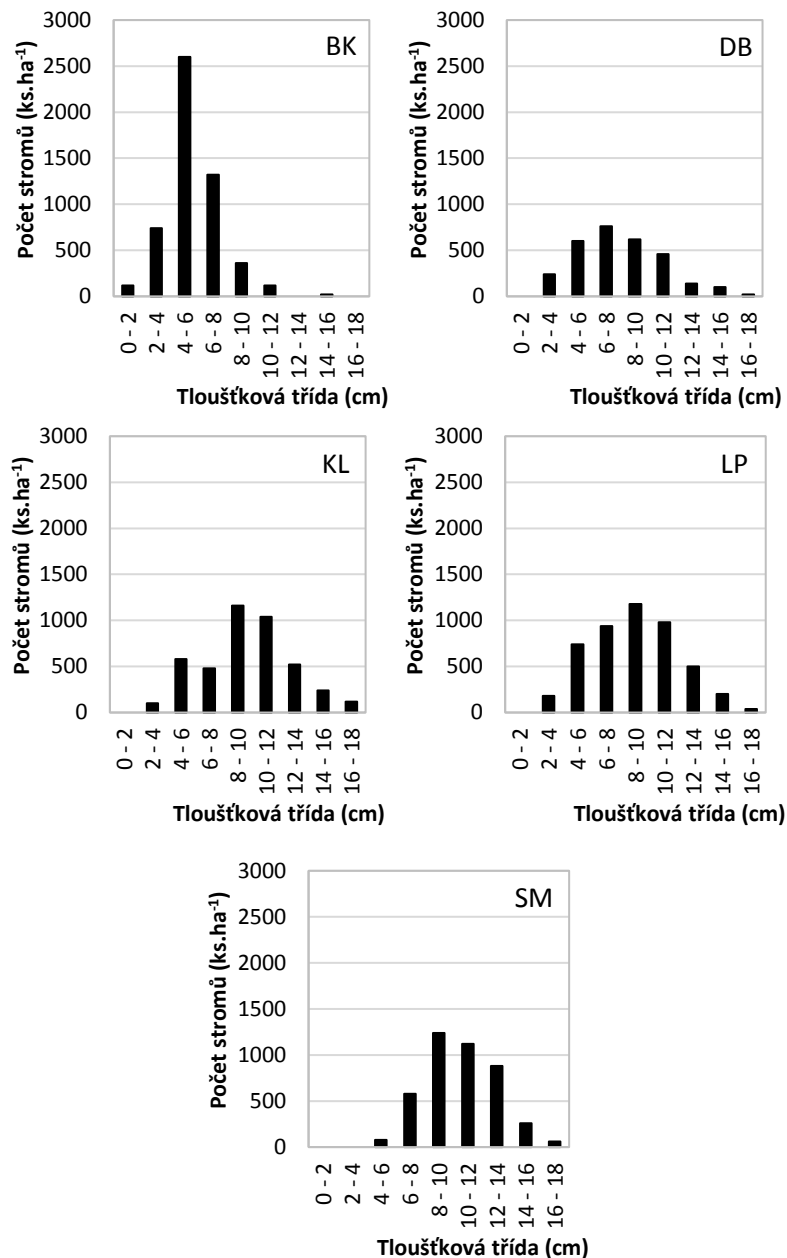
Tab. 4: Strukturální a produkční charakteristiky sdruženého porostu diferencovaně dle dřevin v roce 2019; signifikantní ($p < 0,05$) rozdíly mezi hodnotami jsou značeny různými písmeny, statisticky významné hodnoty jsou zvýrazněny tučně.

Dřevina	d	h	l	v	N	G	V	HDR	CPP	CPA	SDI
	(cm)	(m)	(%)	(m ³)	(ks.ha ⁻¹)	(m ² .ha ⁻¹)	(m ³ .ha ⁻¹)		(m ³ .ha ⁻¹ .y ⁻¹)	(ha.ha ⁻¹)	
BK	5,9 ^a	5,61 ^a	45,1^b	0,004 ^a	5280 ^a	14,4 ^a	20 ^a	96,3 ^{ab}	1,41 ^a	1,35 ^a	0,50 ^a
DB	8,4 ^b	6,94 ^b	39,6^b	0,011 ^a	2940 ^a	16,6 ^a	34 ^a	83,1^a	2,42 ^a	1,47 ^a	0,55 ^a
KL	10,1^c	11,37^d	43,5^b	0,040^b	4240 ^a	33,9 ^{ab}	169^b	112,8 ^{bc}	12,07^b	1,64 ^a	0,95 ^a
LP	9,3 ^{bc}	10,57^d	34,1 ^{ab}	0,030^b	4760 ^a	32,6 ^{ab}	145^b	115,3 ^c	10,36^b	1,86 ^a	0,94 ^a
SM	10,6^c	8,67 ^c	24,6 ^a	0,033^b	4220 ^a	38,1^b	140^b	81,8^a	10,01^b	1,55 ^a	0,89 ^a

Vysvětlivky: d – průměrná výčetní tloušťka, h – střední porostní výška, l – relativní délka kmene (bez větví), v – průměrný objem stromů, N – počet stromů, G – výčetní kruhová základna, V – zásoba porostu, HDR – štíhlostní kvocient, CPP – celkový průměrný přírůst, CPA – plocha korunových projekcí, SDI – index hustoty porostu.

Ve vztahu ke kvalitě produkce, nejprůběžnější kmen byl zjištěn u SM a následně LP, naopak nejvyšší podíl křivosti (zejména složitě) kmene byl u DB a BK, podobně jako u kvality koruny. U rozdvojení, nejvyšší počet vidlic (zejména do 1,3 a od 1,3 do 3 m) byl zjištěn u BK a DB, přičemž podíl rozdvojení byl minimální u SM a následně u KL.

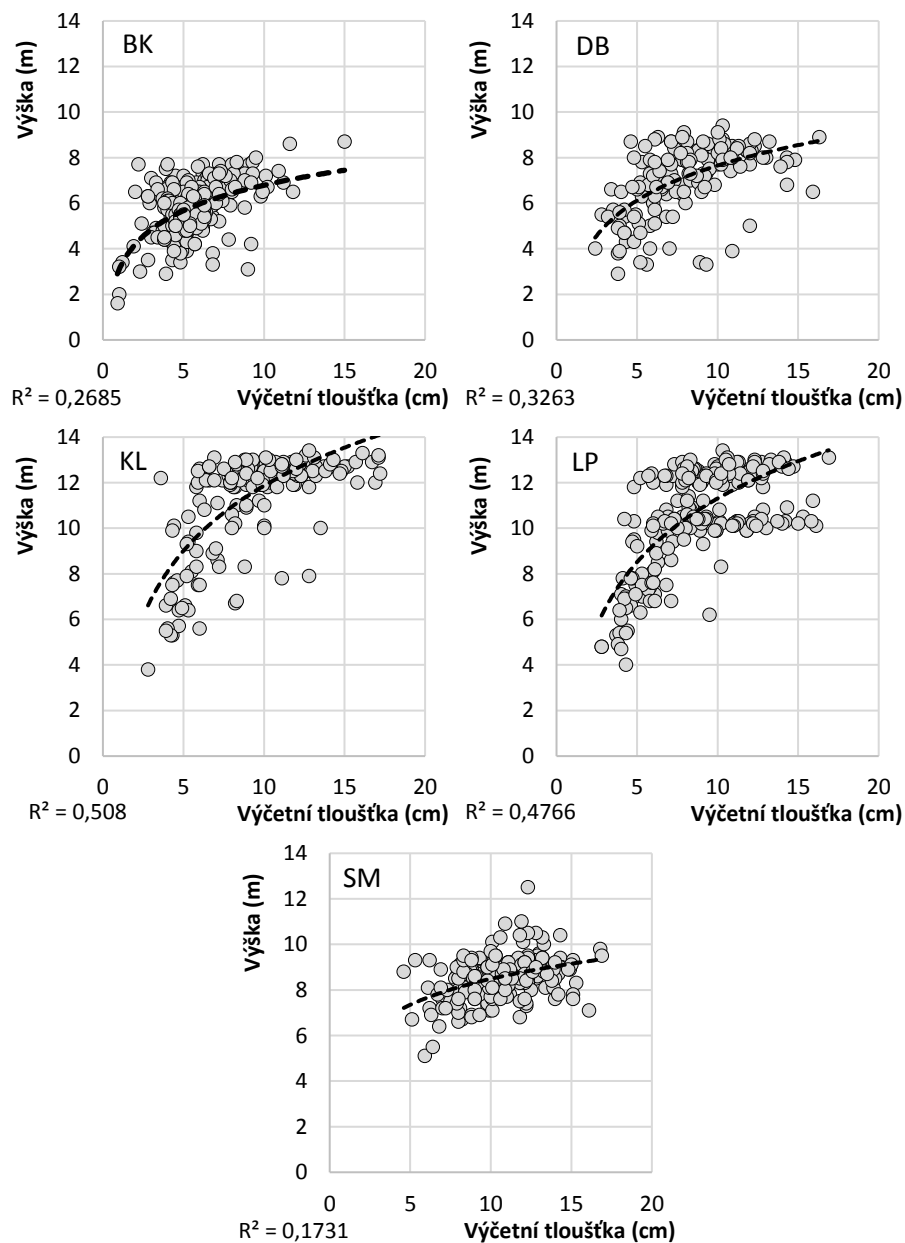
Obr. 4-6 znázorňují základní biometrické údaje diferencovaně dle dřevin. Tloušťková struktura má kromě BK ve všech případech tvar Gaussovi křivce. U BK převládá levostranné rozdělení s výrazně nejvíce zastoupenou tloušťkovou třídou 4–6 cm (2600 ks.ha⁻¹). U DB je nejvíce zastoupena třída 6–8 cm (760 ks.ha⁻¹), u KL převažuje třída 8–10 cm (1160 ks.ha⁻¹), tak jako u LP (1180 ks.ha⁻¹) a SM (1240 ks.ha⁻¹).



Obr. 4: Histogram tloušťkových tříd diferencovaně dle dřevin.

Zdroj: Autor práce

Z hlediska závislosti tloušťky na výšce, nejvyšší variabilita, respektive nejnižší koeficient determinace (R^2) byl zjištěn u SM (0,17) a BK (0,27), naopak nejvyšší spolehlivost modelu byla zjištěna u LP (0,48) a KL (0,51; Obr. 5). Pro srovnání, ve výčetní tloušťce 10 cm, průměrná výška u KL byla 12,0 m, u LP 11,1 m, u SM 8,5 m, u DB 7,7 m a u BK 6,8 m. Nejvyšší maximální výška byla zjištěna u KL a LP (13,4 m).

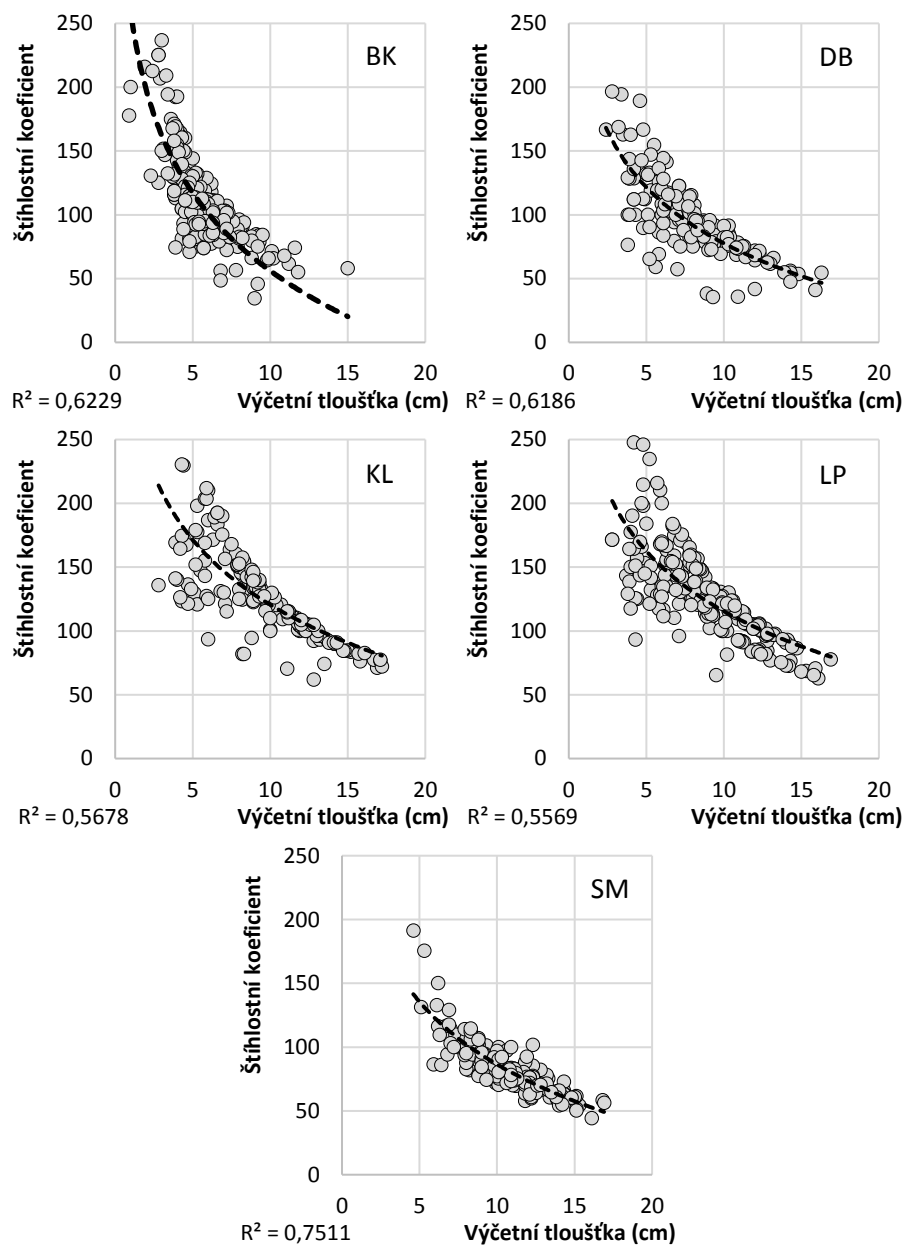


Obr. 5: Závislost výšky stromů na jejich výčetní tloušťce diferencovaně dle dřevin.

Zdroj: Autor práce

Z obr. 6 vyplývá výrazný exponenciální pokles štihlостního koeficientu s výčetní tloušťkou. Celkově největší variabilita dat byla u výčetní tloušťky do 5 cm a s rostoucí tloušťkou významně klesá. Z hlediska dřevin byla největší variabilita dat u LP ($R^2 = 0,56$) a KL (0,57), naopak spojnice trendu nejlépe vystihovala

soubor dat u BK (0,62) a SM (0,75). Výrazně nižší štíhlostní koeficient byl u SM a DB, naopak extrémně vysokých hodnot z hlediska stability dosahoval u BK a LP.



Obr. 6: Závislost štíhlostního koeficientu na výčetní tloušťce diferencovaně dle dřevin.

Zdroj: Autor práce

5.2 Diverzita a zdravotní stav

Z hlediska výškové struktury, nejnížší diverzita byla zjištěna dle *A* indexu u LP na TVP 17 (0,107) a dle *S* indexu u SM na TVP 24 (0,359), naopak nejvyšší u BK na TVP 2 (0,734), resp. KL na TVP 11 (0,885). Tloušťková diferenciacce byla nejnížší u BK na TVP 5 (0,142) a nejvyšší u DB na TVP 8 (0,386). Podobně u BK (na TVP 1) byla zjištěna nejvyšší korunová diferenciacce (2,134), nejnížší u KL na TVP 15 (1,190). Výšková diferenciacce, poukazující ve všech případech na velmi nízkou diverzitu, se pohybovala v rozmezí od 0,077 u SM na TVP 25 do 0,263 u LP na TVP 19. Celkově nejvyšší diverzita *B* byla u KL na TVP 11 dosahující nerovnoměrnou strukturu porostu, naopak velmi monotónní struktura byla zjištěna u SM na TVP 24. Z hlediska zdravotního stavu, nejvyšší podíl olistění dosahoval u SM na TVP 25 (94,3 %), kontrastně velmi nízké olistění bylo u LP na TVP 16 (78,0 %).

Tab. 5: Ukazatelé porostní biodiverzity na trvale výzkumných plochách v roce 2019.

TVP	Dřevina	A (Pi)	S (J&Di)	TM _d (Fi)	TM _h (Fi)	K (J&Di)	B (J&Di)	Olistění (%)
1	BK	0,717	0,800	0,367	0,239	2,134	5,305	83,7
2	BK	0,734	0,647	0,288	0,175	1,449	4,215	78,5
3	BK	0,532	0,429	0,233	0,126	1,449	3,664	87,2
4	BK	0,498	0,429	0,198	0,116	1,574	3,705	87,2
5	BK	0,630	0,385	0,142	0,103	1,199	3,211	86,8
6	DB	0,201	0,467	0,311	0,112	1,449	3,773	80,7
7	DB	0,292	0,529	0,335	0,187	1,714	4,242	80,0
8	DB	0,669	0,529	0,386	0,241	1,449	3,982	84,5
9	DB	0,610	0,556	0,234	0,110	1,657	4,177	82,6
10	DB	0,233	0,438	0,331	0,086	1,366	3,488	87,2
11	KL	0,327	0,885	0,272	0,148	2,051	5,577	84,2
12	KL	0,252	0,560	0,298	0,123	1,501	4,075	81,6
13	KL	0,315	0,692	0,326	0,188	1,667	4,603	78,2
14	KL	0,274	0,615	0,195	0,122	1,435	4,238	78,8
15	KL	0,329	0,500	0,228	0,126	1,190	3,519	83,4
16	LP	0,165	0,600	0,266	0,107	1,800	3,440	78,0
17	LP	0,107	0,480	0,308	0,096	1,199	3,562	89,3
18	LP	0,466	0,654	0,304	0,260	1,532	4,383	86,0

19	LP	0,418	0,615	0,341	0,263	1,499	4,224	79,0
20	LP	0,475	0,654	0,276	0,209	1,449	4,316	84,2
21	SM	0,590	0,500	0,244	0,165	1,491	3,849	93,9
22	SM	0,242	0,278	0,205	0,083	1,199	2,926	89,7
23	SM	0,612	0,417	0,232	0,140	1,801	3,873	91,7
24	SM	0,359	0,211	0,198	0,082	1,199	2,707	85,2
25	SM	0,140	0,278	0,217	0,077	1,500	3,256	94,3

Vysvětlivky: A – Arten-profil index, S – vertikální struktura, TM_d – index tloušťkové diferenciace, TM_h – index výškové diferenciace, K – korunová diferenciace, B – index porostní diverzity.

Při porovnání jednotlivých dřevin mezi sebou v rámci indexů popisující diverzitu, signifikantní rozdíl byl zjištěn pouze u Arten-profil indexu A a tloušťkové diferenciace TM_d . Signifikantně ($F_{(4, 20)} = 3,6$, $p < 0,05$) vyšší Arten-profil index byl zjištěn u BK (0,622), indikující vysokou vertikální strukturu oproti nízké vertikální diverzitě u KL (0,299). U DB byla zjištěna signifikantně ($F_{(4, 20)} = 2,8$, $p < 0,05$) vyšší tloušťková diferenciace (0,320) charakterizující střední diverzitu oproti nízké diverzitě u SM (0,219) a BK (0,246). Výšková diferenciace TM_h byla ve všech případech nízká, oproti tomu korunová diferenciace byla střední až vysoká. Z hlediska celkové diverzity, nejvyšší diverzita byla zjištěna u KL, naopak nejnižší u SM. U olistění, signifikantně ($F_{(4, 20)} = 5,3$, $p < 0,01$) nejvyšší hodnoty byly zjištěny u SM (91,0 %) a nejnižší u KL (81,2 %).

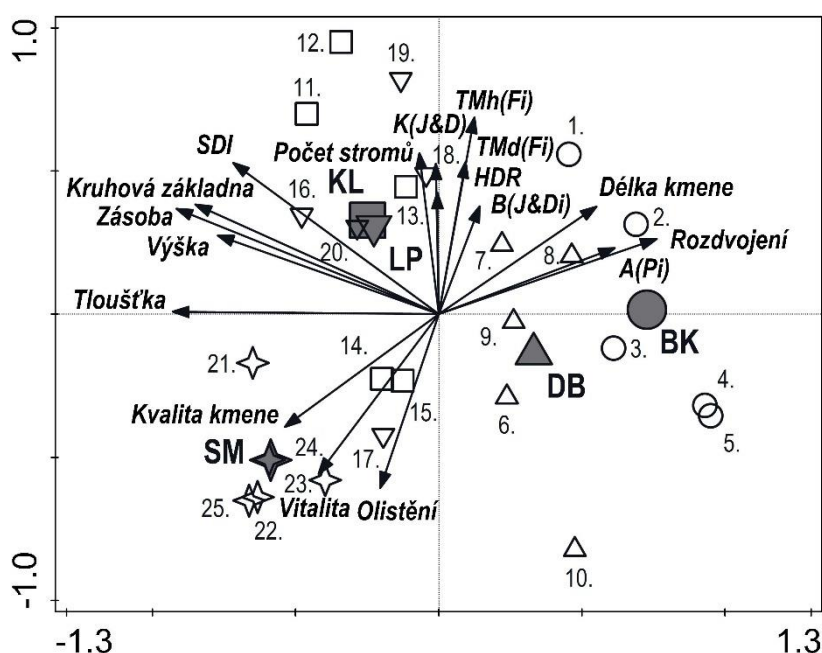
Tab. 6: Ukazatelé porostní biodiverzity diferencovaně dle dřevin v roce 2019; signifikantní ($p < 0,05$) rozdíly mezi hodnotami jsou značeny různými písmeny, statisticky významné hodnoty jsou zvýrazněny tučně.

Dřevina	A (Pi)	S (J&Di)	TM_d (Fi)	TM_h (Fi)	K (J&Di)	B (J&Di)	Olistění (%)
BK	0,622^b	0,538 ^a	0,246 ^a	0,152 ^a	1,561 ^a	4,020 ^a	84,7 ^{ab}
DB	0,401 ^{ab}	0,504 ^a	0,320^b	0,147 ^a	1,527 ^a	3,932 ^a	83,0 ^a
KL	0,299 ^a	0,650 ^a	0,264 ^{ab}	0,141 ^a	1,569 ^a	4,402 ^a	81,2 ^a
LP	0,326 ^{ab}	0,601 ^a	0,299 ^{ab}	0,187 ^a	1,496 ^a	3,990 ^a	83,3 ^a
SM	0,388 ^{ab}	0,337 ^a	0,219 ^a	0,109 ^a	1,438 ^a	3,322 ^a	91,0^b

Vysvětlivky: A – Arten-profil index, S – vertikální struktura, TM_d – index tloušťkové diferenciace, TM_h – index výškové diferenciace, K – korunová diferenciace, B – index porostní diverzity.

5.3 Interakce mezi produkcí, diverzitou, strukturou a dřevinami

Výsledky PCA vyjadřující vztah mezi produkcí, strukturou a diverzitou jednotlivých dřevin z TVP 1–25 z oblasti Bezděkova nad Metují jsou prezentovány formou ordinačního diagramu na Obr. 7. První ordinační osa prezentuje 31,5 %, první dvě osy 51,5 % a čtyři osy dohromady vysvětlují 74,7 % variability dat. Osa x představuje průměrnou výčetní tloušťku a osa y reprezentuje počet stromů, korunovou diferenciaci K a štihlостní koeficient (HDR). Zásoba porostu je pozitivně korelována s kruhovou základnou, průměrnou výškou a tloušťkou a indexem hustoty porostu. Se zvyšujícím počtem stromů na výzkumných plochách roste HDR, tloušťková, výšková a korunová diferenciacie porostu a celková diverzita. Vertikální Arten-profil index je pozitivně korelován s relativní délkou kmene a výskytem rozdvojení, zatímco tyto parametry byly negativně korelovány s pěstební kvalitou kmene. Olistění bylo pozitivně korelováno s vitalitou. Levá část diagramu je typická pro dřeviny (SM, KL, LP) s vysokými produkčními parametry, zatímco pro BK a DB je typická vysoká výšková diverzita a podíl rozdvojení kmene. Z hlediska dřevin, nejvyšší rozdíl mezi plochami byl zjištěn u LP, naopak nejnižší variabilita byla zjištěna u SM. Celkově, SM dosahoval nejlepšího zdravotního stavu a také kvality (průběžnosti) kmene oproti ostatním dřevinám.



Obr. 7: Ordinační diagram zobrazující výsledky PCA závislostí mezi porostními charakteristikami (Výška, Tloušťka, Počet stromů, Zásoba, Kruhová základna, Relativní délka kmene, HDR – štíhlostní kvocient, Rozdvojení, Vitalita, Kvalita kmene, SDI – index porostní hustoty), strukturálními indexy (A – Arten-profil index, TM_d – tloušťková diferenciace, TM_h – výšková diferenciace, K – korunová diferenciace, B – celková porostní diverzita), zdravotním stavem (Olistění) a dřevinami (BK, DB, KL, LP, SM) v roce 2019; čísla označují výzkumné plochy 1–25 a symboly dřeviny • BK, ▲ DB, ▼ LP, ■ KL, * SM. Zdroj: Autor práce

6 Diskuze

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že se počet stromů pohyboval v rozmezí od 1600 ks.ha⁻¹ u DB na TVP 10 do 7000 ks.ha⁻¹ u KL na TVP 12. Nejvyšší kruhová základna byla naměřena opět u KL na TVP 12 (56,9 m².ha⁻¹), zatímco u DB na TVP 10 (7,5 m².ha⁻¹). Průměrně, nejvyšší kruhová základna byla zjištěna u SM (38,1 m².ha⁻¹) a následně u KL (33,9 m².ha⁻¹), naopak nejmenší kruhová základna byla u BK (14,4 m².ha⁻¹) a DB (16,6 m².ha⁻¹). Při porovnání s lesními půdami, Novák a Slodičák (2009) uvádějí kruhovou základnu u SM 12,1-14,5 m².ha⁻¹ a u BK 4,6-9,0 m².ha⁻¹ při počtech 2122-2789 ks.ha⁻¹.

Nejvyšší průměrnou porostní zásobu v porostu tvořil opět KL (169 m³.ha⁻¹) a následně LP (145 m³.ha⁻¹). Naopak nejmenší průměrnou zásobu pak tvořil BK (20 m³.ha⁻¹) a DB (34 m³.ha⁻¹). U SM byla zjištěná zásoba 140 m³.ha⁻¹. Vysoký produkční potenciál u SM na bývalých zemědělských půdách dokládají také ostatní práce (Cukor et al., 2017, 2019; Vacek et al., 2009). U jiného výzkumu v objektu Bystré byla zjištěna u SM zásoba 520,5 m³.ha⁻¹ v 45 letech, což je v porovnání s růstovými tabulkami o 153 m³.ha⁻¹ více (Bartoš et al., 2006). Z jiné studie SM porostů ve věku 45 let na výsypce Antonín vyplývá zásoba 205 m³.ha⁻¹, přičemž největší byla produkce byla u DG (685 m³.ha⁻¹). Naproti tomu na stejné výsypce se jednoznačně nižší zásoba pohybovala u listnáčů (28-97 m³.ha⁻¹), s největší zásobou u BR (Vacek et al., 2018 b).

Obdobně vysoká produkce KL na bývalých zemědělských půdách byla zjištěna v Orlických horách (Vacek et al. 2018 a). Vacek a Kalousková (2016) uvádějí vyšší rozmezí porostní zásoby (378-571 m³.ha⁻¹) u KL ve věku 16–26 let. Naopak práce Vacek et al. (2009) na rekultivacích u KL ve stejném věku (15 let) uvádí zásobu 9,5-35,6 m³.ha⁻¹ a u BR dokonce 47,6 m³.ha⁻¹. Nižší zásoby byly zjištěny na antropogenních půdách v okolí Hradce Králové, kde porosty BR dosahovaly zásoby pouze 20 m³.ha⁻¹ a porosty OL 27 m³.ha⁻¹ ve věku 24 let (Vacek et al., 2009). Vacek et al. (2020) na lesních půdách v Krkonoších uvádí zásobu ve smíšených BK porostech v porovnatelném věku v rozmezí 127–377 m³.ha⁻¹.

Se zásobou úzce souvisí i průměrný běžný přírůst, který se pohyboval v rozmezí 0,36–20,21 m³.ha⁻¹. Co se týče stability porostu, nejlepší výsledky vykazoval SM (81,8 - porost hraniční). S porovnáním z výzkumu na TVP 1 Neratov, kdy SM

měl štíhlostní kvocient 0,62 - porost hraniční (Vacek et al., 2009). Naopak nejhorší stabilitu vykazoval porost LP (115,3 - porost přeštíhlený) a KL (112,8 - porost kriticky ohrožený). Nejkratší délka kmene bez větví byla zjištěna u SM na TVP 23 (16,1 %), naopak nejdelší čistá část kmene byla zjištěna u KL na TVP 11 (54,6 %). Co se týče kvality a rovnosti kmene, nejlepší výsledky vykazoval SM a LP naopak nejhůře na tom byli DB a BK (křivost složitá). Co se týče zdravotního stavu tak nejvyšší hodnoty u olistění byly zjištěny u SM (91 %). Naopak nejmenší hodnoty byly zjištěny u KL (81,2 %).

Z hlediska biodiverzity, signifikantně nejvyšší ($p < 0,05$) vertikální diverzita byla zjištěna u BK ($A = 0,62$) a tloušťková diferenciacie u DB ($TM_d = 0,32$). Celkově nejvyšší diverzita byla u KL ($B = 4,4$), naopak nejnižší u SM ($B = 3,3$). Pro porovnání, celková diverzita u SM na výsypce Antonín dosahovala vyšších hodnot – $B = 6,0$ (Vacek et al., 2018c). Vyšší celková diverzita byla zjištěna i na bývalé letecké střelnici na Královéhradecku u porostů BR ($B = 5,9$) a OL ($B = 7,7$) (Vacek et al., 2009). Podobně ve smíšených porostech BK v Krkonoších celková diverzita přesahovala hodnota indexu $B = 7,5$, jež charakterizuje nerovnoměrnou až různorodou strukturu porostu (Vacek et al., 2020). V případě studovaných porostů se jednalo pouze o monotónní až rovnoměrnou porostní strukturu.

7 Závěr

Z výsledku je patrné, že největší produkční potenciál má KL. Tvoří poměrně rovné kmeny a nasazuje korunu vysoko. Má největší celkový průměrný přírůst. Co se týče odolnosti, má průměrný štíhlostní kvocient v kritických číslech. Vzhledem k malým rizikům houbových patogenů a hmyzích škůdců je tato dřevina vhodná pro růst v této lokalitě. Nejnižší zásobu zde tvoří porosty BK a DB a někde uprostřed se nachází SM a LP. Bohužel SM na zemědělských půdách trpí silně houbovými patogeny a hmyzími škůdci.

Zalesňování zemědělských ploch má několik významů. Například k rozdělení velkých polních celků na menší. Remízky pak slouží jako útočiště pro drobnou zvěř. Zalesňování nevyužívaných půd pro vznik dalších lesních půd atd.

Pěstování KL v této lokalitě by mohlo do budoucna přinést, jak vysokou produkci porostů, tak i biodiverzitu oproti ostatním zkoumaným dřevinám. Musí se však použít správné výchovné zásahy, aby nedošlo k poškození porostu (vítr, sníh). Pěstování SM na těchto půdách může být rizikem (hniloby, škůdci), na straně druhé to kompenzuje relativně velký přírůst.

8 Seznam použité literatury

- BARTOŠ, J. – ŠACH, F. – KACÁLEK, D. – ČERNOHOUS, V. (2007). *Ekonomické aspekty druhového složení první generace lesa na bývalé zemědělské půdě*. Zprávy lesnického výzkumu, 52: 1: 11-17.
- BERANOVÁ, Marcela aj. (2008). *Praktický rádce pro hospodaření v CHKO Broumovsko*. České Budějovice: DAPHNE ČR. 65 s.
- BUTIN, H. – ZYCHA, H. (1973). *Forstpathologie*. Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 177 s.
- CUKOR, J., BALÁŠ, M., KUPKA, I., TUŽINSKÝ, M. (2017). *The condition of forest stands on afforested agricultural land in the Orlické hory Mts.* Journal of Forest Science, 63(1), 1-8.
- CUKOR, J., VACEK, Z., LINDA, R., SHARMA, R. P., VACEK, S. (2019). *Afforested farmland vs. forestland: Effects of bark stripping by Cervus elaphus and climate on production potential and structure of Picea abies forests*. PloS one, 14(8).
- DEMEK, J., MACKOVČIN, P., ed. (2006). *Zeměpisný lexikon ČR*. Vyd. 2. Brno: AOPK ČR, ISBN 80-86064-99-9.
- FORST, P. (1971). *Lesnická zoologie*. Ilustroval Antonín ZEŽULA, ilustroval ZPĚVÁK, J. (1971). Praha: Státní zemědělské nakladatelství, Lesnická knihovna (Státní zemědělské nakladatelství).
- FÜLDNER, K. (1995). *Strukturbeschreibung in Mischbeständen*. Forstarchiv, 66:235–606.
- HECKER, U. (2012). *Stromy a keře: klíč ke spolehlivému určování - 3 znaky*. 3. vyd. Přeložil Miroslav VOLF. Čestlice: Rebo, Průvodce přírodou (Rebo). ISBN 978-80-255-0594-6.
- HLAVÁČ, V., HOFHANZL, A., ČERVENKA, M., BERAN, V. (2006). *Zalesňování zemědělských půd z hlediska ochrany přírody*. In: Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor. Sborník referátů. Kostelec nad

- Černými lesy 17. 1. 2006. Ed. P. Neuhöferová. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze; Jíloviště-Strnady, VÚLHM – Výzkumná stanice Opočno 2006, s. 15–23. - ISBN 80-213-1435-4 (ČZU v Praze)
- JAEHNE, S.C., DOHRENBUSCH, A. (1997). *Ein Verfahren zur Beurteilung der Bestandesdiversität*. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 116:333-345.
- KALOUSOVÁ, I., VACEK, S. (2016). *Succession of the Sycamore maple on former pastures in the Orlické hory Mts., Czech Republic*. Rolnictwo XXI wieku–problemy i wyzwania, 84-95 s.
- KORHONEN, K. et al. (1998). *Distribution of Heterobasidion annosum Intersterility Groups in Europe*. In: Heterobasidion annosum: Biology, Ecology, Impact and Control. Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. (eds.), CAB International, Wallingford, Oxon, UK, s. 93-104.
- LALKOVIČ, M., KRÁLÍK, A. (1996). *Problematika nelesných pôd na Slovensku*. In: Biotechnické opatrenia v pozemkových úpravách. Zborník referátov zo seminára, Zvolen, s. 65-70.
- LOKVENC, T. (2001). *History of the Giant Mts. Dwarf pine (Pinus mugo Turra ssp. pumilio Franco)*. [Historie kosodřeviny v Krkonoších.] Opera Corcontica, s. 21- 42.
- LOKVENC, T., et al. (1992). *Zalesňování Krkonoš. Správa KRNAP a VÚLHM VS Opočno*, 112 s.
- LORENZ, M. (1995). *International co-operative programme on assessment and monitoring of air pollution effects on forests-ICP forests*. Water, Air, and Soil Pollution, 85(3), 1221-1226.
- MACKOVČIN, Peter, SEDLÁČEK, Miroslav, FALTYSOVÁ, Helena. *Královehradecko: chráněná území ČR V*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2002. ISBN: 80-86064-45-X.
- MAREK, B. (1948). *Zalesňování rolí a holin v pohraničí*, Lesnická práce, XXVII. Písek, s. 117- 179.

- MINISTERSTVO ZĚMĚDĚLSTVÍ (2018). *Portál eAGRI – resortní portál Ministerstva zemědělství*. [online]. Dostupné z: http://uhul.cz/images/ke_stazeni/zelenazprava/ZZ_2018.pdf
- NEUHÖFFEROVÁ, P., ed. (2006). *Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor: Agricultural land afforestation, a challenge to forestry sector : Kostelec na Černými lesy, 17.1.2006 : sborník referátů*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, Katedra pěstování lesů. ISBN 80-213-1435-4.
- NIEMALÄ, T. – KORHONEN, K. (1998). *Taxonomy of the genus Heterobasidion*. In: *Heterobasidion annosum: Biology, Ecology, Impact and Control*. Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R. (eds), Oxon, New York. CABB International, s. 27-33.
- NOVÁK, J., SLODIČÁK, M. (2009). *Thinning experiment in the spruce and beech mixed stands on the locality naturally dominated by beech – growth, litter-fall and humus*. Journal of Forest Science, 55:224–233.
- NOŽIČKA, J. (1957). *Přehled vývoje našich lesů*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Lesnická knihovna (Státní zemědělské nakladatelství).
- OLIVA, J., SIXTA, J. (2001). *Lesnická politika (texty přednášek pro lesnickou fakultu ČZU v Praze)*. Skeiptum LF ČZU, el. verze, cca 100 s.
- PETRÁŠ, R., PAJTÍK, J. (1991). *Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín*. Lesnický časopis, 37: 49–56.
- POLENO, Z. (1990). *Lesy a lesní hospodářství ve světě*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
- PRAUSOVÁ, R., MIKESKA, M. (2006). *Výsledky floristické inventarizace v lesních ekosystémech v národní přírodní památce Babiččino údolí*. Resultes of the inventory in forest ecosystems in the national natural landmark Babiččino údolí. Vě. SB, přír. – práce a studie, Pardubice 13 : 65–90. s.
- PRETZSCH, H. (2006). *Wissen nutzbar machen für das Management von Waldökosystemen*. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald, 61:1158–1159.

- RACHMAN, L. (1962). *Souhrné výsledky lesnické části generálního plánu ZLV*. Lesnická práce, 41, č. 3, s. 117-120.
- SCHÄDELIN, W. (1931). *Über Klasseneinteilung und Qualifikation der Waldbäume*. SZF, 82(1), 1-12.
- SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., SKOVSGAARD, J. (2005). *Wood production, litter fall and humus accumulation in a Czech thinning experiment in Norway spruce (Picea abies (L.)Karst.)*. Forest Ecology and Management, 2009, č. 1/2, s. 157-166.
- ŠPULÁK, O. (2006). *Příspěvek k historii zalesňování zemědělských půd v České republice. (Contribution to the history of afforestation of the farm land in the Czech republic)*. In: Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor. Sborník referátů. Kostelec nad Černými lesy 17. 1. 2006. Ed. P. Neuhöferová. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze; Jíloviště-Strnady, VÚLHM – Výzkumná stanice Opočno 2006, s. 15–23. – ISBN 80-213-1435-4 (ČZU v Praze); ISBN 80-86461-59-9 (VÚLHM Jíloviště – Strnady)
- ŠVARC, B. (1954). *Příspěvek k otázce zalesňování málo úrodných polnohospodářských a neplodných pozemků v pohraniční oblasti Šumavy*. Práce výzkumných ústavů lesnických ČSR, 6, VÚLH Opočno, s. 57-77.
- TER BRAAK, C., ŠMILAUER, P. (2012). Canoco 5, Windows release (5.00). *Software for multivariate data exploration, testing, and summarization*. Biometris, Plant Research International: Wageningen, Germany.
- TROUTNAR, J. (2011). *Město Police nad Metují – Oficiální stránka města Police nad Metují* [online]. Copyright ©F [cit. 04.06.2020]. Dostupné z: https://www.policenm.cz/e_download.php?file=data/editor/365cs_2.pdf&original=Informační+tabule+-+strana+I..pdf
- TUŽINSKÝ, L. (1996). *Delimitácia pôdného fondu a história zalesňovanie nelesných pôd*. In: Prékop, J. (ed): Zalesňovanie nelesných pôd stále aktuálne. Zborník referátov zo seminára. Zvolen, Lesnícký výskumný ústav, s. 9-13.

- ÚHÚL (2007). *Národní inventarizace lesů v České republice 2001 – 2004. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem*. 224 s. ISBN 978–80–7084–587–5
- ÚRADNÍČEK, L., MADĚRA, P. (2001). *Dřeviny České republiky*. Písek: Matice lesnická. ISBN 80-86271-09-9.
- VACEK, S., SIMON, J. (2009). *Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách*. Praha: Lesnická práce. ISBN 978-80-87154-27-4.
- VACEK, S., VACEK, Z., KALOUSOVÁ, I., CUKOR, J., BÍLEK, L., MOSER, W. K., BULUŠEK, D., PODRÁZSKÝ, V., ŘEHÁČEK, D. (2018 a). *Sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) stands on former agricultural land in the Sudetes-evaluation of ecological value and production potential*. Dendrobiology. 79: 61-76.
- VACEK, Z., PROKÚPKOVÁ, A., VACEK, S., CUKOR, J., BÍLEK, L., GALLO, J., BULUŠEK, D. (2020). *Silviculture as a tool to support stability and diversity of forests under climate change: study from Krkonoše Mountains*. Central European Forestry Journal, 66: in press.
- VACEK, Z., VACEK, S., CUKOR, J., LINDA, R., PODRÁZSKÝ, V., KOVAŘÍK, J. (2018 b). *Forest biodiversity and production potential of post-mining landscape: opting for afforestation or leaving it to spontaneous development?* Central European Forestry Journal, 64: 116–126.
- VACEK, Z., VACEK, S., CUKOR, J., LINDA, R., BÍLEK, L., PODRÁZSKÝ, V., GALLO, J. (2018c). *Native vs. introduced coniferous tree species: production and biodiversity of forest stands on reclamation sites after coal mining*. In: Proceedings of Central European Silviculture 04.09.2018, Doksy, Sept 9, 2018: 198–206.
- ZAHRADNÍK, P., KNÍŽEK, M. (2007). *Zprávy o lesnictví, dřevařství a myslivosti | Silvarium – lesnický, dřevařský a myslivecký zpravodajský web [online]*. Copyright © [cit. 04.06.2020]. Dostupné

z: http://www.silvarium.cz/images/letakylos/2007/2007_lykozrout_smrkovy.pdf

ZACHAR, D. (1965). *Zalesňovanie nelesných pôd*. Bratislava, Slovenské vydavateľstvo pôdnohospodárskej literatúry, 229 s.