

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav zakládání a pěstění lesů

**Analýza přirozené obnovy modřínu opadavého v oblasti
centrálních Brd**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí diplomové práce:
Ing. Václav Hurt, Ph.D

Vypracoval:
Bc. Jaroslav Tesař

Brno 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: *Analýza přirozené obnovy modřínu opadavého v oblasti centrálních Brd* zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje diplomová práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 ods. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla s jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne

Podpis studenta:.....

Poděkování

Rád bych poděkoval VLS ČR, s.p. divize Hořovice, na jejichž majetku jsem prováděl výzkum zabývající se přirozenou obnovou modřínu opadavého, především pak jejich zaměstnancům a svým rodičům Ing. Janě Tesařové a Ing. Milanu Tesařovi, kteří mi poskytli zázemí, veškeré informace, přístup k lesní hospodářské evidenci a pomoc při terénních měřeních.

Dále bych rád poděkoval Bc. Elišce Bradáčové za pomoc při terénních měřeních.

Také děkuji panu Doc. Ing. Karlu Drápelovi CSc. za pomoc a odborné konzultace ohledně statistického vyhodnocení dat.

Můj dík dále patří panu Ing. Václavu Hurtovi, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce, který mi svým odborným přístupem, názory a připomínkami pomohl při vzniku této práce.

Abstrakt

Název práce: Analýza přirozené obnovy modřínu opadavého v oblasti centrálních Brd

V diplomové práci byla provedena analýza přirozené obnovy modřínu opadavého (*Larix decidua* MILL.) v oblasti centrálních Brd. Cílem bylo vyhodnotit stav a podmínky přirozené obnovy modřínu v porostech. Bylo vybráno 9 porostních skupin o velikosti od 0,06 do 0,20 ha na třech stanovištích (SLT 5P, 5K, 5N). Byla zjišťována hustota nárostů, výška, výškový přírůst, věk a poškození modřínu. Světelné poměry byly zjištěny hemisférickou fotografií "Fisheye". Bylo vyhodnocováno openness, direct site factor, indirect s.f. a total s.f. Bylo zjištěno, že se na všech 3 stanovištích modřín úspěšně obnovuje přirozeně. Přirozená obnova je zde velmi hustá a zdárně odrůstá i ve zhoršených světelných poměrech. Nároky na dostatek záření se od 2 do 4 let postupně zvyšují. Velký význam má nepřímé záření. Na exponovaných a kyselých stanovištích, kde dochází k přísušku, naopak působilo záření na hustotu i odrůstání přirozené obnovy negativně.

Klíčová slova: modřín opadavý, přirozená obnova, soubor lesních typů, Brdy

Abstract

Thesis title: Analysis of the natural regeneration of European larch in the central Brdy mountains area

The aim of the thesis was to evaluate the state and conditions of the initial phase of the natural regeneration of the European larch. There were nine forest stand groups of 0.06 – 0.2 ha (small regeneration components) on three sites (FTG 5P, 5K 5N). The density of the growths, height, height gain, age, and damage were measured in the field. Using hemispheric "Fisheye" photography, four photic parameters were observed: openness, direct site factor, indirect s.f. a total s.f. According to the analysis, European larch naturally regenerates on the selected sites successfully. The natural regeneration grows out successfully and shows high density even on sites with low light conditions, while the insolation demands, mainly on the indirect insolation, are gradually increasing at the age of 2–4 years. On the opposite, high level of insolation can have negative influence on the density and further grow out of the natural regeneration on exposed or acidic sites with possible short – term drought.

Key words: European larch, natural regeneration, forest type groups, Brdy

Seznam použitých zkratk

CHOPAV – chráněná oblast přirozené akumulace vod

CDS – cílová druhová skladba

CHS – cílový hospodářský soubor

CO – canopy openness

DSF – direct site factor (podíl přímého záření)

GSF – global site factor (vážený součet přímého a nepřímého záření)

HK – hospodářská kniha

HS – hospodářský soubor

IUFRO – International Union of Forest Research Organizations – Mezinárodní unie
lesnických výzkumných organizací

ISF – indirect site factor (podíl nepřímého difúzního záření)

LHC – lesní hospodářský celek

LHE – lesní hospodářská evidence

LHP – lesní hospodářský plán

LVS – lesní vegetační stupeň

LZU – les zvláštního určení

MZD – meliorační a zpevňující dřeviny

NT – nahodilé těžby

OPRL – oblastní plán rozvoje lesů

PO – přirozená obnova

PLO – přírodní lesní oblast

SLHP – souhrnný lesní hospodářský plán

SLT – soubor lesních typů

VÚ – vojenský újezd

VLS – vojenské lesy a statky

VVP – vojenský výcvikový prostor

Obsah

1. Úvod.....	9
1.1 Cíl práce.....	10
2. Literární přehled	11
2.1 Rozšíření modřínu opadavého	11
2.1.1 Postglaciální šíření modřínu	11
2.1.2 Modřín v Evropských zemích.....	11
2.1.3 Původní rozšíření modřínu na území České republiky	12
2.1.4 Výskyt modřínu mimo původní areál	12
2.1.5 Zastoupení modřínu v lesích ČR	13
2.1.6 Místní kulturní populace modřínu	13
2.1.7 Původ populací modřínu	14
2.1.8 Původ modřínu v Brdech	15
2.1.9. Stanovištní adaptace a proměnlivost modřínu	16
2.2 Morfologie a fyziologie modřínu opadavého	17
2.3 Ekologie modřínu opadavého	18
2.3.1 Vertikální rozšíření	18
2.3.2 Nároky na půdu.....	18
2.3.3 Klimatické nároky.....	19
2.3.4 Nároky na vodu.....	19
2.3.5 Nároky na světlo	20
2.3.6 Nároky na teplo.....	21
2.4 Přirozená obnova modřínu opadavého	21
2.4.1 Předpoklady přirozené obnovy dřevin.....	21
2.4.2 Přirozená obnova modřínu vedle mateřského porostu.....	22
2.4.3 Přirozená obnova modřínu pod mateřským porostem	22
2.4.4 Přirozená obnova modřínu ve směsi s jinými dřevinami.....	23
2.4.5 Péče o kultury modřínu a s příměsí modřínu	24
2.5 Škůdci modřínu opadavého	25
2.5.1 Škůdci semen a šišek	25
2.5.2 Škůdci semenáčků a sazenic	25
2.5.3 Škůdci mlazin a tyčkovin.....	26
2.5.4 Škůdci kmenovin	27
2.5.5 Škody zvěří	27

2.6	Využití modřínu opadavého.....	28
2.7	Ekologické faktory růstu dřevin a jejich kvantifikace	28
2.7.1	Vliv stanovištních podmínek na růst dřevin	29
2.7.2	Světelné poměry v lesních ekosystémech.....	31
3.	Charakteristika zájmového území.....	33
3.1	Centrální Brdy.....	33
3.1.1	Geologická charakteristika	34
3.1.2	Pedologie a fytogeografie	34
3.1.3	Podnebí	34
3.1.4	Současný stav lesního hospodářství v centrálních Brdech	35
3.1.5	Zdravotní stav a škodliví činitelé.....	36
3.1.6	Hospodaření	37
3.1.7	Zastoupení dřevin a stav modřínu v oblasti	37
3.1.8	Genové zdroje modřínu	39
3.1.9	Modřín v navrhovaném CHKO Brdy	39
4.	Materiál a metodika	41
4.1	Terénní šetření	41
4.2	Metodika zpracování dat.....	45
5.	Výsledky	46
5.1	Výškové přírůsty přirozené obnovy.....	46
5.2	Hustota přirozené obnovy	56
5.3	Poškození přirozené obnovy	61
6.	Diskuze	62
7.	Závěr	69
7.1	Doporučení pro praxi	70
8.	Summary	72
9.	Seznam citované literatury.....	73
9.1	Použité legislativní úpravy.....	77
10.	Přílohy.....	78

1. Úvod

Modřín opadavý se v České republice vyskytuje jako dřevina původní (autochtonní) v geograficky omezené části Moravy a Slezska. Z řady lokalit mimo původní areál modřínu jsou však známy cenné místní populace, charakteristické vysokou objemovou produkcí, jakostí, stabilitou a velmi dobrým zdravotním stavem, které se během dvou posledních století, případně i delšího období, vyselektovaly a přizpůsobily místním podmínkám. Modřín se zde v mnohých případech úspěšně přirozeně obnovuje, často spontánně, jen s malým přispěním vhodných pěstebních opatření (ŠINDELÁŘ, FRÝDL, 2006).

Jednou z těchto oblastí je i oblast centrálních Brd. Modřín je zde po smrku druhou nejzastoupenější dřevinou a na mnohých stanovištích se velmi dobře přirozeně obnovuje. Jeho hojná přirozená obnova působí místy vůči ostatním dřevinám až agresivně a je nutné ji různými způsoby uměle potlačovat. Zdejší populace modřínu se úspěšně obnovuje nejen na velkých holinách s dostatkem světla, ale i v menších kotlíkových sečích či úzkých násecích. Modřín může takto do budoucna tvořit velmi perspektivní směsi s různými druhy dřevin, zejména však se smrkem a s bukem.

V současné době je trend přecházet na přírodě bližší způsoby hospodaření a zřejmě tomu tak bude i v oblasti středních Brd vzhledem k plánovanému vyhlášení chráněné krajinné oblasti. Proto je zajímavou otázkou, jak výše zmíněných vlastností místní populace modřínu co nejlépe využít tak, abychom do budoucna snížili náklady vynaložené na jeho redukci a výchovu, udrželi modřín v porostech v žádoucím poměru a využili produkci kvalitního modřínového dřeva při zachování stability místních ekosystémů.

Proto se přirozenou obnovou modřínu v oblasti centrálních Brd zabývá i tato diplomová práce. Práce navazuje na bakalářskou práci (TESAŘ, 2013), ve které byla provedena analýza přirozené obnovy modřínu v oblasti centrálních Brd s využitím lesní hospodářské evidence a lesního hospodářského plánu. V bakalářské práci byla také provedena první ověřovací šetření přirozené obnovy modřínu. Tato navazující práce se zabývá již vlastním šetřením přirozené obnovy v terénu ve vztahu k mateřskému porostu, stanovišti a především k světelným podmínkám.

1.1 Cíl práce

Obecným cílem diplomové práce bylo určit, jaký je stav a podmínky počáteční fáze přirozené obnovy modřínu opadavého ve smíšených porostech v oblasti centrálních Brd. Cílem bylo posoudit zda lze modřín využít pro přirozenou obnovu v malých obnovních prvcích vedle mateřského porostu a také pod mateřským porostem. Dále jaká stanoviště a světelné poměry přirozené obnově modřínu lépe vyhovují.

Díličními cíli pak bylo na základě provedených terénních měření zjistit vztah hustoty a zastoupení modřínu v mateřském porostu. Dále pomocí vhodné metody určit světelné podmínky panující na stanovišti a jejich vliv na měřené parametry (hustota, výškový přírůst). Následně všechny tyto údaje sumarizovat a pokusit se zodpovědět otázky: 1) Jaké postavení má modřín opadavý v obnově stávajících lesních porostů centrálních Brd? 2) Jakým způsobem je možné na zájmovém území regulovat podíl přirozené obnovy modřínu? 3) Jak s ním pracovat a využít jeho potenciál při přechodu na přírodě bližší způsoby hospodaření?

2. Literární přehled

2.1 Rozšíření modřínu opadavého

Rod *Larix* se dělí do 6 fylogenetických taxonů, které se vyvinuly ze společných předků v různých úrovních. V chladnějším oblastech severní polokoule je asi 10 druhů, z toho 3 v severní Americe, 6 v Asii a 1 v Evropě (SCHEEPERS a kol, 1999).

2.1.1 Postglaciální šíření modřínu

Ve střední Evropě je modřín doložen ve starších čtvrtohorách – z posledního glaciálu. Pravděpodobně zde na některých refugiích přežil i během chladnějších stadiálů. V postglaciálním vývoji se mohl šířit jen asi v preboreálu, později ustupoval expanzi stín snázejících druhů, především smrku, až na dnešní reliktní lokality. Evropský modřín se zřejmě vyvinul z modřínu sibiřského, který v době maximálního zalednění mohl být dotlačen až do střední a západní Evropy. Po oteplení a ústupu hlavní části modřínu sibiřského došlo dlouhodobou geografickou izolací u jeho středoevropských reliktních k postupným genetickým změnám až po vytvoření nového druhu *Larix decidua* Mill (MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

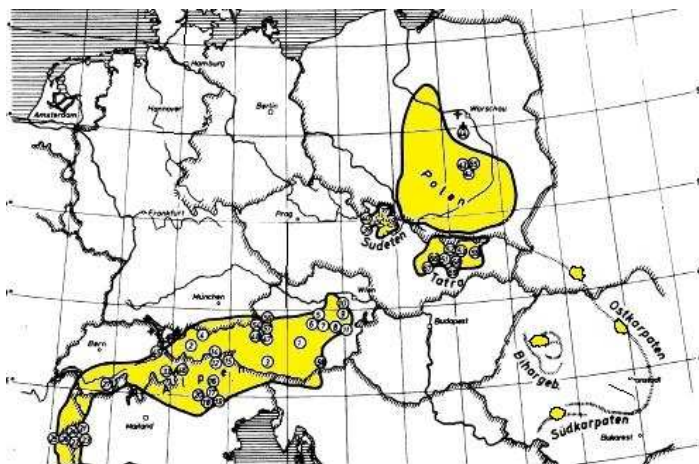
2.1.2 Modřín v Evropských zemích

V Evropě je areál rozšíření modřínu omezen na oblast Alp. Dále na jednotlivé odloučené arely v oblasti bývalých Sudet (ČR), Vysokých a Nízkých Tater (Slovensko) a také na ojedinělé výskyty v Polsku (Svatokřížské hory) a Rumunsku. Jeho přirozený areál výskytu tvoří asi 500 000 ha. Během posledních dvou století došlo k výraznému uplatňování modřínu opadavého v řadě zemí Evropy i mimo areál původního rozšíření, především v západní části Evropy (ŠINDELÁŘ, FRÝDL, 2004; MATRAS A PÂQUES, 2008).

2.1.3 Původní rozšíření modřínu na území České republiky

Modřín opadavý je dřevina, která je jako druh v České republice původní (autochtonní). Jedná se o tzv. modřín opadavý, sudetský, někdy také nazývaný modřín jesenický nebo slezský,

přírodně rozšířený na relativně omezeném území severní Moravy a Slezska. NOŽIČKA (1962) jej vylišuje jako samostatný klimatyp modřínu karpatského, poddruhu MD evropského. Areál zaujímá části těchto přírodních lesních oblastí:



Obr. 1: Areál přirozeného výskytu modřínu

32 – Slezská nížina,

28 – Předhůří Hrubého Jeseníku,

27 – Hrubý Jeseník (východní část), 31 – Českomoravské meziohří, 29 – Nížký Jeseník.

Převážnou část areálu tvoří zvlněná plošina Nížkého Jeseníku. Dnes je modřín opadavý rozšířen ve všech lesních oblastech, i když jeho podíl v druhové skladbě lesních porostů je až na výjimky podle jednotlivých lesních celků velmi proměnlivý (ŠINDELÁŘ a kol., 2006).

(www.uni – goettingen.de)

Podle ŠINDELÁŘE a FRÝDLA (2004) je možno na základě dostupných podkladů přibližně charakterizovat současné zastoupení modřínu v rámci areálu přirozeného rozšíření. Redukovanou plochu v oblasti původního rozšíření modřínu lze dnes odhadnout na cca 6 % porostní plochy, což představuje přibližně 8 až 9 tisíc ha. Do budoucna je žádoucí, aby se plocha autochtonních porostů modřínu opadavého v oblasti původního rozšíření udržela. POSPÍŠIL a KOBLIHA (1988) popisují jesenický modřín v původním areálu jako ekotyp, vyznačující se velmi rychlým růstem v mládí, vysokou tvorbou biomasy, průměrnou tvárností kmene a značnou odolností proti rakovině modřínu. Podle autorů plně postačuje k tomu, aby při cílené výchově mohly být vypěstovány nejen produktivní, ale i vysoce jakostní porosty.

2.1.4 Výskyt modřínu mimo původní areál

Umělými kulturami byl modřín zhruba od 18. století rozšiřován ve značném rozsahu s využíváním původních sudetských i introdukovaných alpských proveniencí

prakticky po celém území České republiky (ŠINDELÁŘ, FRÝDL 2004). Podle NOŽIČKY (1962) proběhly v Čechách první pokusy s jeho pěstováním již v roce 1671 v okolí Hluboké. Dnes je modřín rozšířen téměř ve všech přírodních lesních oblastech, většinou jako příměs nebo jako dřevina vtroušená. Pěstební zkušenosti naznačují, že se modřín sudetského původu ve výsadbách mimo areál původního rozšíření osvědčil a s úspěchem se nadále uplatňuje. V posledních letech byl zařazen i do mezinárodních provenienčních pokusů IUFRO (ŠINDELÁŘ, FRÝDL 2004). Také MATRAS a PÂQUES (2008) označují za nejkvalitnější a nejrychleji rostoucí populace MD rostoucí mezi Sudetskými pohořími a Polskem (tyto vykazují i nejvyšší stabilitu).

Dílčí populace alpských modřínů se až na výjimky neosvědčily v produkci ani svým zdravotním stavem a do současnosti ze značné části lesních porostů ČR ustoupily. Alpská populace rostla nejpomaleji, vystupuje však do vyšších nadmořských výšek, kde roste lépe než ostatní ekotypy MD (ŠINDELÁŘ, FRÝDL 2004).

2.1.5 Zastoupení modřínu v lesích ČR

Zastoupení modřínu v lesích ČR od padesátých let minulého století (kdy jeho podíl představoval 1,6 %) až do současnosti trvale stoupalo. Ve zvláště významném podílu byl modřín uplatňován zejména v osmdesátých letech a počátkem devadesátých let, kdy se jeho podíl ve výsadbách v některých letech blížil až 10 %. V roce 1990 představoval ještě asi 8 % výsadeb, v dalších letech pak nastal výrazný pokles až na 1,5 % v roce 2004 (ŠINDELÁŘ, FRÝDL, 2004).

V současné době roste modřín opadavý v lesích ČR na porostní ploše 100 917 ha. Přirozené rekonstruované zastoupení modřínu je v rámci celé ČR velmi malé, činí přibližně 0,01 %. Současné zastoupení činí 3,88 %, přičemž doporučené je 4,5 %. Střední plošný věk byl u modřínu stanoven na 62 let (KOLEKTIV, 2014).

V roce 2013 byla podle Zelené zprávy umělá obnova modřínu na území ČR 183 ha, což je asi 1 % z celkové plochy výsadeb (KOLEKTIV, 2014).

2.1.6 Místní kulturní populace modřínu

Z řady lokalit v České republice mimo areál původního rozšíření jsou známy cenné místní populace, dříve nazývané jako kulturní sorty. Tyto jsou charakteristické vysokou objemovou produkcí, jakostí, stabilitou a velmi dobrým zdravotním stavem. Tyto populace se během posledních dvou století, v některých případech i během delšího

období, adaptovaly na místní podmínky prostředí. V těchto podmínkách modřín roste s řadou dalších dřevin ve smíšených porostech, v mnohých případech se úspěšně zmlazuje místy až spontánně, jen s malým přispěním vhodných pěstebních opatření. Podmínkou těchto kulturních populací je výskyt ve smíšených porostech na větších plochách. K těmto případům je možno počítat tzv. modřín Křivoklátský, Adamovský, Paršovický, Světlovský a Hrotovický (ŠINDELÁŘ a kol., 2006).

Potomstva téměř všech těchto místních kulturních populací se ve vzrůstu, produkci, jakosti a odolnosti vyrovnávají potomstvům autochtonních sudetských modřínů. V řadě případů lze proto předpokládat jejich sudetský původ. S ohledem na tyto skutečnosti je vedle autochtonních porostů sudetských modřínů uznána ke sklizni semenného materiálu i řada porostů alochtonních (ŠINDELÁŘ a kol., 2006).

Značná ekovalence modřínu opadavého v našich podmínkách, specificky modřínu opadavého sudetského původu, umožňuje, aby se s touto dřevinou pracovalo jako se složkou přírodních skladeb od nížin přes pahorkatiny, až po nižší stupně horských poloh. Příloha č. 4 vyhlášky MZe č. 83/1996 Sb. počítá s modřínem opadavým jako dřevinou přimíšenou a vtroušenou v podstatné většině cílových hospodářských souborů s výjimkou olšových stanovišť, lužních lesů a stanovišť podmáčených. Jde o velmi široké spektrum souborů lesních typů a hospodářských souborů (ŠINDELÁŘ a kol., 2006).

2.1.7 Původ populací modřínu

U kulturních populací, jež byly citovány, je pravděpodobný sudetský původ na základě archivních dokladů částečně prokázán u některých dílčích populací z oblasti Křivoklátské, Jaroměřické a Adamovské (ŠINDELÁŘ, FRÝDL, 2001).

Podle údajů NOŽIČKY (1962), který vyhodnotil existující archivní doklady, je sudetský původ dalších kulturních populací pravděpodobný především na Moravě, mimo jiné s ohledem na nevelkou vzdálenost lokalit od oblasti původního rozšíření modřínu opadavého sudetského.

Vedle zmíněných významných lokalit se značným zastoupením hodnotných dílčích populací modřínu, nachází se modřín opadavý i na řadě dalších lokalit České republiky. Jedná se například o bývalé LHC Opočno, Pelhřimov,

Kostelec nad Černými lesy a další. Primární původ modřínu, který se i v těchto podmínkách v řadě porostů víceméně spontánně přirozeně obnovuje, není většinou přesně znám (ŠINDELÁŘ, FRÝDL, 2001).

Specifický význam může mít dále několik porostů s modřínem v oblasti bývalého LHC Vimperk, na bývalém polesí Zátoň, Lipka aj. V tomto případě jde o dobře rostoucí kvalitní modřín zpravidla ve směsi s bukem a smrkem. Původ je pravděpodobně alpský ze Štýrska z oblasti Murau, což dokumentují některé dochované archivní záznamy (ŠINDELÁŘ, FRÝDL, 2001).

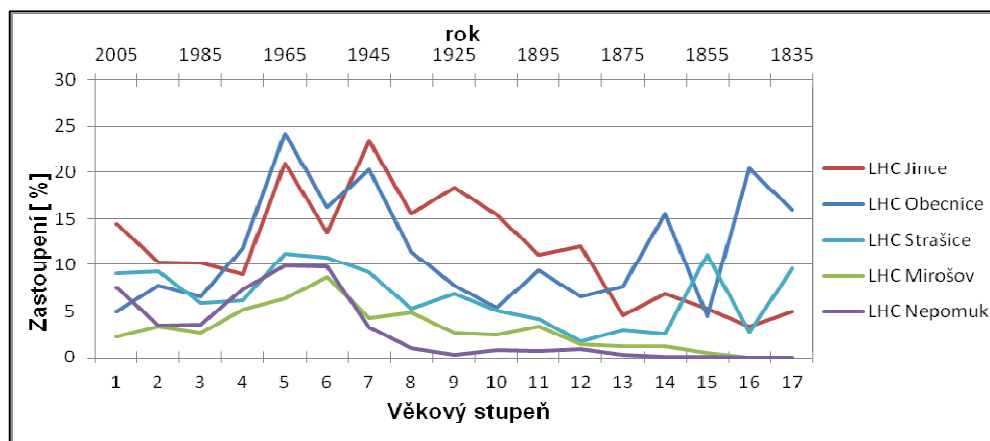
2.1.8 Původ modřínu v Brdech

O původu populace modřínu v Brdech se zmiňuje SVOBODA (1953), který píše o vzniku kulturních sort zejména úspěšným zavedením slezského modřínu na Křivoklátsku a místy v Brdech. NOŽIČKA (1957) označuje zavádění modřínu na Křivoklátsku od roku 1824 jako modřínovou mánii a zmiňuje výraznou změnu druhové skladby porostů. Z toho tedy lze podle SVOBODY (1953) předpokládat podobnost původu modřínu Křivoklátského a modřínu v Brdech, už dle geografické návaznosti těchto dvou území.

O původu modřínu v Brdech je také zmínka v OPRL (KOLEKTIV, 2001), který uvádí informace, získané z některých historických pramenů: „*Původ semene MD, semeno koupené, neuvedeno kde, semeno použito v 2. pol. 18 stol. na Zbirožsku (Strašice). Patrně se jedná o Jesenický modřín, při vhodném pěstování byly výsledky uspokojivé.*” Nejstarší údaje o umělé obnově sjíjí jsou tedy ze 70. let 18. století právě u zmíněného modřínu. Modřín zde byl zaváděn do porostů vyséváním spolu se smrkem. Vzhledem k době, po jakou se již modřín v Brdech vyskytuje lze předpokládat jeho vyselektování a přizpůsobení místním podmínkám (KOLEKTIV, 2001). Z těchto let je také modřín uváděn NOŽIČKOU (1962), který popisuje taktéž zavádění MD v Čechách i na Moravě již od 70. let 18. století a jeho soustavnější a hojnější rozšiřování teprve od let 90., hlavně pak od počátku 19. století. V Brdech probíhalo šíření MD v tomto období především na Rožmitálsku, Hořovicku a Zbirožsku (r. 1771). Na panství Osovském je doložen teprve od roku 1818 a na Březnickém panství až k roku 1825. NOŽIČKA (1962) dále popisuje modřín v druhové skladbě Hořovických lesů z roku 1784 a pronikání modřínu do porostů z poloviny 20. let 19. století.

Podle hospodářských plánů Hořovických z roku 1812, které se zachovaly v archivu Hořovickém uvádí tamější lesmistr Josef Finger v Brdských lesích na panství Hořovice roku 1812 24–25leté modřiny v revíru Lhoteckém (v lesních stratích Stařec a V Pařezí) a Podlužském (U Jinecké silnice), kdežto v revíru Neřežínském nejstarší modřiny již z 90. let 18. stol. (KOLEKTIV, 1812).

Vývoj zastoupení modřinu v centrální části Brdské vrchoviny je znázorněn v grafu 1. Graf zobrazuje poměrně vysoké – až 15% zastoupení modřinu (současné LHC Obecnice) již v roce 1835, což potvrzuje údaje o zavedení MD v Brdech, uvedené výše zmíněnými autory (NOŽIČKA, 1957, 1962; SVOBODA, 1953; LHP HOŘOVICE, 1812; KOLEKTIV, 2001).



Graf 1: Vývoj zastoupení modřinu podle LHC (SLHP 2005)

2.1.9. Stanovištní adaptace a proměnlivost modřinu

Jak uvádí KAŇÁK (1994), každá změna prostředí druhu vyvolává v postižené populaci evoluční proces. V průběhu chřadnou nebo hynou ty genotypy v introdukované populaci, jejichž zděděné adaptace se neslučují s vlastnostmi nového stanoviště. Do dalších generací zůstávají a přežívají naopak ty genotypy, jež jsou preadaptovány pro změněné životní podmínky. Tento evoluční proces trvá po celou dobu ontogeneze jedinců. Přenesené vzorky populace druhu se čistí ve všech věkových fázích až do věku dospělosti od ostatních nedostatečně geneticky vybavených jedinců. Dojde-li ve věku dospělosti u přežívajících jedinců k jejich vzájemnému křížení a vzniklá potomstva znovu podstupují permanentní selekční tlak místního prostředí, pak lze tyto jedince pokládat za srovnatelné s autochtonními.

Modřín opadavý je s ohledem na disjunktivní areál v Evropě a růst regionálních populací v různých ekologických podmínkách (mj. v nadmořských výškách od pahorkatin až do poloh vysokohorských v Alpách a Karpatech) typický značnou, geneticky podmíněnou proměnlivostí (ŠINDELÁŘ a kol., 2006).

Podle MUSILA a HAMERNÍKA (2007) je modřín taxon plastický a značně proměnlivý, jak v morfologických znacích, např. barva samičích šišek, velikost šišek, barva dřeva apod., popsáno je více než 50 různých odchylek, tak i v nárocích ekologických. Odlišnost je často svázána se zeměpisnou izolací a klimatickou různorodostí jednotlivých lokalit. Jedním z vysvětlení velké proměnlivosti modřínu je skutečnost, že typy alpské a karpatské jsou vysloveně horské a vysokohorské, zatímco typy polské a sudetské jsou přirozeně rozšířeny od pahorkatin do podhůří. POSPÍŠIL a KOBLIHA (1988) také zmiňují značnou proměnlivost modřínu. Uvádí, že jeho variabilita se na výzkumných plochách projevuje ve výškovém a tloušťkovém růstu, v celkové produkci biomasy, dále v tvárnosti kmene a odolnosti proti rakovině modřínu. Také u jesenického modřínu popisují jeho značnou plasticitu k rozmanitým podmínkám prostředí a jeho velmi dobrý růst v rozličných podmínkách lesů Evropy s výjimkou vyšších horských poloh.

Důležitým faktorem v našich kulturních lesích, v nichž pěstujeme uměle pestrou směs rozličných sort a typů modřínů v mnohých případech neznámého původu, je také vzájemné křížení, kterému modřín velmi snadno podléhá při opylení větrem. Dochází tak ke vzniku kříženců z volného sprášení (KLIKA a kol. 1953). SCHEEPERS a kol. (1999) popisují i snadnou křížitelnost modřínu opadavého s modřínem japonským (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.). Také zmiňují, že přestože mezi druhy a jejich kříženci existují morfologické rozdíly, diferenciací není vždy možná. K diferenciaci druhů a jejich kříženců využívají druhové specifické RAPD markery. MATRAS a PÂQUES (2008) označují tyto hybridy jako velmi cenné.

2.2 Morfologie a fyziologie modřínu opadavého

Modřín je statný, opadavý strom, dosahující často značných rozměrů. Dorůstá výšky až 50 metrů, tloušťky přes jeden metr a dožívá se i 400 až 500 let (KŘIVÁNEK a kol., 2009; CARRER a URBINATI, 2004). Jako hospodářská dřevina se pěstuje v obmýtí 80–120 let (ZAHRAŇÍK a kol., 2014). Má přímý, někdy mírně prohnutý kmen a vysoko nasazenou úzkou kuželovitou korunu. Kořenový systém je silně rozvětvený, srdčitého

tvaru, strom je dobře zakotvený v půdě a netrpí vývraty. Borka je zpočátku žlutohnědá, ve stáří spíše červenohnědá, tlustá, podélně hluboce rozpukaná a šupinatá. Jehlice jsou 1,5 až 4 centimetry dlouhé, měkké, tupé vyrůstající na brachyblastech po 20 až 40. Opad jehličí u modřínu napomáhá jejich větší odolnosti vůči škodlivinám zachyceným z ovzduší, které se tak nehromadí ve dřevě. Modřín je strom jednodomý, kvete v březnu až květnu. Květy jsou jednopohlavné, samčí drobnější, převíslé žlutě zbarvené, samičí vzpřímené nápadně karmínově zbarvené. Dozrávají v drobné vejčité šišky, většinou 1,5 až 3,5 cm velké, světlehnědé, vytrvávající na stromě i několik let (KŘIVÁNEK a kol., 2009; CARRER a URBINATI, 2004). MD dospívá ve 20–30 letech, na otevřených plochách již v 15 letech a plodí každé 3–4 roky, někdy však až po 7 letech. Semena jsou rozšiřována větrem a ptáky, avšak i více než 50 % osiva může být prázdného (RAMEAU a kol., 1993; MATRAS a PÂQUES, 2008).

2.3 Ekologie modřínu opadavého

2.3.1 Vertikální rozšíření

Celkové vertikální rozšíření v rámci evropského regionu činí 200–2600 m n.m. (SVOBODA, 1953; RAMEAU a kol., 1993). V nižších polohách se podle SVOBODY (1953) vyskytuje zpravidla na „rozervaném“ terénu, kde nemohou vzniknout zapojené porosty. MATRAS a PÂQUES (2008) naopak spojují výskyt v nižších vegetačních stupních především s lidskou činností. V těchto polohách roste nejčastěji s borovicí, smrkem a jedlí, z listnáčů především bukem a dubem zimním (SVOBODA, 1953; RAMEAU a kol., 1993). Ve vyšších polohách kolem horní hranice lesa roste hlavně s limbou a kosodřevinou (SVOBODA, 1953), podle RAMEAU a kol. (1993) také s borovicí blatkou (*Pinus uncinata* (Neumann ex Wimm.) Businský). Ze stromových dřevin vystupuje modřín v evropských horách hned po limbě nejdříve (MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

2.3.2 Nároky na půdu

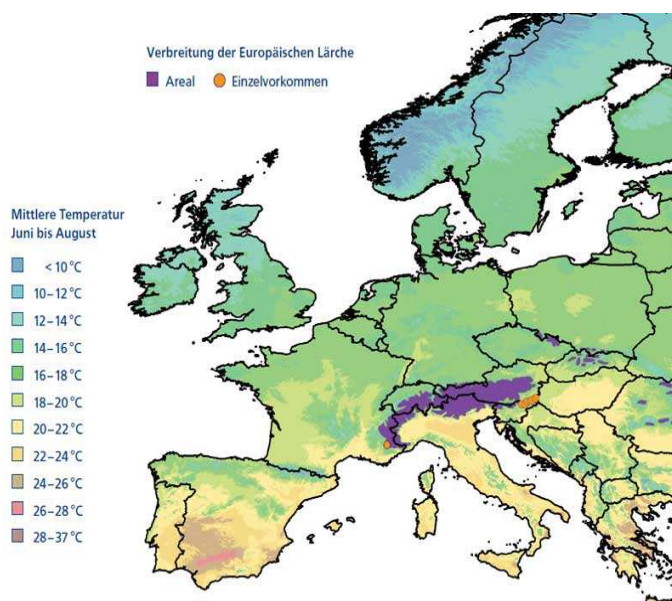
Modřín roste na zvětralých půdách různých hornin i s vysokým obsahem skeletu. Vyžaduje středně hluboké kypré čerstvě hlinité až písčitohlinité půdy. Vyhovují mu provzdušněné a rovnoměrně vláhou zásobené půdy, ve kterých je dobré uvolňování živin. Zamokřené půdy nesnáší. Na suchých půdách se vyskytuje méně (POLANSKÝ a kol., 1956; MATRAS a PÂQUES, 2008; ZAHRADNÍK a kol., 2014). ALBERT a kol. (2008) vyhodnotili jako důležité vlastnosti modřínu schopnost se rychle rozšiřovat přirozenou obnovou, v mládí vysokou světlomilnost a schopnost přežít i na chudých půdách.

V nižších polohách bývají jeho přirozená stanoviště mnohdy na narušených, extrémních terénech, jako jsou skály a kamenité sutě, s podložím vápenců, dolomitů, čedičů, ale i jiných hornin. Modřín zde nachází útočiště před konkurencí ostatních dřevin (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Avšak podle BEZECNÉHO (1992) poskytují modřínu optimální podmínky pro růst a vývoj živná stanoviště ve 3. až 5. lesním vegetačním stupni.

Mnozí autoři (SVOBODA, 1952, 1953; MUSIL, HAMERNÍK, 2007; POLENO, VACEK, 2009; NOŽIČKA, 1962) zmiňují, že modřín nekryje příliš dobře půdní povrch a jeho opad nemá příliš dobrý vliv na půdní vlastnosti. Proto ho nezařazují mezi meliorační dřeviny. Naopak MATRAS a PÂQUES (2008) uvádí, že modřín může na chudých půdách sloužit jako meliorační dřevina, která zlepšuje půdní vlastnosti před výsadbou cílových dřevin.

2.3.3 Klimatické nároky

Modřín je tolerantní k zimním mrazíkům i letním horkům. Oblasti s hojným výskytem se vyznačují chladnějšími zimami a celkově kontrastněji laděným kontinentálním klimatem. Na volných plochách roste bez ochrany mateřského porostu. Nesnáší stagnující ovzduší, vyžaduje pohyblivý vzduch, avšak v hřebenových polohách jej najdeme spíše na závětrných místech. Ve vysokých horách mu dostačuje i velmi krátké vegetační období (MUSIL, HAMERNÍK, 2007; ZAHRADNÍK a kol., 2014).



Obr. 2: Přirozený výskyt modřínu ve vztahu k průměrné teplotě ve vegetačním období

(www.waldwissen.net)

2.3.4 Nároky na vodu

Na půdní i vzdušnou vlhkost má modřín střední nároky, například POGREBNJAK (1944) řadí modřín do skupiny *mesofytů*, SVOBODA (1952) do dřevin se středními

nároky, ale zmiňuje také jeho silnou transpirační schopnost. I ve vztahu transpirace a přírůstku sušiny je dle EIDMANNA (1943) řazen do střední kategorie. MATRAS a PÂQUES (2008) uvádí, že upřednostňuje středně vysokou hladinu spodní vody.

V oblastech s hojnými srážkami roste MD i na strmých skalách. Sudetský modřín dobře roste i v dešťovém stínu, chybí však v územích se srážkami vysloveně nízkými, má velkou spotřebu vody na transpiraci (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Podle BRONCANA a kol. (1998) mají světlo a voda hlavní vliv především na klíčení semen modřínu. ZAHRADNÍK a kol. (2014) píše, že modřín snáší dobře období sucha díky hlubšímu prokořenění půdního profilu lépe než smrkové porosty.

2.3.5 Nároky na světlo

Modřín je vysloveně světломilná, pionýrská dřevina, která zastíněním značně trpí. Pro normální rozvoj vyžaduje plné osvětlení horní a dobré osvětlení boční, alespoň polovinou koruny musí být nad hlavní úrovní. Platí to především pro vyšší polohy, kde se vytvářejí modřínové porosty velmi řídké. Modříny z nižších poloh rostou často v zapojenějších směsích s jinými dřevinami a bývají tolerantnější ke slabému, spíše bočnímu zastínění, platí to především pro sudetský modřín. I přes to ale vyžaduje v porostech volnou korunu, nemá-li krnět. Největším konkurentem je mu smrk (MUSIL, HAMERNÍK, 2007; MATRAS a PÂQUES, 2008). BEZECNÝ (1992) také zdůrazňuje citlivost modřínu k zastínění a nutnost bočního oslunění a uvádí, že i při značném oslunění nemá modřín sklon ke košatění. ZAHRADNÍK a kol. (2014) uvádí, že určitou výjimku tvoří směsi modřínu s bukem v podmínkách pahorkatin, kdy je modřín schopen nějakou dobu snášet i určité zastínění.

Podle SVOBODY (1952) mohou kromě dobré výživy i různé jiné růstové faktory, zejména teplo, zmenšit světelné nároky dřeviny. Např. modřín je ve svém optimu slunný, kdežto v teplejším klimatu je ke stínu odolnější. Odolnost ke stínu má velký význam v lepších podmínkách při boji stinných a slunných dřevin. I zástupci téhož druhu se mohou chovat ke světlu rozličně. Tato dědičná zvláštnost se mění v určitých mezích i u jednotlivých jedinců. ALBERT a kol. (2008) však prokázali negativní vztah mezi dostupností světla a klíčením semen MD. Píše, že MD semena mají relativně vysokou schopnost klíčit zcela zastíněna, i když později potřebují malé MD světla dostatek.

2.3.6 Nároky na teplo

Podle SVOBODY (1952) každá rostlina potřebuje k životu určitou teplotu, na niž jsou vázány její životní funkce. Touto teplotou je myšlena aktuální teplota prostředí při níž životní funkce (např. fotosyntéza a jiné) probíhají. U jednotlivých druhů se liší. Obecně je uváděno jako minimum 0–5 °C, optimum 20–30 °C a 40–50 °C jako maximum. MAYR (1909) považoval za rozhodující pro tepelné nároky dřevin průměrnou tepelnou konstantu, opatřenou pro dřevinu ve vegetační době. Pro modřín zjistil konstantu 14 °C s minimem 6 týdnů, optimem 14 týdnů a maximem 28 týdnů. Modřín vystupuje až na hranici lesa, pro jeho existenci je nezbytná teplota nejméně 14 °C po dobu 6 týdnů. Podle SVOBODY (1952) optimum druhu zpravidla prozrazuje hojný výskyt druhu v oblasti. Rostlina by zde měla dobře růst, plodit, dobře se tu přirozeně obnovovat a odolávat konkurenčnímu boji. Ekologické nároky modřínu podle BAUERA (1962) jsou zachyceny v tabulce 1.

Tab. 1: Stanovištní nároky a pěstební vlastnosti modřínu dle BAUERA (1962)

Vzdušná vlhkost	nízká
Půdní vlhkost	vysoká
Odolnost k zamokření	citlivá
Nároky na teplo	malé
Odolnost k suchu	malá
Nároky na živiny	střední
Odolnost k zástínu	velmi malá
Vliv na půdní vlastnosti	nedostačující
Růst v mládí	velmi rychlý
Odolnost v mrazu	odolná
Vztah k sousedním dřevinám	snášlivá
Vhodnost jako přípravná dřevina	vhodná
Schopnost regenerace	velká
Odolnost k větru	střední

2.4 Přirozená obnova modřínu opadavého

2.4.1 Předpoklady přirozené obnovy dřevin

Samozřejmým předpokladem semenné přirozené obnovy je opad semene některé dřeviny v obnovovaném porostu. Nejvhodnějším obnovním způsobem je přitom podrostní způsob pomocí clonné seče, popřípadě výběrný způsob. Nelze však vyloučit ani obnovu vedle mateřského porostu nalétnutím semen z porostního okraje nebo výstavků. Na holinách se to daří, zejména nejsou-li příliš velké. Na velkých holinách dochází k vytváření nepříznivých mikroklimatických podmínek. K těmto podmínkám

jsou nejtolerantnější tzv. dřeviny přípravné – bříza, osika, olše, jeřáb, do značné míry také borovice a ve vhodných půdních podmínkách, mimo půdy ovlivněné vodou i modřín. Dalším důležitým předpokladem je vhodný stav půdy pro klíčení semene, vzejití semenáčků a jejich počáteční přežití. Třetím předpokladem jsou klimatické podmínky, příznivý stav porostního mikroklimatu a příznivý průběh povětrnostních podmínek od opadu až po vzejití semenáčků a jejich přežití přes první vegetační období. Na rozdíl od předchozích dvou nelze tento faktor téměř ovlivnit, zlepšovat lze pouze porostní mikroklima vhodnými zásahy. Čtvrtý, nejdůležitější předpoklad přirozené obnovy, je výskyt semenného roku, ten lze ovlivnit jen nepřímo dlouhodobou péčí o zdárný vývoj korun stromů (POLENO, VACEK, 2009).

2.4.2 Přirozená obnova modřínu vedle mateřského porostu

Obnova vedle mateřského porostu je u modřínu snadnější než pomocí clonných sečí. Zejména seče okrajové nebo pruhové se velmi dobře osvědčily a lze při nich dosáhnout hodnotných smíšených porostů s větší nebo menší příměsí modřínu. Zachování potřebného podílu modřínu v takových porostech závisí hlavně na způsobu a intenzitě jejich výchovy (POLANSKÝ a kol., 1966).

Velmi důležitý je počet a přítomnost mateřských stromů. Modřín je schopen vytvářet při plné úrodě 15–25 milionů semen na hektar porostu, dosažitelná vzdálenost pro nálet většího množství semen je však jen 20–30 metrů, proto by šířka holé seče neměla překročit tuto vzdálenost (POLENO, VACEK, 2009). BEZECNÝ (1992) doporučuje ponechat na ploše dostatečné množství kvalitních výstavků, ze kterých je modřín schopen úspěšně nalétat po celé ploše.

2.4.3 Přirozená obnova modřínu pod mateřským porostem

Přirozená obnova modřínu je na světlo velmi náročná. MD se dobře zmlazuje na úzkých holých pasekách náletem ze sousedních porostů nebo z výstavků. Lze jej obnovovat také pod ochranou mateřského porostu použitím skupinových sečí obrubných, okrajových nebo kotlíkových na minerálních půdách nebo na půdách dobře připravených k vyklíčení. Vyžaduje rychlý obnovní postup, protože snáší zástin jen krátkou dobu a nálet modřínu se poměrně rychle vyvíjí. Ve směsi s ostatními dřevinami je třeba mu zajistit určitý předstih (POLANSKÝ a kol., 1966). PEŘINA a kol. (1964) uvádějí výšku 17 letých modřínů v kotlíku na kraji porostu asi 50 % oproti modřínům na holé seči v též podmínkách. V kotlíku uprostřed porostu dokonce jen 30 % výšky

modřínů na holé seči, což jim nezajišťuje dostatečný růstový náskok, a je tedy nutné mladé modřínky včas odclonit.

Podle PEŘINY a kol. (1964) se často nárosty modřínu objevují i v dosti zapojených, avšak maloplošně rozpracovaných porostech. Modřín zpravidla není hlavní dřevinou, proto přirozenou obnovu obvykle plánujeme až do závěrečných etap obnovy, kdy má již dostatek světla. Modřín pak snadno nalétá do nárostu dřívě zmlazených dřevin, které díky své růstové energii předrůstá, nebo se obnovuje na zbylých ploškách dosud nezmlazených. BEZECNÝ (1992) uvádí, že tento způsob přirozené obnovy je typický pro bohaté a příznivě vlhké půdy v ČR. Tím potvrzuje údaj SVOBODY (1952), že příznivý vliv jiných faktorů může snižovat světelné nároky dřeviny, neuvádí však do jaké míry.

2.4.4 Přirozená obnova modřínu ve směsi s jinými dřevinami

Pro modřín je typický výskyt ve smíšených porostech, v našich lesích se velmi často vyskytuje přirozená obnova ve směsi se smrkem. V tomto případě roste modřín rychleji a získává si potřebný náskok před pomaleji rostoucím náletem smrku. Smrk ho v pozdější fázi dorůstá, avšak modřín stále zůstává v nadúrovni. Čistou modřínovou mlazinu lze též velmi dobře podsazovat smrkovými sazenicemi. Modřín je zapotřebí od mládí silně prostřihávat a prořezávat, aby v porostu zůstali jen jedinci zdraví s volnou korunou. Mírné zastínění smrku je prospěšné, avšak nesmí být zastíněn příliš, v takovém případě je nutné redukovat počet modřínů výchovnými zásahy (PEŘINA a kol., 1964; ZAHRADNÍK a kol., 2014).

Vhodná je též směs modřínu s bukem, ze které mohou vznikat velmi kvalitní porosty. BEZECNÝ (1992) popisuje, že nejkvalitnější jsou etážové porosty, kde je horní patro tvořeno modřínem a spodní bukem. Podle PEŘINY a kol. (1964) je při přirozené obnově nutné nejdříve obnovit buk a potom modřín nebo provést umělou obnovu buku, do které se samovolně zmladí modřín. Další možností je také přirozeně vzniklé modřínové mlaziny uvolnit a podsadit bukem. HURT (2008) doporučuje pro pěstování bukomodřínových porostů jednotlivé přimíšení modřínu ve směsi s bukem. Modřín musí být pěstován s dostatečným výškovým náskokem, aby se udržel v nadúrovni a mohl mít volné dostatečně velké koruny. Vhodné zastoupení modřínu v těchto porostech uvádí v rozmezí 20–40 %. Podle ZAHRADNÍKA a kol. (2014) patří

dvouetážové porosty tvořené modřínem a ve spodní etáži bukem, lípou, jedlí nebo smrkem k nejkvalitnějším a vykazují i vysokou produkci.

2.4.5 Péče o kultury modřínu a s příměsí modřínu

Modřín se zmlazuje velmi dobře, rychle roste a poměrně brzy se zapojuje. Husté nárosty modřínu záhy silně prostřiháváme a prořezáváme, aby každý jedinec měl volnou korunu a tím i dostatek světla a proudícího vzduchu. Přitom vybíráme všechny jedince poškozené, nemocné, křivé a přebytné. Ponecháme-li husté modřínové nárosty bez zásahu, krní a jsou značně vystaveny nebezpečí napadení škůdci a podléhají tlaku sněhu (PEŘINA a kol., 1964).

Pokud tvoří modřín skupinovitě zastoupení, je potřeba nárosty rozvolnit co nejdříve na vzdálenost 3–4 metrů podle jeho vyspělosti. Ve fázi mlazin by již jednotlivé modříny měly být vzdáleny 15–20 metrů. Pokud modřín tvoří jednotlivou příměs, avšak je příliš zastoupen, je potřeba jeho množství přiměřeně redukovat podle jeho plánovaného zastoupení v CHS (JURČA, 1988; ZAHRADNÍK a kol., 2014).

Další výchovné zásahy musí být prováděny tak, aby až do růstové fáze tyčkovin předrůstal okolní dřeviny o několik metrů. Při zásazích se odstraňují netvární a poškození jedinci z horní vrstvy a v růstu zaostávající stromy (POLENO, VACEK, 2009).

Podle BEZECNÉHO (1992) je nutné v tyčovínách a nastávajících kmenovinách taktéž uskutečnit silné podúrovňové probírky. Z úrovně odstranit poškozené a netvárné jedince a udržet korunu i ve vyšším věku pod 1/3 výšky stromu.

NOVÁK a SLODIČÁK (2006) uvádí, že v našich lesích nejsou výjimkou ani čisté modřínové monokultury. Podle ZAHRADNÍKA a kol. (2014) však není vhodné v porostech s převažující funkcí dřevoprodukční takovéto porosty zakládat. V tomto případě je nutno výchovná opatření podřídit potřebám této dřeviny, především zajistit dostatek horního i bočního světla. S výchovou se začíná už v zapojujících se mlazinách (při horní porostní výšce 5m, ve věku 7 až 10 let), kdy se odstraní netvární a nemocní jedinci a zásah se dokončí negativním výběrem v podúrovni. V pozdějším věku se směřuje výchova k odstranění utlačované podúrovně, přičemž v tyčovínách a nastávajících kmenovinách jsou doporučovány silné podúrovňové zásahy. Na konci II. věkové třídy je vhodné v kvalitních, stejnověkových, nesmíšených porostech modřínu

podřídit výchovná opatření potřebám podsadeb, případně náletu dalších dřevin. Takto vzniklé porosty patří k nejkvalitnějším a vykazují i vysokou produkci (NOVÁK, SLODIČÁK, 2006). Podle BEZECNÉHO (1992) je pro podsadby velmi vhodný buk a lípa.

2.5 Škůdci modřínu opadavého

Modřín je původně dřevinou podhůří až hor, nyní je však rozšířen i do nižších poloh, kde bývá často napadán mnohými škůdci. Vzhledem k tomu, že modřín je opadavá dřevina, snáší ze všech jehličnanů defoliaci biotickými škůdci nejlépe a připomíná v mnohém listnáče. V ranném mládí ani ve stáří nebývá významněji sužován škůdci, avšak ve stádiu mlazin a tyčkovin může být často napadán a poškozován (BERÁNEK, 2006). Podle PEŠKOVÉ a MODLINGERA (2014) má působení hmyzích škůdců na modřínu zpravidla chronický charakter, přičemž působení hmyzích defoliátorů negativně ovlivňuje zdravotní stav stromů, zejména pokud dochází k snížení podílu listové plochy opakovaně po několik let.

2.5.1 Škůdci semen a šišek

Hmyzí škůdci semen a šišek, k nimž patří zejména krásenky (*Megastigmus spp.*), květilky (*Lasiomma spp.*) a bejlmorky (*Resseliella spp.*) snižují úrodu osiva, nemají však takový význam jako škůdci následujících stádií. Příležitostně mohou být semena a šišky napadány i jinými druhy hmyzu, např. housenkami obaleče modřínového nebo píd'alkami (*Eupithecia abietaria* Goeze.) či obaleči (*Laspeyresia illutana* H.–S.), vyskytujícími se však spíše na smrku. Na modřínu může rovněž škodit zavíječ smrkový (*Dyorictria abietella* D. et S.) (BERÁNEK, 2006).

2.5.2 Škůdci semenáčků a sazenic

Jako rychle rostoucí dřevina nemá modřín v ranném období vážné nepřátele, a tak předrůstá okolní semenáčky a sazenice. Osy nejmladších semenáčků lokálně ohryzávají drobní brouci, tzv. kvapníci (*Harpalus spp.*) z čeledi střevlíkovitých. Jejich kořínky a někdy i jehličí pak housenky osenic, například osenice písečná (*Agrotis vestigialis* Hfn.). Starší sazenice mohou někdy trpět zralostním žírem klikoroha modřínového (*Hylobius piceus* Deg.) a klikoroha borového (*Hylobius abietis* L.). Poškození však nebývá tak intenzivní jako u sazenic borovice či smrku a mladý stromek se většinou postupně vyhojí. Kontrola a ochrana se proto v tomto věku zpravidla na modřínu neprovádí (BERÁNEK, 2006).

2.5.3 Škůdci mlazín a tyčkovin

V období mlazín a tyčkovin je v našich podmínkách modřín vystavován největšímu náporu hmyzu. Významný tlak představuje obzvláště savý a listožravý hmyz, jako je trásněnka modřínová (*Taeniothrips laricivorus* Krat. a Fars.), nejvíce napadající modřín ve smíšených porostech. Nymfy a dospělci škodí sáním mladých jehlic zejména ve vrcholových partiích. Při víceletém opakovaném napadení dochází k deformaci kmenů a zpomalení přírůstu (BERÁNEK, 2006; ZAHRADNÍK a kol., 2014).

V mlazínách mohou škodit také různé druhy korovnic, hlavně korovnice zelená (*Sacchiphantes viridis* Rtzb.) a korovnice pupenová (*Adelges laricis* Vall.), což jsou drobné mšice, sající na celé nadzemní části modřínu, tedy nejen na jehlicích, ale i na kůře kmene a větví. Mají dvouletý generační cyklus, při němž přecházejí z jednoho hostitele – smrku, na druhého – modřín a za určitých podmínek se mohou vyvíjet pouze na modřínu. Modřín se dokáže vyrovnat i se silným napadením, což ale výrazně snižuje odolnost stromů vůči dalším negativním vlivům. Samy korovnice nejsou schopny způsobit odumření stromů (BERÁNEK, 2006; PEŠKOVÁ, MODLINGER, 2014; ZAHRADNÍK a kol., 2014).

Pouzdrovníček modřínový (*Coleophora laricella* Hüb.) silně napadá především porostní stěny v oblasti pahorkatin. Napadá modřín různého věku nejčastěji od 10 do 60 let. Škodí housenky vyžíráním jehlic, které pak zhnědnou a opadnou. Modřín i po výrazném poškození a opakovaném žíru velmi dobře regenerují (BERÁNEK, 2006; PEŠKOVÁ, MODLINGER, 2014; ZAHRADNÍK a kol., 2014).

Obaleč hálčivý (*Cydia millenniana* Adam.) a molovka modřínová (*Argyresthia laevigatella* Heyd.) jsou drobní motýlci, napadající mladé modřínky do výšky asi čtyř metrů rostoucí v okrajích porostů. Pro obaleče je typická tvorba hálek s výronem pryskyřice, jeho žír usnadňuje infekci kustřebky modřínové (*Dasyscypha willkommii* Htg.). Molovka způsobuje jednotlivé odumírání celých výhonů (BERÁNEK, 2006).

Ploskohřbetka modřínová (*Cephalcia lariciphila* Wachtl.) je drobná vosička, původně se vyskytující pouze v Alpách a na Sibíři. Dnes se přemnožuje pouze v nepůvodních modřínových lesích Evropy. V ČR na sebe upozornila gradací v letech 2000 až 2004 na Českomoravské vrchovině. Díky dobrým regeneračním schopnostem

modřín žírem příliš netrpí (BERÁNEK, 2006; PEŠKOVÁ, MODLINGER, 2014; ZAHRADNÍK a kol., 2014).

Pilatka modřínová (*Pristiphora laricis* Htg.) je drobná vosička a patří k nejhojnějším škůdcům modřínu, u níž se objevují občasné gradace. Napadá modřínky do věku asi 25 let. Bejlmorka modřínová (*Dasineura kellneri* Hensch.) je drobný „komárek“, jehož larvy přetvářejí pupeny na hálky, čímž zastavují růst pupenů a tvorbu jehlic (BERÁNEK, 2006).

2.5.4 Škůdci kmenovin

Starší modříny, podobně jako semenáčky a sazenice, hmyzím škůdcům poměrně dobře odolávají. Vedle hmyzu listožravého se již prosazuje i hmyz kambioxylofágní. Tito podkorní, vcelku nečetní škůdci, ohrožují zejména oslabené jedince, rostoucí na nevhodných stanovištích. Jde především o lýkožrouta modřínového (*Ips cembrae* Heer.) a tesaříka modřínového (*Tetropium gabrieli* Weise.). Příležitostně se na modřínu může vyskytnout i dřevokaz čárkovaný (*Xyloterus lineatus* Oliv.) či pilořitka velká (*Urocerus gigas* L.). Z listožravého hmyzu je možno uvést obaleče modřínového (*Zeiraphera griseana* Hüb.), drsnokřídlece modřínového (*Lycia isabellae* Harr.) nebo pilatku *Strongylogaster lineata* (Christ.). Relativně velké nebezpečí představuje asijská rasa bekyně velkohlavé (*Lymantria dispar* L.), neboť v případě jejího zavlečení by se modřín mohl stát její hlavní živnou dřevinou. V modřínových porostech může způsobovat škody také bekyně mniška (*Lymantria monacha* L.), která jinak škodí především na smrku (BERÁNEK, 2006; PEŠKOVÁ, MODLINGER, 2014; ZAHRADNÍK a kol., 2014).

2.5.5 Škody zvěří

Modřín je dřevina, která příliš netrpí okusem zvěří. Zvěř ho poškozují spíše vytloukáním. Obzvláště pokud se modřínu v přirozené obnově vyskytuje větší množství dokáže velmi dobře odrůstat a dospět do mýtního věku (HORSÁK, 2010). Podle PEŠKOVÉ a MODLINGERA (2014) mohou být poškození způsobená zvěří vstupní branou pro brvenku modřínovou (*Lachnellula willkommii* Dennis), která způsobuje rakovinné útvary na kmeni modřínu. Podle ŠINDELÁŘE a FRÝDLA (2006) i NOŽIČKY (1962) je však jesenický ekotyp modřínu proti této chorobě velmi odolný a stal se tak i předmětem mezinárodních provenienčních pokusů IUFRO. Avšak MATRAS a PÂQUES (2008) popisují vysokou variabilitu MD, co se týká odolnosti k rakovině (*Lachnellula willkommii* Dennis), jedné z nejškodlivějších chorob této dřeviny. Píší, že nejodolnější

byly stromy z východních Alp a nejméně z jižních Alp. Dále uvádí, že v některých státech byly tvořeny speciální populace MD výběrem stromů přímo z porostů. Stromy Sudetského a Polského původu byly hojně využívány díky svým příznivým vlastnostem.

2.6 Využití modřínu opadavého

Modřín jako lesnický významná dřevina poskytuje kvalitní, pevné a pružné dřevo s tmavým jádrem, které je v současné době vysoce ceněno a je považováno za nejhodnotnější domácí jehličnaté dřevo. Je středně tvrdé, dobře opracovatelné a trvanlivé. Má vysokou trvanlivost i pod vodou a je schopno nahradit i dřevo dubové. Z těchto vlastností vyplývá všestranná upotřebitelnost jak pro výrobu nábytku a obložení, tak jako stavební dříví. Obsah pryskyřice je ve srovnání s borovicí nižší, avšak je vysoce ceněna jako tzv. benátský terpentýn. Výtažky z modřínu opadavého mají mimořádné účinné látky pro lidský organizmus. Patří mezi ně některé enzymy a stopové prvky, které zlepšují činnost centrální nervové soustavy, podporují obranyschopnost a posilují organizmus. Modřín má také významnou funkci krajinnou (KŘIVÁNEK a kol., 2009). MATRAS a PÂQUES (2008) popisují MD jako ekonomicky významnou dřevinu na regionální úrovni, zejména v horských oblastech (Alpy). Jeho cenost spočívá v kvalitní dřevu a pryskyřici. Uvádí, že dříví bylo jako konstrukční využíváno již ve starověkém Římě. MD je navíc jedním z nejrychleji rostoucích jehličnanů v západní a střední Evropě, produkující v optimálních podmínkách více než $10 \text{ m}^3 \cdot \text{ha} \cdot \text{rok}^{-1}$ dříví.

2.7 Ekologické faktory růstu dřevin a jejich kvantifikace

Lesní porosty mají významný vliv na mikroklima porostu se všemi ekofyziologickými a pěstebními souvislostmi v nadzemním i kořenovém prostoru, jak dokazují četné komplexní studie např. BRUNNER (1994), AUSSENAC (2000), WAGNER a kol. (2004), aj. Poznáním alespoň některých složek mikroklimatu lze tyto procesy a následný růst dřevin cílevědomě ovlivňovat. Veliký je také význam světelných poměrů v lesních porostech, jako hlavního ekologického faktoru pro přirozenou obnovu lesa. Jelikož tento faktor významnou měrou ovlivňuje i ostatní ekologické faktory, je nutné jej zkoumat ve spojení s vlivem ostatních faktorů, např. půdní vláhou a zásobováním živinami, jež jsou ovlivněny daným stanovištěm (BRUNNER 1994, AUSSENAC 2000).

2.7.1 Vliv stanovištních podmínek na růst dřevin

Stanovištní podmínky jsou v ČR velmi dobře vyjádřeny pomocí lesních typů. Lesní typy jako základní jednotky diference růstových podmínek lesa se sdružují vzhledem k ekologické příbuznosti vyjádřené fytoocenou nebo zjevnými znaky stanoviště do souborů lesních typů. Ty jsou vymezeny lesním vegetačním stupněm a edafickou kategorií (PLÍVA, 2000). Podle PRŮŠI (2001) jsou SLT základním členěním různorodosti lesního prostředí a též základním stavebním prvkem systematiky, protože každý soubor lesních typů je svým prostředím specifický. V následujícím textu jsou popsány stanovištní podmínky třech souborů lesních typů, na které byl zaměřen výzkum v této práci.

SLT 5K (kyselá jedlová bučina) je nejrozšířenější SLT hercynské oblasti. Je vylišen na zvlněných plošinách, svazích i hřebenech vrchovin i nižších horských poloh (450–650 m n.m.). Půda je zde středně hluboká, čerstvě vlhká, kyselá a často šterkovitá. Základní lesní typy jsou: metlicový, bikový a s ostřicí kulkonosnou na přechodech ke středně bohatým (S) a chudým (M) kategoriím. Tento SLT je zařazován do HS 53 (kyselá stanoviště vyšších poloh) (PLÍVA, 2000). Ohrožení lesa je střední až značné dle bonitního stupně. Ekologická funkce je infiltrační na příkrých svazích i protierozní. Zvýšená kyselost geneticky vyvinutých půd i příznivá půdní i vzdušná vlhkost umožňují již přirozenou příměs SM v klimaxové jdBK a vytvoření prostorové výstavby se značnou stabilitou porostu. V cílové skladbě je základem trvalosti ekosystému BK i JD, z větší části v podúrovni pod SM. MD a BO zvyšují porostní stabilitu i hodnotu produkce (PRŮŠA, 2001). Intenzita hospodaření: cílové je smrkové (popřípadě BK a JD) hospodářství s průměrnou hodnotou produkce a střední i vyšší stabilitou. Ekologické funkce neomezují volnost hospodaření. Pěstebně je vhodné se zaměřit na produkci silné hmoty s přiměřenou kvalitou. Alternativní BK hospodářství je efektivní, je-li využitelná přirozená obnova alespoň průměrné kvality. Je důležité preferovat přirozenou obnovu všech cílových dřevin a vycházet z předpokladu, že většina MZD je určena k meliorační funkci, převážně v podúrovni budoucího porostu (PLÍVA, 2000).

SLT 5P (kyselá jedlina) je obvyklá na zvlněných plošinách a spodních částech mírných svahů, většinou na krystaliniku s překryvy sprašových a svahových hlín. Půda je zde hlinitá až písčito-hlinitá, jedná se většinou o pseudoglej vyšších poloh méně vysychavý. Základní lesní typy jsou: s bikou chlupatou a metlicový, na přechodech

s borůvkou a se šťavelem. Tento SLT je zařazován do HS 57 (oglejená stanoviště vyšších poloh) (PLÍVA, 2000). Ohrožení lesa je silné větrem a sněhem, místy periodickým zamokřením. Ekologická funkce je desukční. Kyselá jedlina představuje v klimatických podmínkách 5. LVS málo vyhraněné společenstvo na styku výraznějších dbJD a smJD. Charakteristická je převaha JD, přirozená účast SM a jen ojedinělý výskyt DBL. Podíl BK závisí na fyzikálních vlastnostech půdy a míře zamokření, příměs BO na charakteru oblasti. V cílové skladbě má nezastupitelný podíl JD. BK zbraňuje zhoršení humifikace, přispívá ke zpevnění a výstavbě porostu (PRŮŠA, 2001). Intenzita hospodaření: cílové je smrkové (popřípadě JD) hospodářství s průměrnou až nadprůměrnou hodnotou produkce, s nízkou stabilitou porostů. Ekologické funkce málo omezují volnost hospodaření. Je důležité zaměřit se na sladění stability porostů a kvality SM a JD. Preferovat přirozenou obnovu všech cílových dřevin. Docílit dostatečné příměsi JD. Ohrožení větrem a zamokřením vyžaduje opatrný obnovní postup a vnější i vnitřní zpevnění porostu. Vhodné je směsí SM s BO a kvalitní BO náhorního ekotypu obnovovat přirozeně (PLÍVA, 2000).

SLT 5N (kamenitá jedlová bučina) je rozšířena převážně ve vrchovinách na kamenitých svazích a hřebenech, na příkrých až srázných svazích i kamenitých terasách na kyselém podloží. Půda je zde středně hluboká, čerstvě vlhká, kamenitá až rankerová a propustná. Základní lesní typy jsou: s kapradí rozloženou, se třtinou rákosovitou, chudší s borůvkou a bohatší se šťavelem. Tento SLT je zařazován do HS 51 (exponovaná stanoviště vyšších poloh) (PLÍVA, 2000). Ohrožení lesa je značné erozí střední sněhem a buřením. Z ekologických funkcí převažuje protierozní a infiltrační, kdy vysoký obsah skeletu umožňuje dobrou infiltraci a retenci srážkových vod. Kamenitá jdBK v půdně i terénně exponovaných podmínkách se výrazněji neliší od zonální jdBK na vyvinutých půdách. Na mírně zlepšenou humifikaci ukazuje KL a ve fytoocenose kaprad' rozložená a šťavel. V cílové skladbě je nositelem trvalosti ekosystému BK i JD, tvořící se SM mírně rozvolněné porosty prostorové výstavby. Příměs BO nebo MD přispívá ke zpevnění, prosvětlení i vyšší produkci porostů (PRŮŠA, 2001). Podmínky pro přirozenou obnovu jsou dobré. Je vhodné se zaměřit na ochranu půdy a objem produkce. Důležité je maximální využití přirozené obnovy všech cílových druhů dřevin, především MZD. Na erozí ohroženějších stanovištích je nutné přiblížit cílovou skladbu přirozeně (PLÍVA, 2000).

2.7.2 Světelné poměry v lesních ekosystémech a jejich kvantifikace

Rozhodujícím vstupem energie do biosféry a tím také do všech ekosystémů je tok slunečního záření, dopadajícího na Zemi. K povrchu atmosféry na plochu kolmou ke směru dopadajících paprsků se dostává během dne sluneční záření o průměrné hustotě $1,38 \text{ kJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ($= 1,38 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$) = solární konstanta. Veškeré sluneční záření je v oblasti vlnových délek 280–3000 nm s maximem kolem 470 nm. Ze spektrálního složení záření tvoří asi 9 % ultrafialové záření (UV) (290–380 nm, pohlcováno ionosférou a ozonosférou při průchodu atmosférou), asi 45 % viditelné záření = fotosynteticky aktivní záření (FAR) (380–750 nm, je zdrojem energie pro primární produkci) a asi 46 % infračervené záření (nad 750 nm, je složené ze spektrálních pásů, atmosféře bylo selektivně absorbováno vodní párou, CO₂, kapičkami vody a prachem) (SLAVÍKOVÁ, 1986).

WAGNER a kol. (2004) uvádí, že záření dopadající na atmosféru Země (globální záření) zahrnuje vlnové délky od ultrafialového (od 280 nm) po infračervené (do 2500 nm). Pro rostlinné porosty je využitelná oblast fotosynteticky aktivního záření (photosynthetically active radiation, PAR, definovaná oblast vlnové délky 400–700 nm) a blíže infračerveného záření (near infrared radiation, NIR, 700–800 nm). Určité morfologické reakce rostlin, zvláště u stín netolerantních druhů jsou ovlivněny nezávisle od PAR poměrem hustoty toku fotonů mezi 655 a 665 nm (R) a hustoty toku fotonů 725 a 735 nm (FR). Vedle PAR byl odtud definován bezdimenzní tzv. R / FR – poměr záření.

Podle SLAVÍKOVÉ (1986) jsou modifikace v ozáření povrchu půdy nebo porostu způsobovány lokálními vlastnostmi biotopu. Příkon energie je závislý na úhlu dopadajících paprsků na jednotku plochy biotopu za čas. Závisí tedy nejen na postavení slunce (mění se během dne a roku) a na zeměpisné šířce, ale i na úhlu sklonu ozařované plochy a její orientaci ke světovým stranám, tj. na její expozici. Při dopadu záření do prostoru rostlin dochází ke kvantitativním i kvalitativním změnám záření. U rostlin je nejčastějším aktivním povrchem především list. Na listech se odehrávají tyto jevy: reflexe, absorpce, transmise.

Uvnitř lesních porostů ovlivňují dle WAGNERA a kol. (2004) kvalitu i kvantitu slunečního záření především optické vlastnosti listů, absolutní velikost listové plochy na m² (LAI), úhel sklonu listů, koncentrace listů v prostoru, vlastnosti větví a kmenů.

Např. u listnáčů jsou s ohledem na oblast vlnových délek (PAR a NIR) v průběhu roku velmi rozdílné podíly záření reflektovány, absorbovány nebo nezměněně transmittovány. Především mezi PAR a NIR se nacházejí pod korunovou vrstvou podstatné přesuny v podílech měřitelného záření a sice tím způsobem, že podíl NIR oproti PAR je zřetelně navýšen. U jehličnatých dřevin nejsou přesuny ve prospěch NIR pod korunovou vrstvou tak silné. Díky reflexi (rozptylu) záření na listech vstupuje do porostů systematicky navýšený podíl difusního záření. Tématem, pro které je měření záření nezbytností, jsou kvalita a intenzita procházejícího záření skrze lesní porosty a biotické a abiotické procesy v lesních ekosystémech ovlivňované radiací, kam patří například i přirozená obnova dřevin. Mezi efekty patří např. změny záření, které spočívají na specifické schopnosti průniku určitých vlnových délek korunovou vrstvou určitých dřevin. Významná je např. závislá růstová reakce semenáčků na intenzitu fotosynteticky aktivního záření.

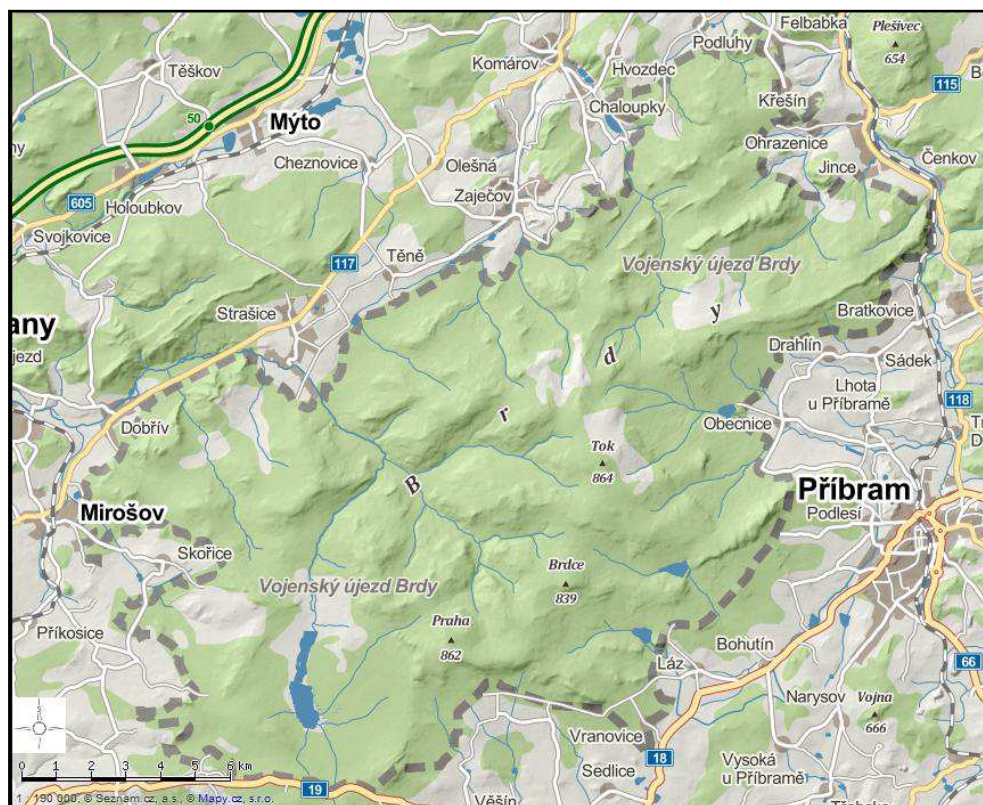
Všechny přístroje pro měření záření měří primárně energii záření. Mezi hlavní patří: PUR/PAR senzory, Luxmetr, PCA LAI-2000, hemisférické fotografie (metoda Fish-eye) či horizontoskop. Celkově nejčastěji používanými metodami jsou v rámci pěstebního výzkumu PAR senzory a metoda Fish-eye, popř. kombinace obou metod (WAGNER a KOL. 2004). BRUNNER (1994) hodnotí nejčastěji zjišťované parametry radiace: PAR, intenzita osvětlení, globální radiace, analýza hemisférických fotografií, stupeň zapojení spolu s ostatními parametry hlavního porostu. POKORNÝ (2015) popisuje také možnost využití hemisférických fotografií – metoda mezernatosti při měření LAI. Tato metoda může být využita od spodu z povrchu země, ale dokonce i naopak z úrovně nad porostem. Zachycení a popis struktury korunového prostoru jsou hlavní částí ekologických a pěstebních výzkumů. Uskutečňují se zde hlavní fyziologické procesy rostlin, což ovlivňuje vývoj stromů (růst, mortalita, atd.). Korunový prostor ovlivňuje své fyzikální prostředí (např. světlo, teplotu) a tím modifikuje podmínky nejen pro obnovu lesa, ale také pro vývoj ostatních rostlinných a živočišných společenstev (BRUNNER, 1994; POKORNÝ, 2015).

3. Charakteristika zájmového území

3.1 Centrální Brdy

V současné době za Brdy považujeme hornatou lesnatou oblast, ležící ve středních a částečně západních Čechách. Rozkládají se mezi Zbraslaví na severovýchodě, Rokycany na západě a Hvozd'any na jihozápadě. Pro přírodovědce se však toto pohoří přirozeně rozpadá do tří hlavních částí. Severovýchodní výběžek směrem ke Zbraslavi tvoří tzv. Hřebený. Jádrem pohoří jsou střední neboli centrální Brdy (obr. 3) a směrem k Rožmitálu se táhne menší, ale botanicky velmi hodnotné pohoří Třemšinských neboli jihozápadních Brd (CÍLEK a kol., 2005).

Centrální Brdy zde vytvářejí ovál o délce téměř 25 km a šířce kolem 14 km. Největší část tohoto území leží ve vojenském výcvikovém prostoru (VVP) Jince, hranice jsou znázorněny na obrázku 3. Jádrem této oblasti jsou horské plošiny, v nejvyšších částech dosahující přes 800 m n.m., obklopené víceméně jednolitým lesem na svazích oblých hřebenů, představující uzavřený horský celek (CÍLEK a kol., 2005).



Obr. 3: Lokalizace zájmového území (www.mapy.cz)

3.1.1 Geologická charakteristika

Geologicky je oblast součástí souboru starých útvarů, které zahrnujeme pod společným názvem Barrandien. Následkem mohutných tektonických poruch jsou geologické poměry oblasti dosti komplikované. V Brdech probíhá celá soustava velikých zlomů SZ – JV směru, které ukončují souvislá pásma kambrických hornin Brdského pohoří. Brdské pohoří se v naprosté většině skládá z tvrdých křemenných pískovců a slepenců kambria, Hřebeny pak i z křemenců ordoviku, což jsou živinami chudé horniny. Menší úsek na jihu a jihozápadě tvoří proterozoikum, kde převládají podstatně živnější břidlice a droby. Nicméně výrazné vrcholy tvoří silicity – buližníky, které jsou stejně chudé jako zmíněné horniny paleozoika (CÍLEK a kol., 2005).

3.1.2 Pedologie a fytogeografie

V půdních poměrech se odráží rozdíl mezi vlastními vysokými Brdy a Hřebeny. Zatímco v Brdech mají převahu kambizemě dystrické s tendencí k podzolizaci, pseudoglejení až rašelinění, v Hřebenech, tj. na severovýchod od širokého údolí Litavky, se tyto půdy již neprojeví. To je v dokonalém souladu s fytogeografickým členěním, které Brdy již řadí do oblasti horské květeny oreofytika, kdežto Hřebeny představují běžné mezofytikum, tedy oblasti zonální středoevropské vegetace (CÍLEK a kol., 2005).

3.1.3 Podnebí

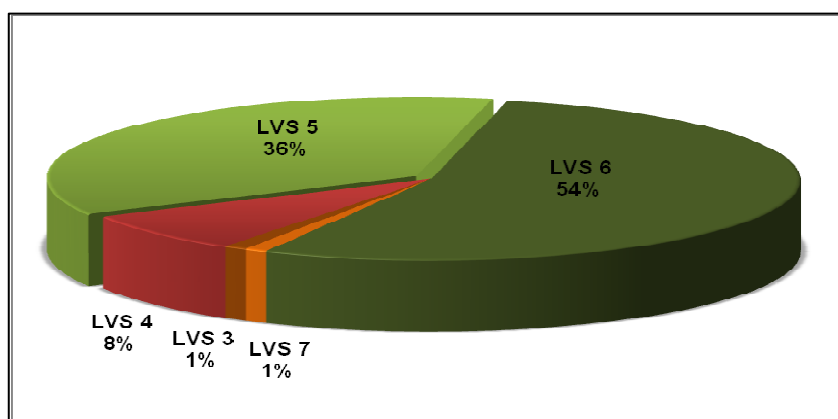
Podle „Atlasu podnebí Československé republiky“ patří vrcholové části Brd do oblasti mírně chladné a nejbližší okolí pak do oblasti mírně teplé, mírně vlhké, vrchovinné. Průměrná roční teplota se pohybuje od 8,3°C v nízkých polohách do 5,5 °C ve vrcholových partiích. Průměrný roční úhrn srážek se v Brdech pohybuje od 550 mm v nižších polohách do 800 mm v polohách vrcholových. Zatímco u teploty je patrné pozvolné zvyšování hodnot, u srážek podobný trend není. Případný nárůst vláhového deficitu je způsoben postupným zvyšováním teploty a tím i výparu. I tak ale nejsou srážkové úhrny příliš vysoké vzhledem k tomu, že Brdy leží stejně jako střední Čechy ve srážkovém stínu pohraničních hor. Průměrný roční počet dnů se sněhovou pokrývkou činí 40–90, průměr ročních maxim výšky sněhu je od 13 cm v nejnižších polohách po 45 cm na vrcholech. Vegetační doba trvá od 122 (na hřebenech) až po 153 dní (Jince). Hodnota Langova dešťového faktoru se pohybuje od 85 až po 121, což představuje semihumidní až perhumidní oblast (CÍLEK a kol., 2005).

Srážky klesají v okolí Brd k jihovýchodu i k severozápadu celkem rovnoměrně s nadmořskou výškou. U sněhových charakteristik můžeme pozorovat při stejné nadmořské výšce poněkud vyšší hodnoty v centrálních Brdech než v severovýchodním výběžku Brd, Hřebenech. V celé oblasti převládá západní až jihozápadní proudění s podružným maximem ze směru východ až severovýchod. Z hlediska znečištění ovzduší patří Brdy mezi poměrně čisté oblasti České republiky (CÍLEK a kol., 2005).

3.1.4 Současný stav lesního hospodářství v centrálních Brdech – typologie a LVS

S ohledem na výše uvedené půdní podmínky je charakteristický výskyt nejvíce kyselých a oglejených ekologických řad. Kyselá řada se vyskytuje na 35 % porostní půdy a nejvíce je zastoupena edafická kategorie kyselá 23 % (4K, 5K, 6K) a chudá 8 % (5M, 6M). Stanoviště jsou typická průměrnou až podprůměrnou produkcí dřeva, nižší bonitou, malou zásobeností živinami a hromaděním surového humusu v půdě, větším zavětvením stromů, dobrou stabilitou vůči větru, pomalým a slabým zabuřeněním a vhodnými podmínkami pro přirozenou obnovu. Oglejená řada zaujímá cca 32 % porostní půdy a plošně nejvýznamnější z této řady je edafická kategorie kyselá 27 % (4P, 5P, 6P) a méně středně bohatá 5 % (5O, 6O). Stanoviště jsou typická průměrným produkčním potenciálem, nízkou stabilitou porostů vůči větru, častým výskytem hnilob a silným zabuřeněním. Uvedeným SLT odpovídají hospodářské soubory kyselých (HS 52) a oglejených (HS 56) stanovišť. Pouze v jihozápadní a severovýchodní okrajové části Brd jsou vyčleněny HS kyselých a živných stanovišť středních poloh (HS 42, 44) (ŠKODA, 2005).

Podle CÍLKA (2005) je nejvíce zastoupeným lesním vegetačním stupněm šestý smrkobukový a dále pátý jedlobukový. Méně rozšířený je čtvrtý bukový, třetí dubobukový a sedmý buk-smrkový (graf 2).



Graf 2: Zastoupení LVS (Cílek a kol. 2005)

3.1.5 Zdravotní stav a škodliví činitelé

Zdravotní stav kultur 1. věkové třídy je podmíněn mj. stavem lesní půdy. Z rozborů vyplývá zatížení nízkým pH, které zhoršuje přístupnost živin v půdě, snižuje činnost mikroorganismů a rozklad organické hmoty. V těchto porostech se též v oblasti Brd negativně projevuje nárazově sucho v jarním období, na vodou ovlivněných oglejených stanovištích je to silný tlak buřeně. Lokálně závažnými škůdci jsou hlodavci v často již zajištěných kulturách se starou polehlou buření. Dříve byla většina porostů také velmi poškozována jelení zvěří, z toho plyne velké procento hnilob. Dnes jsou již stavy zvěře na únosné hranici. Je zřejmý klesající trend nahodilých těžeb, jejich pokles umožnil soustředit se na systematictější práci při obnově lesa za využití přirozené obnovy a podrostních forem hospodaření (ŠKODA, 2005).

Abiotičtí škodliví činitelé jsou nejzávažnějším destabilizujícím prvkem v lesích Brd. Dlouhodobě nejvíce poškozují porosty bořivý vítr (až 50% podíl NT) a na jižních a jihovýchodních svazích a ve vrcholových partiích i námraza (až 30% podíl NT). Sekundárně na to navazuje zvýšený výskyt kůrovců, proti kterým se intenzivně bojuje (ŠKODA, 2005).

V minulosti zde proběhlo několik rozsáhlejších kalamit způsobených ploskohřbetkou a bekyní mniškou. Vzhledem k účelu území se v okolí cílových ploch zákonitě vyskytuje poškození stromů střelbou. Místními zdroji znečištění ve formě emisí jsou zejména města Příbram, Plzeň a Beroun, dále se také uplatňuje přenos z oblasti Prahy a severních Čech. Vykazované škody exhalacemi lze v současné době považovat za nevýznamné (ŠKODA, 2005).

Na přelomu 80. a 90. let bylo v Brdech zaznamenáno hynutí modřínu, jehož příčina byla neznámá. Jednalo se zřejmě o onemocnění, které decimovalo modřín v Rakousku (ŠTIPL, 1993).

Na oblast centrálních Brd je nutno pohlížet jako na nejrozsáhlejší území v Čechách s takto nepříznivými geologickými a pedologickými podmínkami pro růst lesa. Tyto podmínky výrazně znásobují další negativní faktory. Na převážně chudých půdách roste již třetí generace lesa nevhodného druhového složení s převahou smrkových monokultur, které přispívají k částečné degradaci lesních půd (ŠKODA, 2005).

3.1.6 Hospodaření

Ve Vojenském újezdu Brdy hospodaří Vojenské lesy a statky ČR s. p., divize Hořovice podle platných pěti lesních hospodářských plánů, které jsou vypracovány pro stejný počet lesních hospodářských celků (ŠKODA, 2005).

Lesy ve Vojenském újezdu Brdy jsou zařazeny do kategorie lesa zvláštního určení. Kromě této kategorie je v popisovaném území 1599 ha lesů ochranných a mimo VÚ 72 ha lesů hospodářských. Přehled udává tabulka č. 2 (ŠKODA, 2005).

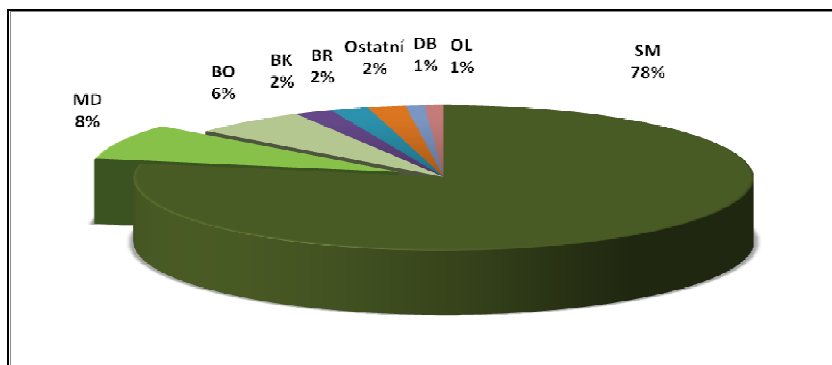
Tab. 2: Kategorie lesa (ŠKODA, 2005).

Kategorie lesa	Lesy hospodářské	LZU	LO	celkem
ha	72	20 711	1 599	22 238
% rozlohy	0,3	92,6	7,1	100

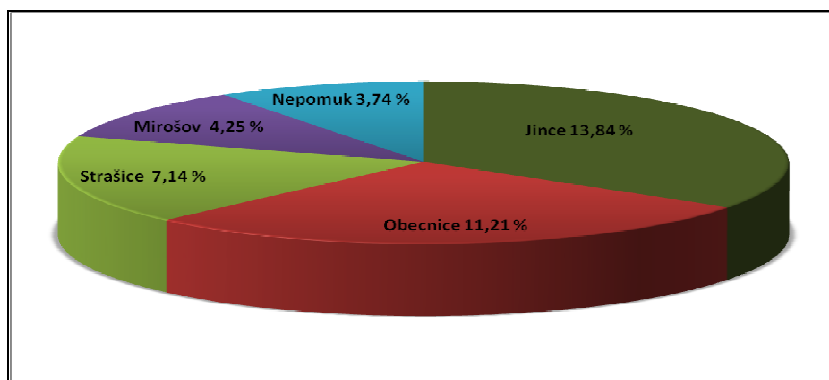
3.1.7 Zastoupení dřevin a stav modřínu v oblasti

V zastoupení dřevin ve všech věkových stupních převládá smrk (78 %), který je zde vesměs domácí dřevinou především ve vyšších polohách a podmáčených sníženinách. Jedle, jakožto další významná původní dřevina Brd je zastoupena nepatrně, hlavně ve starších věkových stupních. Buk, dub a cenné listnáče, kdysi hojně rozšířené, mají dnes velmi malé zastoupení, avšak jsou zde hojně vysazovány jako MZD a jejich zastoupení postupně narůstá. Borovice s dubem se původně vyskytovala na extrémních stanovištích skal. Z nepůvodních dřevin je zde zastoupen poměrně hojně modřín (8 %), méně douglaska. Tyto spolu s listnáči mají velký význam při zpevňování porostů proti větru (ŠTIPL, 1993; SLHP, 2005).

Zastoupení dřevin v oblasti a zastoupení modřínu podle lesních hospodářských celků je uvedeno níže v grafech č. 3 a 4 (SLHP, 2005).



Graf 3: Zastoupení dřevin (SLHP, 2005)



Graf 4: Zastoupení modřínu dle LHC (SLHP, 2005)

V následující tabulce č. 3 je znázorněno porovnání přirozené druhové skladby porostů v Brdské vrchovině se současnou a cílovou druhovou skladbou porostů. Jak již bylo výše zmíněno, modřín je v této oblasti nepůvodní dřevinou, avšak v současných porostech je hojně zastoupen a podle OPRL (KOLEKTIV, 2001) je s ním počítáno i v cílové druhové skladbě. Povolené zastoupení všech geograficky nepůvodních dřevin podle jednotlivých hospodářských souborů je zachyceno v tabulce 4.

Tab. 3: Porovnání druhové skladby pro PLO 7 Brdská vrchovina (KOLEKTIV 2001)

SM	JD	BO	MD	DG	JDO	OST J	JEHL	DB	BK	HB	JV	JS
Přirozená druhová skladba (%)												
9,46	24,33	4,23	–	–	–	–	38,02	21,76	30,06	0,69	0,96	0,74
Současná druhová skladba (%)												
71,43	0,75	11,69	5,95	0,26	0,03	0,07	90,18	3,01	2,43	0,27	0,06	0,20
Cílová druhová skladba (%)												
50,07	3,85	15,62	6,59	0,71	0,91	0,34	78,09	6,05	12,38	0,22	0,33	0,44

Tab. 4: Povolené zastoupení geograficky nepůvodních dřevin (KOLEKTIV 2001)

Cílový hospodářský soubor	Maximální podíl geograficky nepůvodních druhů lesních dřevin zastoupených v cílové druhové skladbě v %			
21	MD +- 5		BOČ +- 1	
23	MD +- 5	DG +- 2	BOČ +- 1	DBČ +- 1
25	MD 5 - 10	DG +- 4		JDO +- 3
27	MD +- 5		VJ +	JDO +- 1
41	MD 5 - 10	DG +- 2		
43	MD 5 - 10	DG 4 - 6		
45	MD 5 - 10	DG 5 - 10		JDO +- 3
47	MD +- 5		VJ+	JDO +- 5
51	MD 5 - 10	DG +- 2		
53	MD 5 - 10	DG +- 4		
55	MD 5 - 10	DG 4 - 6		JDO +- 3
57	MD 8 - 15			JDO +- 5

3.1.8 Genové zdroje modřínu

PLO 7 – Brdská vrchovina je zařazena do semenářské oblasti č. II – ostatní území ČR (mimo oblast původního rozšíření jesenického modřínu). Přenos reprodukčního materiálu je možný pouze v rámci semenářské oblasti s příslušným vertikálním posunem podle vyhlášky MZe č. 82/1996 a vyhlášky MZe č. 139/2004 Sb. V rámci PLO 7 – Brdská vrchovina, resp. semenářské oblasti č. II – ostatní území ČR, jsou zdroje reprodukčního materiálu modřínu opadavého dostatečné. Dovoz ze semenářské oblasti č. I – Jesenické je povolen (KOLEKTIV, 2001). Počet a výměra uznaných porostů pro sběr modřínu v přírodní lesní oblasti je zobrazen v tabulce 5.

Tab. 5: Uznané porosty modřínu v PLO 7 (KOLEKTIV 2001)

Dřevina	Klasifikace	Počet porostů	Výměra (ha)
MD	A	6	6,92
	B	35	171,78

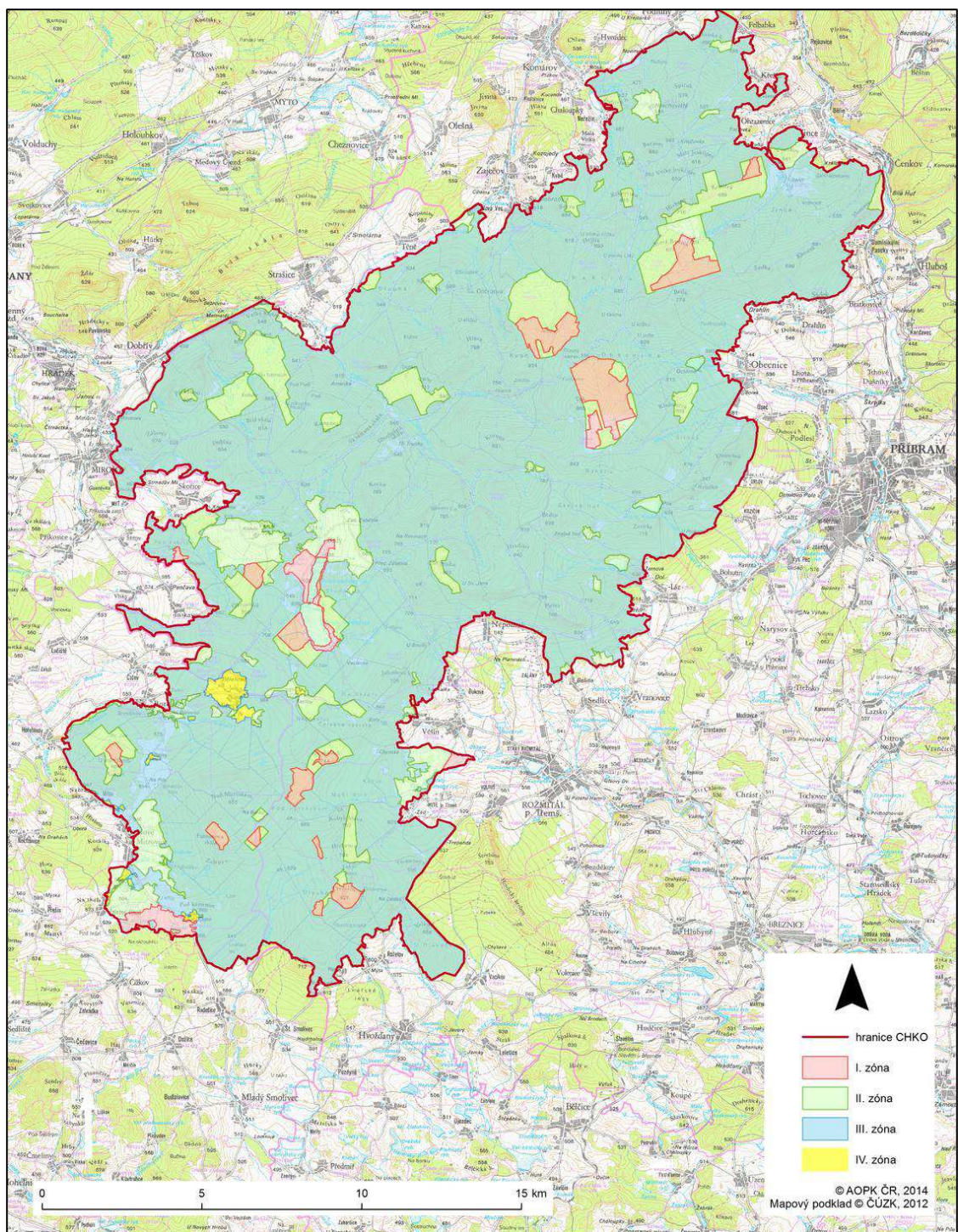
A – hospodářsky vysoce hodnotné porosty

B – ostatní porosty nadprůměrné hospodářské hodnoty a dobrého zdravotního stavu

3.1.9 Modřín v navrhovaném CHKO Brdy

Podle zákona 15/2015 Sb. bude uplynutím dne 31. prosince 2015 zrušen Vojenský újezd Brdy. CHKO Brdy má být dle usnesení vlády č. 10/2012 vyhlášena tak, aby byla zajištěna návaznost na zrušení VÚ Brdy. Z důvodu ucelené ochrany brdské přírody a krajiny byla CHKO Brdy navržena i mimo hranice stávajícího VÚ Brdy. Hranice navrhovaného CHKO Brdy včetně vymezení zón jsou zobrazeny na obrázku 4.

Podle návrhu na vyhlášení zvláště chráněného území (KOLEKTIV, 2013) mají být na území CHKO Brdy zajištěny podmínky pro existenci a obnovu lesních porostů s vývojově příznivou věkovou a prostorovou strukturou, složených z dřevin přirozené druhové skladby. Modřín opadavý je v této oblasti geograficky nepůvodní dřevinou. Modřín má být v I. a II. zónách postupně redukován v rámci výchovy a úprav lesních porostů ve prospěch původních listnatých dřevin a jedle. Ve třetích zónách má být povoleno určité zastoupení modřínu podle jednotlivých HS, které bude uvedeno až ve schváleném plánu péče. Avšak ani zde nemá být příliš podporována jeho přirozená obnova a další záměrné rozšiřování. Přesné informace o způsobu pěstování a přístupu k modřínu v CHKO přinese až vlastní plán péče o CHKO Brdy, který doposud nebyl schválen ani zveřejněn.



Obr. 4: Mapa navrhovaného CHKO Brdy a její zonace (www.ochranaprirody.cz)

4. Materiál a metodika

Tato práce navazuje na bakalářskou práci (TESAŘ, 2013), v níž byla předmětem šetření především lesní hospodářská evidence. Na základě těchto údajů byly vytipovány plochy, vhodné k terénnímu šetření ve vlastní bakalářské práci a následně i pro tuto navazující diplomovou práci.

4.1 Terénní šetření

Pro terénní šetření byly vybrány soubory lesních typů 5K, 5P a 5N, především na základě vysokého plošného rozsahu těchto stanovišť v zájmovém území a významné odlišnosti zvolených stanovišť. Dle těchto tří SLT byly vyhledány vhodné porosty, jednalo se o tři plochy na 5K, tři plochy na 5P a tři plochy na 5N. Dalším významným kritériem pro volbu jednotlivých ploch byl výskyt intenzivní přirozené obnovy modřínu a také velikost a orientace plochy pro vzájemnou srovnatelnost a zachycení rozličných světelných podmínek. Velikost plochy byla důležitým kritériem, protože práce byla zaměřena především na přirozenou obnovu modřínu v menších obnovních prvcích. Velikost ploch se pohybovala od 0,06 ha až po 0,20 ha.

Šest ploch se nachází na LHC Jince, zbývající tři plochy na LHC Strašice. Na souboru 5K byly vybrány porostní skupiny 103 A 1, 164 A 1 a 60 A 1a. Na souboru 5P porostní skupiny 101 B 1, 147 A 1a a 165 C 1 a na souboru 5N porostní skupiny 246 A 01a, 251 A 01a a 142 C 0 dle platného LHP. Popis porostních skupin a fotografická dokumentace je zobrazena v přílohách 5–13. V příloze 14 jsou jednotlivé porostní skupiny i s jejich zeměpisnými souřadnicemi zakresleny do mapy.

Vlastní terénní měření probíhala ve třech fázích. V první fázi byl na každé ploše vyznačen určitý počet menších kruhových zkusných ploch o poloměru 1,5 metru (7,07 m²). Tyto kruhové zkusné plochy byly umístěny v pravidelné čtvercové síti 10x10 metrů. Střed každé kruhové zkusné plochy byl stabilizován dřevěným kolíkem a zvýrazněn reflexním sprejem. Počet kruhových ploch byl na každé pasece jiný, v závislosti na velikosti. Obvod plošky byl vždy vyznačen pomocí 1,5 m dlouhého provázku a reflexního spreje přímo na terén. Mapky s umístěním jednotlivých kruhových zkusných ploch a jejich identifikace jsou uvedeny v přílohách 15–23.

V druhé fázi byly na ploškách měřeny parametry přirozené obnovy. Na každé byla spočítána hustota jedinců modřínu, dále změřena jejich výška a tři poslední

výškové přírůsty a následně byl dle počtu ročních přírůstů odvozen věk jedinců. Výška a výškové přírůsty byly vzhledem ke značné hustotě PO a buřeni měřeny dřevěnou latí se stupnicí po 5 cm. Nebyli měřeni jedinci nižší než 10 cm a jedinci velmi poškození, bez průběžného kmínku a neschopní dalšího vývoje. Nákresy rozmístění plošek, orientace, měřené charakteristiky a další údaje byly přímo v terénu zaznamenávány do terénního zápisníku. Na lokalitě byl též okulárně ověřen údaj o zastoupení modřínu v mateřském porostu uvedený v LHP. Dále byl také zaznamenán a fotograficky zdokumentován výskyt poškození a škůdců přirozené obnovy.

K terénnímu šetření PO byly použity tyto pomůcky: geodetické ocelové pásmo 50 m, dřevěné kolíky, lesnický reflexní sprej, 1,5 m dlouhý provázek, dřevěná měřicí lať, kompas, terénní zápisník a lesnické mapy porostní a těžebně – typologická mapa.



Obr. 5: Stabilizace plochy, měření výšky a výškových přírůstů (Foto J. Tesař)

Třetí fáze měření spočívala v zachycení světelných poměrů na pasece. K tomuto byla použita metoda hemisférických fotografií a tzv. rybího oka "Fish-eye". Tato metoda byla použita pro zjišťování otevřenosti zápoje nad obnovním prvku a světelných poměrů v jednotlivých částech obnovního prvku. Základním prvku této metody je hemisférická fotografie – obr. 6 vpravo (úhel $180^\circ \times 360^\circ$). Ta byla pořízena jako digitální snímek analyzované korunové vrstvy porostu z určeného místa zemského povrchu umístěného pod touto vrstvou. Pro tyto účely byla využita sestava: kompaktní

digitální fotoaparát Nikon Coolpix 4500 s předsádkou (Nikon Fish-eye converter FC-E8), stativ a libela k uvdorovnění čočky a také kompas (severní orientace značky na čočce Fish-eye) (obr. 6 vlevo). Základní nastavení fotoaparátu: clona, expozice – programová automatika, režim Fish-eye I, ostření – nekonečno, ISO 100, kvalita fotografie nejvyšší (TIFF).

Snímky byly pořizovány pouze při homogenně zatažené obloze nebo ráno mezi rozedněním a východem slunce. Nutnost fotografování porostu při zatažené obloze uvádí POKORNÝ (2015). Světelný odstín listoví na fotografii je podle POKORNÉHO (2015) jednotný a nedochází k tzv. okrajovému efektu, kdy lze tenké sluncem prosvícené listy zaměnit za část oblohy. Fotografie byly pořizovány na každé kruhové zkusné plošce, přičemž stativ byl vždy umístěn přesně nad vytyčený střed plošky. Pomocí libely byl fotoaparát urovnán do vodorovna a směrovka na objektivu nasměrována na sever pomocí buzoly. Následně byla pomocí časovače (aby nedocházelo k roztřesení stativu a rozmazání snímku stiskem spouště) pořízena jedna hemisférická fotografie.



Obr. 6: Měření pomocí čočky Fish-eye a zobrazení hemisférické fotografie (Foto J.Tesař)

Výsledná fotografie zaznamená rozložení korun stromů a viditelné části oblohy nebo jiných předmětů, umístěných u země. Díky tomu je možné přesně změřit a vypočítat množství sluneční radiace, procházející (nebo zachycené) porostem nebo rozložení korun stromů, např. leaf area index a jiné. Detaily využití této metody uvádí např. RICH (1989, 1990) a PEARCY (1989). Hemisferické fotografie již byly úspěšně

použity např. k vysvětlení efektu porostního okraje (GALO a kol., 1992), zjištění vlivu typu a hustoty zápoje na přirozenou obnovu dřevin (RICH a kol., 1993), leaf area index (POKORNÝ, 2015), pro validaci dálkového průzkumu Země (CHEN a kol., 1997) apod.

Přímá a difúzní složka slunečního záření byla sledována zvlášť. Přímé záření bylo vypočteno jako součet přímých slunečních paprsků, dopadajících z jasné oblohy. Difúzní záření bylo vypočteno jako součet rozptýleného záření, pocházejícího z jasné oblohy. Součet přímých a difúzních složek dává globální záření (RICH 1989, 1990).

V rámci zpracování dat pro tuto diplomovou práci byly ve vztahu k přirozené obnově modřínu vyhodnocovány čtyři veličiny: openness, direct site factor, indirect site factor a total site factor.

Canopy openness (CO) je otevřenost zápoje, udává v procentech rozpojení korun nad studovaným místem (RICH 1989, 1990).

Direct site faktor (DSF) je podíl přímého slunečního záření na dané lokalitě ve srovnání s volnou plochou, sledovaný vzhledem k dennímu nebo ročnímu období (RICH 1989, 1990).

Indirect site faktor (ISF) je podíl difúzní sluneční radiace na dané lokalitě ve srovnání s volnou plochou. Vyhodnocuje se pro celou oblohu nebo pouze některé její sekce (RICH 1989, 1990).

Global site faktor (GSF) také **total site faktor (TSF)** je celkové dopadající sluneční záření na dané lokalitě, vypočte se jako vážený součet DSF a ISF (vážený množstvím DSF a ISF) (RICH 1989, 1990).

4.2 Metodika zpracování dat

Data, získaná v terénu, byla digitalizována a zpracována do tabulkové podoby pomocí funkcí programu Microsoft Office EXCEL 2003. Hemisférické fotografie "Fisheye" byly vyhodnoceny pomocí programu WINSCANOPY a získané parametry (DSF, ISF, TSF, CO) byly přiřazeny ke všem jedincům dané kruhové zkusné plochy. Následně byla všechna data podrobena analýze v programu STATSOFT Statistica 12. V programu Statistica byly získány údaje základní popisné statistiky. Dále byla pro porovnání měřených a neměřených veličin použita **analýza variance** (jednofaktorová neparametrická ANOVA), kde byly s pomocí Scheffeho testu určeny statisticky významné rozdíly. Hladina významnosti α byla volena 0,05; tedy 95% interval spolehlivosti. Tato analýza pracuje standardně s průměry, přičemž průměrné hodnoty zobrazené ve výsledcích jsou vypočítány metodou nejmenších čtverců. Pro určení závislosti různých měřených veličin byla využita **regresní analýza** (regresní model s lineární závislostí). Míra lineární závislosti byla určována podle korelačního koeficientu r (0–1), slovní vyjádření míry závislosti ve vztahu k hodnotě r je zobrazeno v tabulce 6. Hladina významnosti α byla volena vždy 0,05; tedy 95% interval spolehlivosti. Statistická významnost daného modelu byla určena porovnáním p hodnoty s hodnotou α . Aby byl model statisticky významný na dané hladině významnosti α , musí být hodnota p nižší ($p < 0,05$). Podle koeficientu determinace r^2 (0–1) bylo vždy určeno kolik procent rozptylu (0–100 %) závislé proměnné daný regresní model vysvětluje.

Tab. 6: Míra lineární závislosti podle korelačního koeficientu

r	lineární závislost
0 – 0,2	mírná
0,21 – 0,5	střední
0,51 – 0,8	vysoká
0,81 – 1	velmi vysoká

V práci jsou veškeré výstupy prezentovány v grafické a tabulkové podobě. Z důvodu většího množství grafických výstupů byly některé grafy zařazeny do příloh.

5. Výsledky

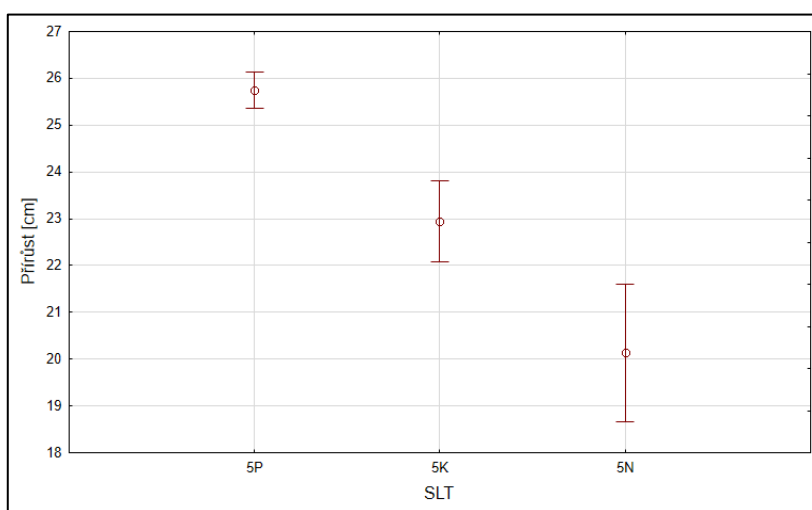
Dle zvolené metodiky byla provedena terénní měření v celkem 9 porostních skupinách na 3 souborech lesních typů. V těchto porostních skupinách bylo rozmístěno celkem 110 kruhových zkusných plošek, na kterých bylo změřeno celkem 4542 stromků modřínu, pocházejících výhradně z přirozené obnovy. Přehled počtu změřených jedinců je zobrazen v tabulce 7. Metodou "Fisheye" bylo pořízeno 110 hemisférických fotografií (na každé kruhové zkusné plošce jedna) a ve výsledcích je sledován vliv 4 světelných parametrů (DSF, ISF, GSF, CO) na výškové přírůsty a hustotu. Naměřená data byla selektována a následně vyhodnocována podle věku a podle stanovišť.

Tab. 7: Počty změřených jedinců podle SLT a věku

Věk	5K [ks]	5N [ks]	5P [ks]	Σ [ks]
1	336	114	1654	2104
2	169	186	855	1210
3	51	357	84	492
4+	156	471	109	736
Σ	712	1128	2702	4542

5.1 Výškové přírůsty přirozené obnovy

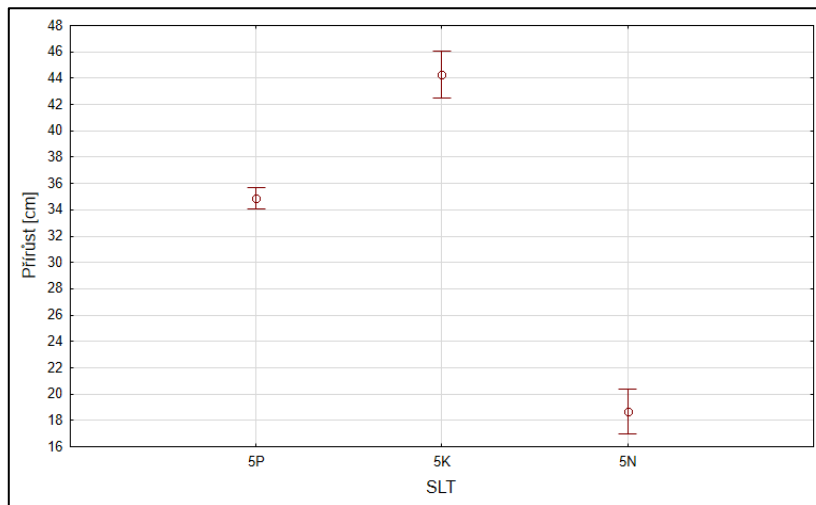
V grafu 6 až 9 jsou znázorněny výškové přírůsty modříňů z přirozené obnovy na třech studovaných souborech lesních typů, rozdělené podle věku. Pro tyto výstupy byla použita analýza variance, přičemž statisticky významné rozdíly byly určeny pomocí Scheffeho testu. Pro analýzu a zjištění statisticky významných rozdílů mezi jednotlivými SLT byla použita měřená hodnota posledního výškového přírůstu.



Graf 6: Výškový přírůst jednoletých jedinců podle SLT (ANOVA)

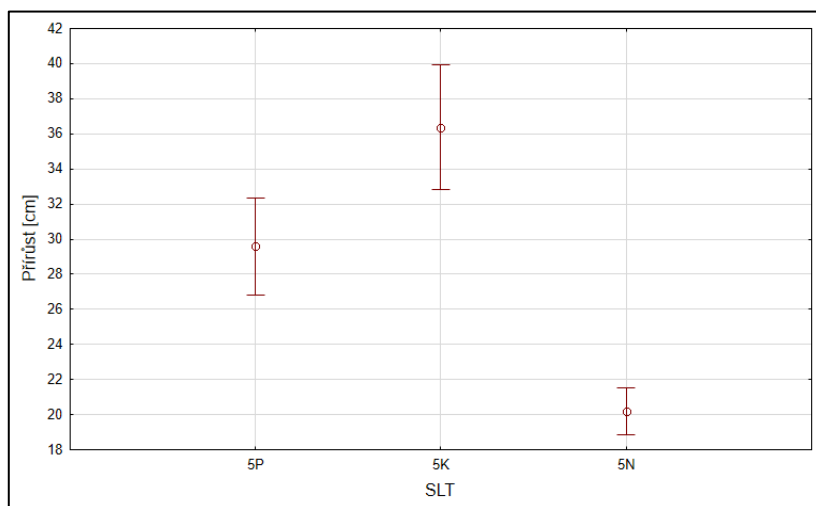
Z grafu 6 je patrné, že v prvním roce nejvíce přirůstaly modříny na SLT 5P (průměr 25,7 cm) a nejméně na SLT 5N (průměr 20 cm). Mezi všemi stanovišti byl u

jednoletých jedinců zjištěn statisticky významný rozdíl ve velikosti ročního výškového přírůstu.



Graf 7: Výškový přírůst dvouletých jedinců podle SLT (ANOVA)

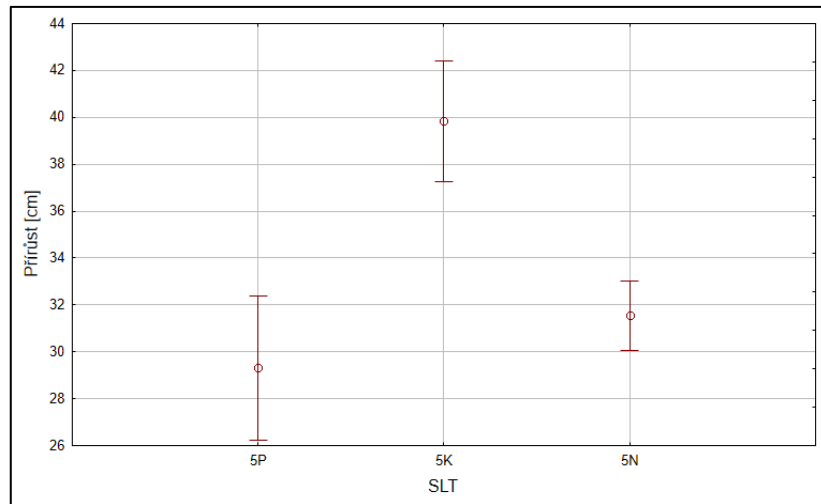
Z grafu 7 vyplývá, že výškový přírůst na SLT 5P byl u dvouletých jedinců vyšší než u jednoletých (průměr 35 cm), ale byl již výrazně nižší proti výškovému přírůstu na SLT 5K (průměr 43 cm). Na SLT 5N byl výškový přírůst dvouletých jedinců proti jednoletým mírně nižší (průměr 19 cm). Mezi všemi stanovišti byl u dvouletých jedinců zjištěn statisticky významný rozdíl ve velikosti ročního výškového přírůstu.



Graf 8: Výškový přírůst tříletých jedinců podle SLT (ANOVA)

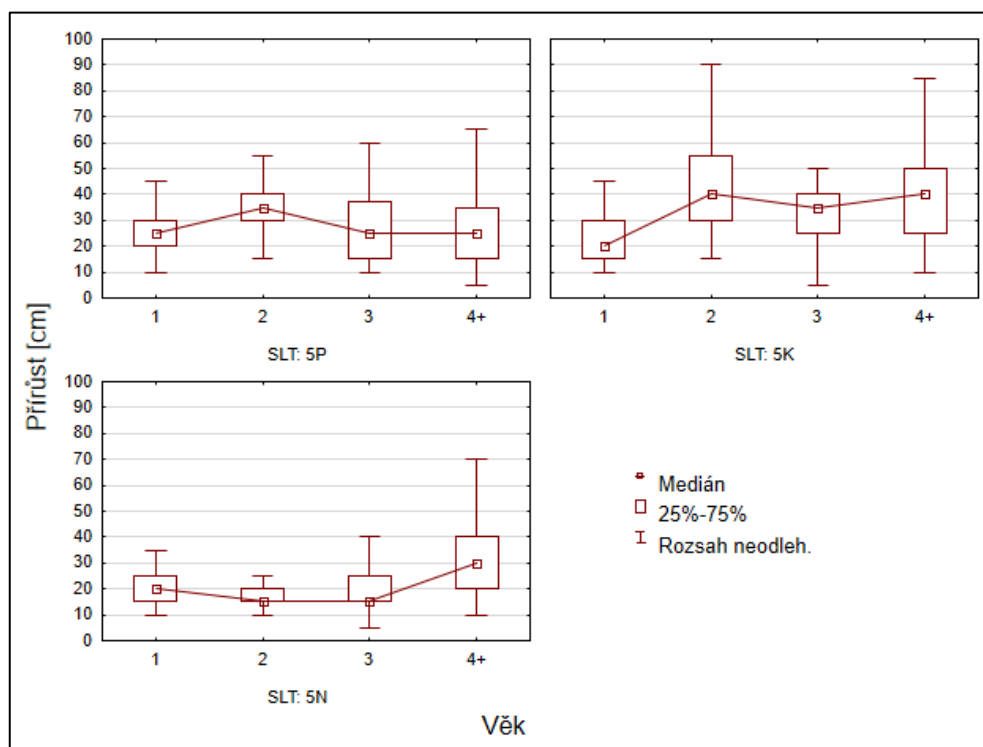
Z grafu 8 vyplývá, že byl výškový přírůst na SLT 5P u tříletých jedinců proti dvouletým nižší (průměr 29,5 cm) a vykazoval nižší hodnoty než přírůst na SLT 5K (průměr 36 cm), který byl také nižší v porovnání s dvouletými jedinci. Na SLT 5N byl opět výškový přírůst mírně vyšší proti dvouletým jedincům (průměr 20 cm). Mezi

všemi SLT byl u tříletých jedinců zjištěn statisticky významný rozdíl ve velikosti ročního výškového přírůstu.



Graf 9: Výškový přírůst čtyřletých a starších jedinců podle SLT (ANOVA)

Z grafu 9 je patrné, že výškový přírůst čtyřletých a starších jedinců na SLT 5P vykazoval stejnou hodnotu jako u tříletých jedinců (průměr 29,5 cm), byl však na tomto stanovišti výrazně nižší než na SLT 5K (průměr 40 cm), kde vykazovali čtyřletí jedinci vyšší hodnotu výškového přírůstu než tříletí. Při porovnání SLT 5P se SLT 5N, kde mladší jedinci vykazovali vždy nejnižší hodnoty výškového přírůstu, je přírůst čtyřletých jedinců na SLT 5N mírně vyšší (průměr 31,5 cm). U čtyřletých jedinců tedy nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl ve výškovém přírůstu mezi SLT 5P a 5N.



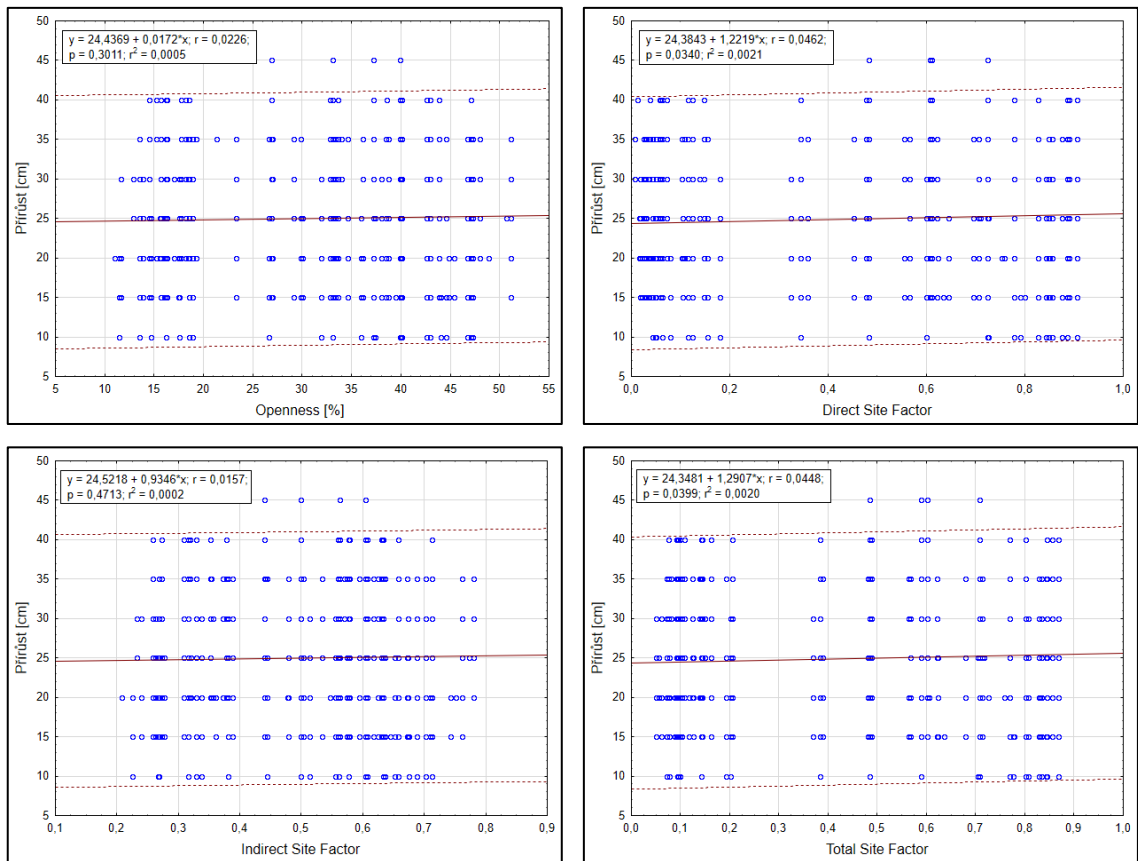
Graf 10: Vývoj přírůstu PO modřínu podle věku a stanovišť

V grafu 10 jsou znázorněny střední hodnoty výškového přírůstu různě starých jedinců z přirozené obnovy modřínu na třech studovaných SLT. Pro zobrazení byl použit medián (střední hodnota), který není ovlivněn odlehlými hodnotami. Vývoj vychází z měření tří po sobě jdoucích výškových přírůstů.

Bylo zjištěno, že na SLT 5P výrazně přirůstali jednoletí jedinci (střední hodnota 25 cm) a nejvíce dvouletí jedinci (střední hodnota 35 cm), následně u starších tříletých a čtyřletých jedinců výškový přírůst opět klesal (střední hodnota 25 cm).

Na SLT 5K byl zjištěn nižší přírůst u jednoletých jedinců (střední hodnota 20 cm). Dvouletí a starší jedinci pak vykazovali výrazně vyšší, téměř vyrovnaný výškový přírůst (střední hodnota 40, 35 a 40 cm).

Na SLT 5N byl zjištěn vyšší přírůst u jednoletých jedinců (střední hodnota 20 cm), u dvouletých a tříletých jedinců se tato hodnota mírně snížila (střední hodnota 15 cm). Výrazně vyšší přírůst vykazovali následně až čtyřletí a starší jedinci (střední hodnota 30 cm).

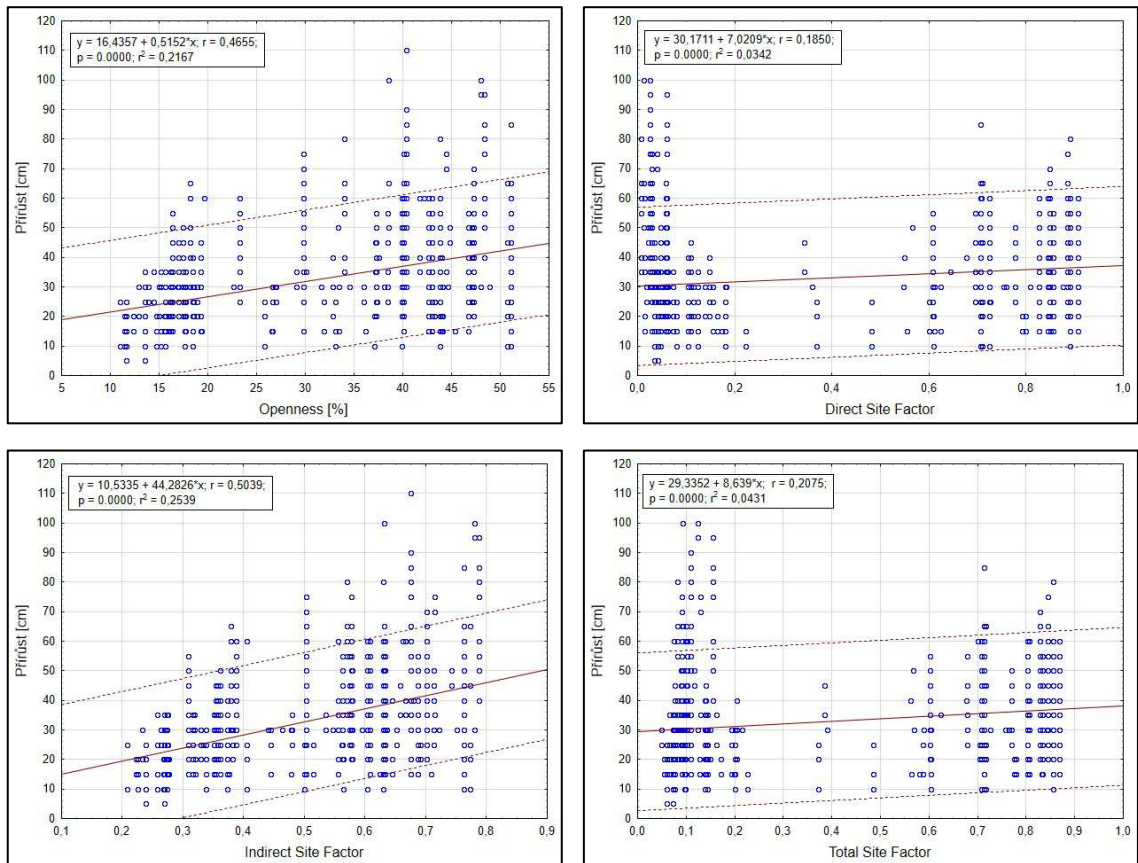


Graf 11: Analýza závislosti výškového přírůstu jednoletých jedinců na světelných poměrech bez rozlišení SLT

V grafu 11 je znázorněna lineární závislost výškového přírůstu jednoletých stromků z přirozené obnovy modřínu na světelných podmínkách, bez ohledu na SLT, zjištěná pomocí regresní analýzy. Podle hodnoty korelačního koeficientu nebyla zjištěna závislost výškového přírůstu jednoletých jedinců na světelných podmínkách.

Závislost výškového přírůstu jednoletých jedinců na světelných podmínkách diferencovaná podle stanovišť je zobrazena v příloze 1. Střední záporná závislost mezi velikostí přírůstu na DSF a TSF byla zjištěna pouze u jedinců na SLT 5N. Podle koeficientu determinace lze určit, že dané regresní modely pro SLT 5N vysvětlují pouze 6 a 7 % rozptylu závisle proměnné, tedy výškového přírůstu.

Modely výškového přírůstu jednoletých jedinců nejsou statisticky významné pro žádný z parametrů, protože p hodnota je větší než hladina významnosti α (přehled udává tabulka 8).



Graf 12: Analýza závislosti výškového přírůstu dvouletých jedinců na světelných poměrech bez rozlišení SLT

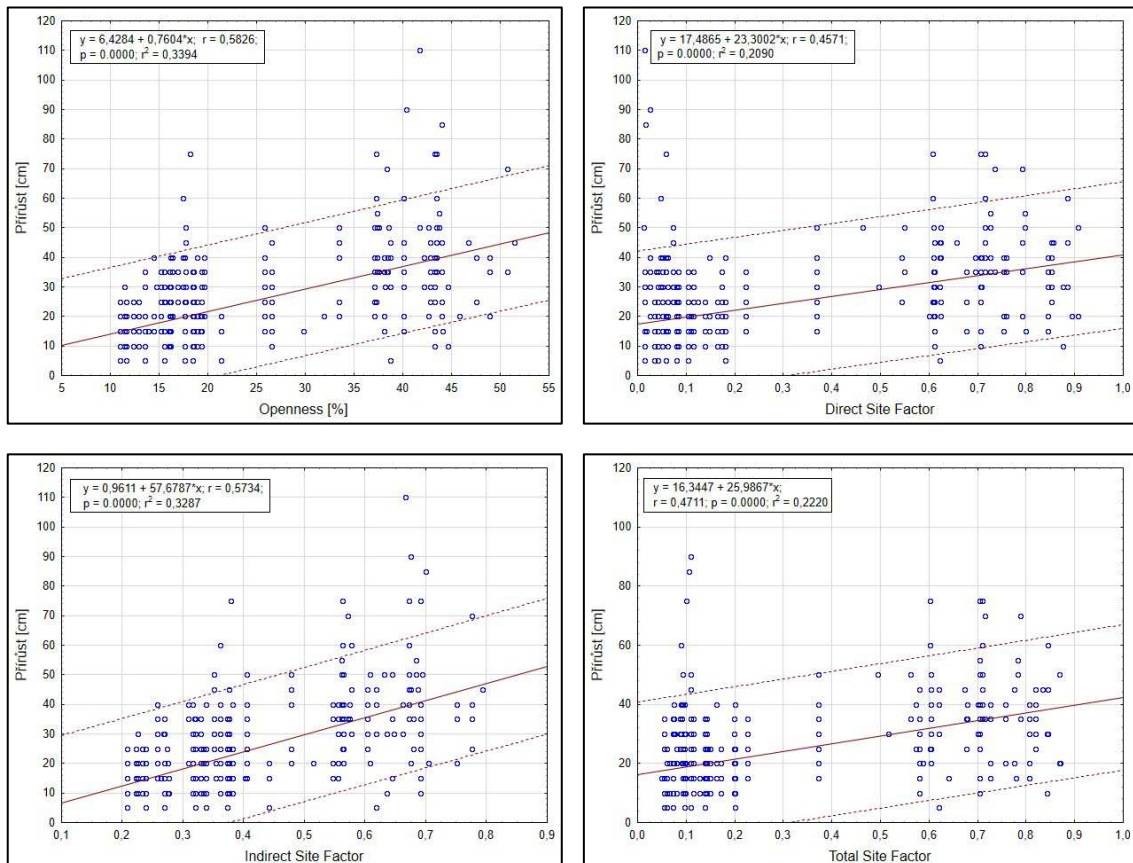
V grafu 12 je znázorněna lineární závislost výškového přírůstu dvouletých stromků z přirozené obnovy modřínu na světelných podmínkách, bez ohledu na SLT, zjištěná pomocí regresní analýzy. Podle hodnoty korelačního koeficientu byla zjištěna střední kladná závislost přírůstu dvouletých jedinců na otevřenosti zápoje (CO) a ISF a mírná závislost na DSF a TSF. Podle koeficientu determinace lze určit, že daný regresní model vysvětluje 22 a 25 % (CO a ISF) rozptylu závisle proměnné, tedy výškového přírůstu. U DSF a TSF je koeficient determinace velmi nízký.

Závislost výškového přírůstu dvouletých jedinců na světelných podmínkách diferencovaná podle stanovišť je zobrazena v příloze 2. Na SLT 5P byla zjištěna střední kladná závislost výškového přírůstu na všech parametrech. Daný regresní model vysvětluje v průměru kolem 10 % rozptylu závisle proměnné.

Na SLT 5K byla zjištěna střední kladná závislost přírůstu na otevřenosti zápoje a ISF a střední záporná na DSF a TSF. Podle koeficientu determinace regresní model vysvětluje 16 a 20 % rozptylu závisle proměnné na otevřenosti zápoje (CO) a ISF a pouze 10 a 7 % na DSF a TSF.

Na SLT 5N byla zjištěna mírná kladná závislost na CO a ISF a žádná závislost na DSF a TSF. Koeficient determinace je však u všech parametrů velmi nízký.

Modely výškového přírůstu dvouletých stromků jsou statisticky významné pro všechny parametry, protože p hodnota je menší než hladina významnosti, kromě DSF a TSF na SLT 5N, kde je p hodnota větší než hladina významnosti α (přehled udává tabulka 8).



Graf 13: Analýza závislosti výškového přírůstu tříletých jedinců na světelných poměrech bez rozlišení SLT

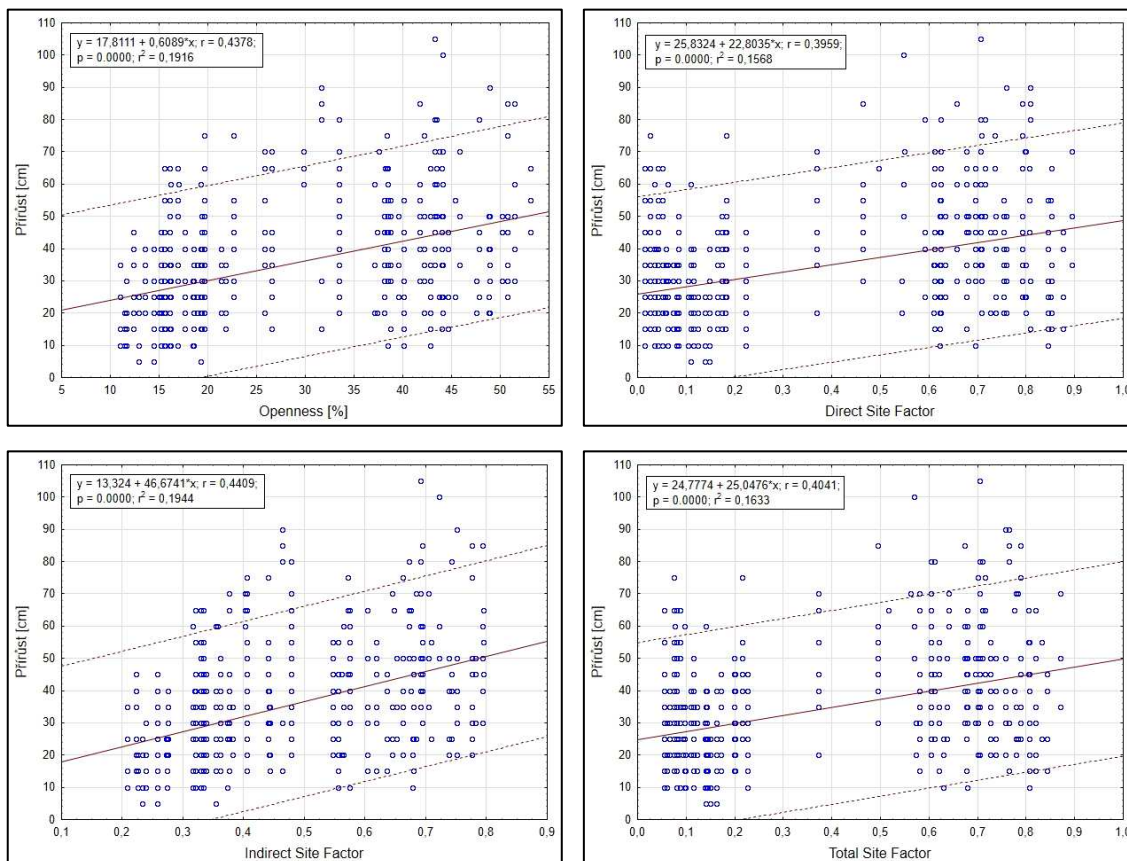
V grafu 13 je znázorněna lineární závislost výškového přírůstu tříletých stromků z přirozené obnovy modřínu na světelných podmínkách, bez ohledu na SLT, zjištěná pomocí regresní analýzy. Podle hodnoty korelačního koeficientu byla zjištěna vysoká kladná závislost přírůstu tříletých jedinců na otevřenosti zápoje (CO) a ISF a střední závislost na DSF a TSF. Podle koeficientu determinace lze určit, že daný regresní model vysvětluje 34 a 33 % (CO a ISF) rozptylu závisle proměnné, tedy výškového přírůstu. U DSF a TSF vysvětluje regresní model 21 a 22 % rozptylu závisle proměnné.

Závislost výškového přírůstu tříletých jedinců na světelných podmínkách diferencovaná podle stanovišť je zobrazena v příloze 3. Na SLT 5P byla zjištěna střední kladná závislost přírůstu na všech parametrech. Daný regresní model vysvětluje v průměru kolem 16 % rozptylu závisle proměnné.

Na SLT 5K byly modely velmi nevyrovnané. Byla zjištěna mírná kladná závislost výškového přírůstu na otevřenosti zápoje (CO). Střední kladná závislost na ISF a vysoká záporná na DSF a TSF. Podle koeficientu determinace daný regresní model vysvětluje 12 % rozptylu závisle proměnné na ISF, u CO je koeficient determinace velmi nízký. U DSF a TSF vysvětluje 50 % rozptylu závisle proměnné, tedy výškového přírůstu.

Na SLT 5N byla zjištěna vysoká kladná závislost výškového přírůstu na všech čtyřech parametrech. Daný regresní model vysvětluje v průměru kolem 35 % rozptylu závisle proměnné.

Modely výškového přírůstu tříletých stromků jsou statisticky významné pro všechny parametry kromě CO na SLT 5K, protože p hodnota je menší než hladina významnosti α (přehled udává tabulka 8).



Graf 14: Analýza závislosti výškového přírůstu čtyřletých a starších jedinců na světelných poměrech bez rozlišení SLT

V grafu 14 je znázorněna lineární závislost výškového přírůstu čtyřletých a starších stromků z přirozené obnovy modřínů na světelných podmínkách, bez ohledu na SLT, zjištěná pomocí regresní analýzy. Podle hodnoty korelačního koeficientu byla zjištěna střední kladná závislost výškového přírůstu čtyřletých jedinců na všech čtyřech světelných parametrech (CO, ISF, DSF, TSF). Podle koeficientu determinace lze určit, že daný regresní model vysvětluje 19 % (CO a ISF) rozptylu závisle proměnné, tedy výškového přírůstu. Pro DSF a TSF vysvětluje regresní model 15 a 16 % rozptylu závisle proměnné.

Závislost přírůstu čtyřletých a starších jedinců na světelných podmínkách diferencovaná podle stanovišť je zobrazena v příloze 4. Na SLT 5P byla zjištěna vysoká kladná závislost přírůstu na CO a ISF, střední kladná na DSF a TSF. Daný regresní model vysvětluje od 20 do 35 % rozptylu závisle proměnné dle jednotlivých parametrů.

Na SLT 5K byly modely nevyrovnané. Byla zjištěna mírná kladná závislost výškového přírůstu na ISF a CO a střední záporná na DSF a TSF. Koeficient

determinace je však velmi nízký, vysvětluje od 0 do 6 % rozptylu závisle proměnné dle jednotlivých parametrů.

Na SLT 5N byla zjištěna vysoká kladná závislost výškového přírůstu na všech čtyřech parametrech. Daný regresní model vysvětluje v průměru kolem 25 % rozptylu závisle proměnné.

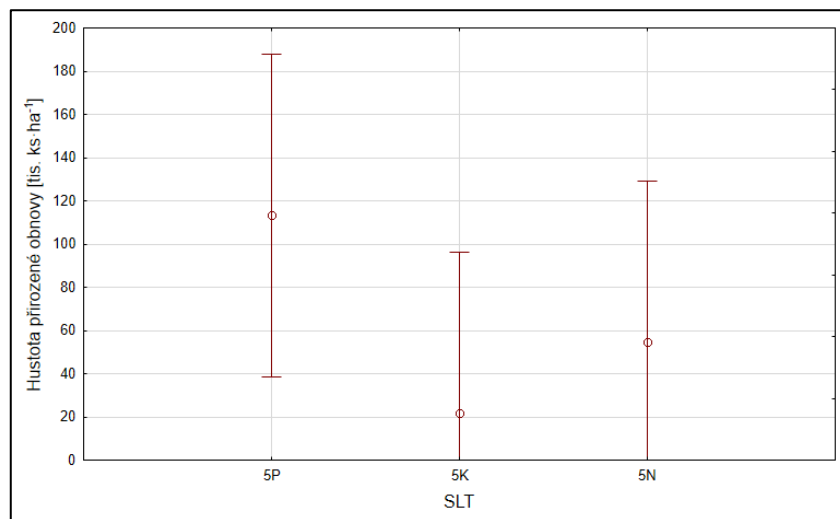
Modely výškového přírůstu čtyřletých a starších stromků jsou statisticky významné pro všechny parametry, protože p hodnota je menší než hladina významnosti α . Výjimku tvořilo CO a ISF na SLT 5K, kde byla p hodnota větší než hladina významnosti α (přehled udává tabulka 8).

Tab. 8: Hodnoty korelačního koeficientu pro závislost výškového přírůstu na světle

Věk	parametr	SLT			
		bez rozlišení	5P	5K	5N
1	openness	0,0226	-0,0295	0,0341	-0,0989
	DSF	0,0462	-0,0147	-0,0066	-0,2701
	ISF	0,0157	-0,0219	0,0695	-0,0008
	TSF	0,0448	-0,0152	-0,0025	-0,2521
2	openness	0,4655	0,3319	0,4058	0,1316
	DSF	0,1850	0,2804	-0,3150	-0,0360
	ISF	0,5039	0,3450	0,4485	0,2195
	TSF	0,2075	0,2864	-0,2821	-0,0163
3	openness	0,5826	0,4191	0,1495	0,6280
	DSF	0,4571	0,3898	-0,7096	0,6015
	ISF	0,5734	0,4320	0,3597	0,5680
	TSF	0,4711	0,3939	-0,7014	0,6091
4+	openness	0,4378	0,5488	0,0668	0,5413
	DSF	0,3959	0,4581	-0,2535	0,4962
	ISF	0,4409	0,5965	0,1715	0,4936
	TSF	0,4041	0,4738	-0,2426	0,5044

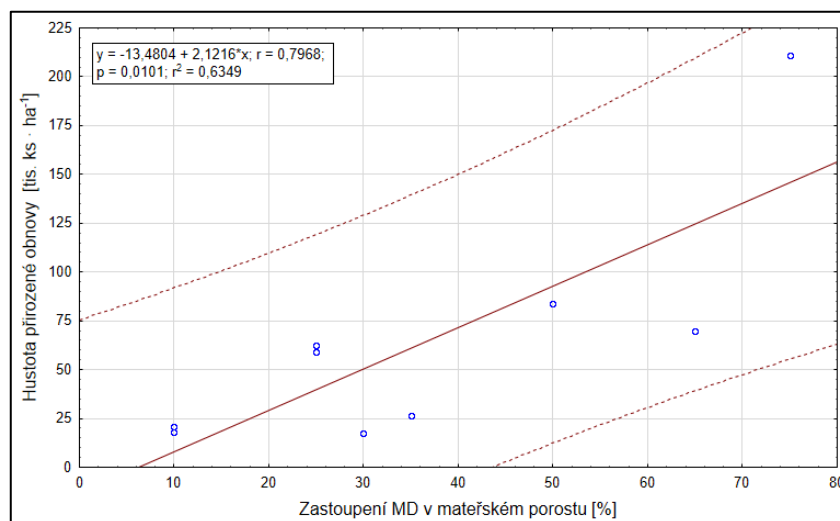
V tabulce 8 jsou zobrazeny hodnoty korelačního koeficientu (r) pro provedené regresní modely závislostí výškových přírůstů na čtyřech parametrech vyjadřujících světelné poměry. Velikost korelačního koeficientu (0–1) ukazuje míru lineární závislosti (mírná – velmi vysoká) viz. tabulka 6, uvedená v kapitole 4.2. Červeně vyznačené hodnoty vyjadřují modely, které byly statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Významnost byla určena na základě porovnání p hodnoty s hodnotou α u jednotlivých modelů. Všechny zmiňované hodnoty (p , r , r^2 , α) jsou uvedeny přímo v legendách jednotlivých grafů.

5.2 Hustota přirozené obnovy



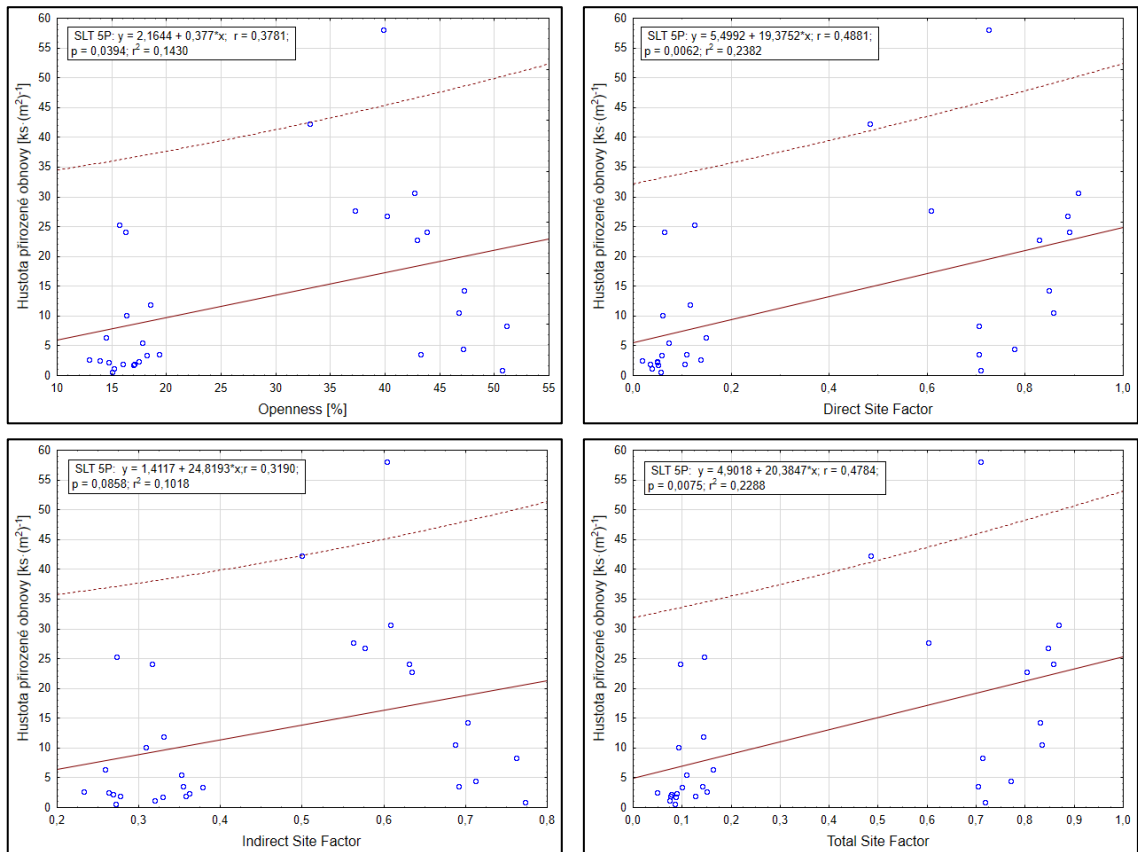
Graf 15: Hustota přirozené obnovy dle SLT (ANOVA)

Na grafu 15 je znázorněna hustota přirozené obnovy na třech sledovaných souborech lesních typů. Podle výsledků Scheffeho testu nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v hustotě přirozené obnovy modřínu na jednotlivých SLT.



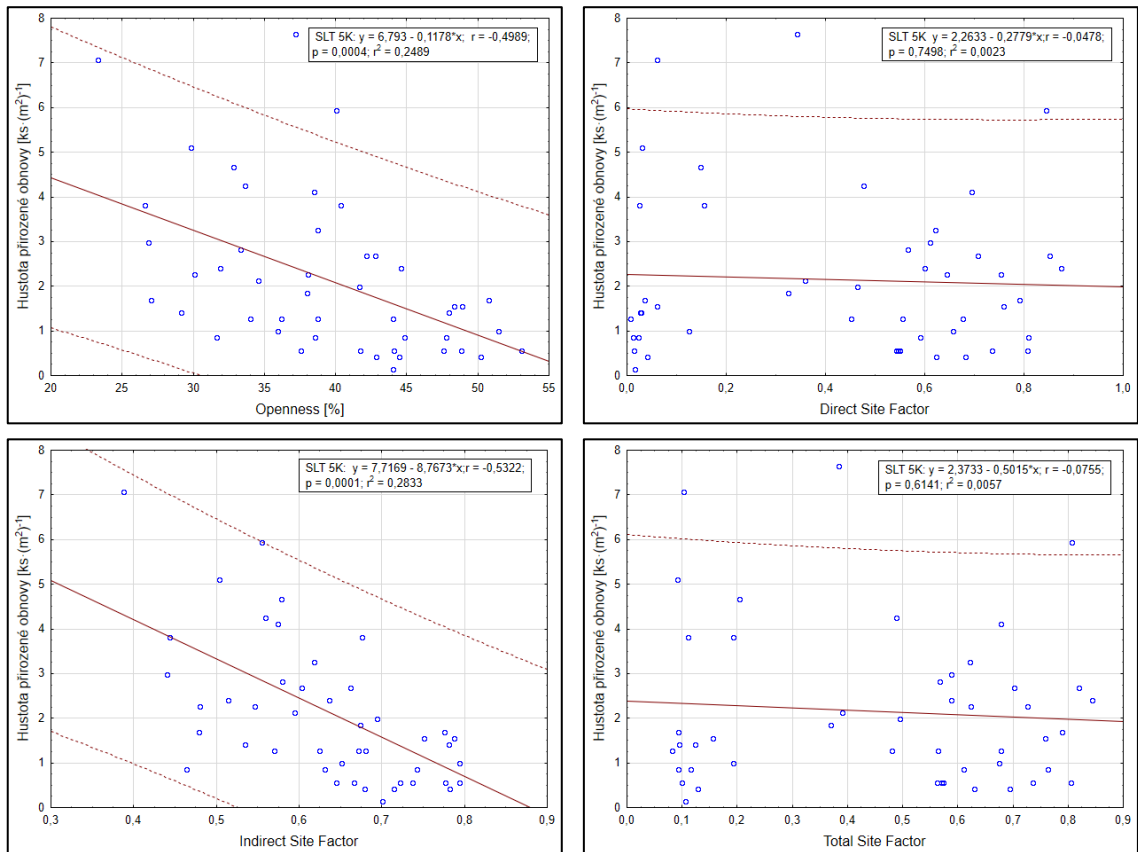
Graf 16: Analýza závislosti hustoty přirozené obnovy a zastoupení modřínu v mateřském porostu

V grafu 16 je znázorněna lineární závislost hustoty přirozené obnovy modřínu na jeho zastoupení v mateřském porostu, zjištěná pomocí regresní analýzy. Podle hodnoty korelačního koeficientu byla zjištěna vysoká kladná závislost hustoty přirozené obnovy na zastoupení modřínu v mateřském porostu. Podle koeficientu determinace je patrné, že daný regresní model vysvětluje 63 % rozptylu závisle proměnné, tedy hustoty přirozené obnovy. Model jako celek však není statisticky významný pro hladinu významnosti $\alpha = 0,05$, protože p hodnota je zde větší než hladina významnosti α .



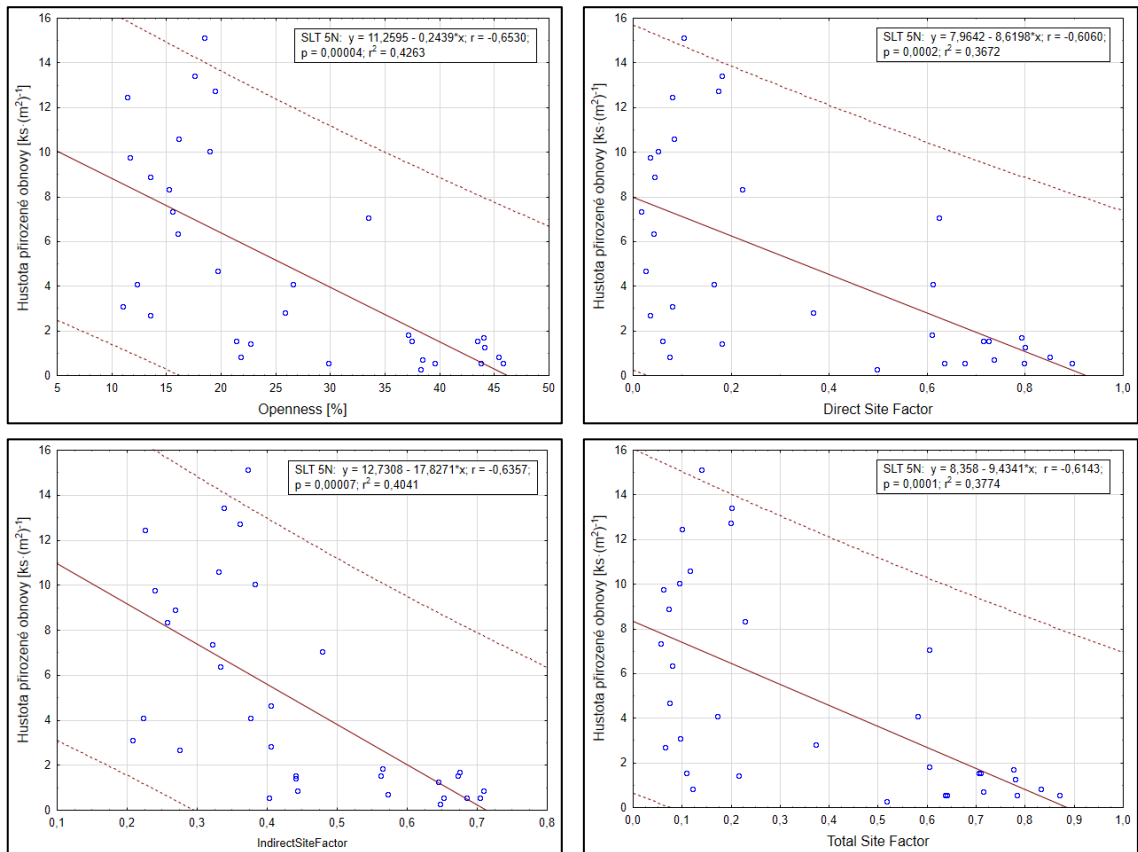
Graf 17: Analýza závislosti hustoty přirozené obnovy modřínu na světelných poměrech pro SLT 5P

V grafu 17 je znázorněna lineární závislost hustoty přirozené obnovy MD na světelných podmínkách, zjištěná pomocí regresní analýzy pro soubor lesních typů 5P. Podle hodnoty korelačního koeficientu byla zjištěna střední kladná závislost hustoty přirozené obnovy na všech čtyřech světelných parametrech (CO, ISF, DSF, TSF). Podle koeficientu determinace je patrné, že daný regresní model vysvětluje 10 a 14 % rozptylu závisle proměnné pro otevřenost zápoje (CO) a ISF. Pro DSF a TSF vysvětluje 24 a 23 % rozptylu závisle proměnné, tedy hustoty přirozené obnovy. Kromě modelu pro CO jsou zbývající tři modely statisticky významné, protože p hodnota je menší než hladina významnosti α (přehled udává tabulka 9).



Graf 18: Analýza závislosti hustoty přirozené obnovy modřínu na světelných poměrech pro SLT 5K

V grafu 18 je znázorněna lineární závislost hustoty přirozené obnovy MD na světelných podmínkách, zjištěná pomocí regresní analýzy pro soubor lesních typů 5K. Podle hodnoty korelačního koeficientu byla zjištěna vysoká záporná závislost hustoty přirozené obnovy na otevřenosti zápoje (CO) a ISF. Podle koeficientu determinace je patrné, že dané regresní modely vysvětlují 25 a 28 % rozptylu závisle proměnné pro CO a ISF. Tyto dva modely jsou statisticky významné, protože p hodnota je menší než hladina významnosti. U modelů pro DSF a TSF je korelační koeficient velmi nízký a zároveň nejsou statisticky významné, protože p hodnota je větší než hladina významnosti α (přehled udává tabulka 9).



Graf 19: Analýza závislosti hustoty přirozené obnovy modřínu na světelných poměrech pro SLT 5N

V grafu 19 je znázorněna lineární závislost hustoty přirozené obnovy MD na světelných podmínkách, zjištěná pomocí regresní analýzy pro soubor lesních typů 5N. Podle hodnoty korelačního koeficientu byla zjištěna vysoká záporná závislost hustoty PO na všech čtyřech světelných parametrech (CO, ISF, DSF, TSF). Podle koeficientu determinace je patrné, že daný regresní model vysvětluje 43 a 40 % rozptylu závisle proměnné pro otevřenost zápoje a ISF. Pro DSF a TSF vysvětluje 37 % rozptylu závisle proměnné, tedy hustoty přirozené obnovy. Všechny čtyři modely jsou statisticky významné, protože p hodnota je menší než hladina významnosti α (přehled udává tabulka 9).

Tab. 9: Hodnoty korelačního koeficientu pro závislost hustoty přirozené obnovy na světelných poměrech

parametr	SLT		
	5P	5K	5N
Openness (CO)	0,3781	-0,5467	-0,653
DSF	0,4881	-0,0478	-0,606
ISF	0,3190	-0,5322	-0,6357
TSF	0,4784	-0,0755	-0,6143

Tabulka 9 zobrazuje hodnoty korelačního koeficientu (r) pro provedené regresní modely závislostí hustoty přirozené obnovy modřínu na světelných podmínkách. Velikost korelačního koeficientu (0–1) ukazuje míru lineární závislosti (mírná – velmi vysoká) viz. tabulka 6, uvedená v kapitole 4.2. Červeně vyznačené hodnoty vyjadřují modely, které byly statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Významnost byla určena na základě porovnání p hodnoty s hodnotou α u jednotlivých modelů. Všechny zmiňované hodnoty (p , r , r^2 , α) jsou uvedeny v legendách jednotlivých grafů.

5.3 Poškození přirozené obnovy

V terénu bylo sledováno také poškození jedinců přirozené obnovy modřínu a případné napadení stromků škůdci. Z poškození přirozené obnovy zvěří byl zjištěn pouze pomístný okus terminálního výhonu (celkem 49 jedinců) a poškození kmínku vytloukáním (celkem 21 jedinců). Od škůdců byla zjištěna poškození způsobená pouzdroníčkem modřínovým (*Coleophora laricella* Hüb.) (celkem 3 jedinci) a obalečem hálčivým (*Cydia millenniana* Adam.) (celkem 5 jedinců). Vzhledem k počtu (změřeno 4542 jedinců) a hustotě přirozené obnovy (15–211 tis.·ks·ha⁻¹) bylo však množství poškozených jedinců zanedbatelné. Proto tento údaj nebyl vyhodnocován, byl pouze zaznamenán a zdokumentován jejich výskyt.



Obr. 7: Poškození přirozené obnovy zjištěná v terénu (Foto J. Tesář)

Na obrázku 7 jsou zobrazena poškození, zjištěná při terénním šetření. Vlevo se jedná o poškození vytloukáním srnčí zvěří. Uprostřed o požerek pouzdroníčka modřínového a vpravo je zobrazena hálka obaleče hálčivého.

6. Diskuze

Jak již bylo uvedeno v bakalářské práci (TESAŘ, 2013) modřín je dřevina, která se v oblasti centrálních Brd vyskytuje již více než dvě století a je velmi dobře adaptována na zdejší podmínky. Modřín se zde také intenzivně přirozeně obnovuje v různorodých přírodních podmínkách. V předchozí práci autora bylo zkoumáno rozpětí přírodních podmínek, ve kterých se v této oblasti modřín vyskytuje a přirozeně obnovuje. Také bylo zkoumáno v jakých směsích dřevin se zde vyskytuje a jakými způsoby je obnovován (na jakých obnovních prvcích). To vše bylo zjišťováno především na základě lesní hospodářské evidence a pomocí předběžných terénních měření. Diplomová práce se již věnuje podrobnému šetření přirozené obnovy modřínu na vybraných lokalitách. Dále byla pozornost zaměřena na analýzu jednotlivých faktorů a určení základních relací mezi nimi, které mají vliv na vývoj přirozené obnovy. Také na následné vyvození určitých praktických a pěstebních doporučení.

Modřín je obecně uváděn jako pionýrská dřevina s vysokými nároky na světlo (MUSIL, HAMERNÍK, 2007; MATRAS a PÂQUES, 2008; BEZECNÝ, 1992). V předchozí práci autora (TESAŘ, 2013) však bylo zjištěno, že se modřín v oblasti centrálních Brd intenzivně přirozeně obnovuje i v menších obnovních prvcích se zhoršenými světelnými podmínkami. Proto byla v diplomové práci věnována pozornost především menším obnovním prvkům. Jednak pro zachycení různorodých světelných podmínek jako důležitého faktoru působícího na PO modřínu. A jednak z důvodu předpokládaného přechodu na přírodě bližší způsob obhospodařování lesů při plánovaném vyhlášení CHKO Brdy, kde jsou základem maloplošné obnovní prvky a podrostní způsob obnovy. Právě schopnost místní kulturní populace modřínu snášet v nižších polohách větší zastínění, jak uvádí např. MUSIL a HAMERNÍK (2007); POLENO a VACEK (2009) nebo SVOBODA (1952), by mohla být při tomto způsobu obhospodařování lesů pro udržení této dřeviny velmi důležitá. Pozornost byla dále věnována různým stanovištím, na kterých se zde modřín vyskytuje, a to měřeními a porovnáním parametrů přirozené obnovy na různých souborech lesních typů. Vliv stanoviště je též jeden z důležitých faktorů majících vliv na vývoj přirozené obnovy modřínu (POLANSKÝ a kol., 1956; MATRAS a PÂQUES, 2008; ALBERT a kol., 2008; MUSIL, HAMERNÍK, 2007; BEZECNÝ, 1992).

Hlavními vyhodnocovanými parametry ve vztahu k výše zmíněným faktorům byl zejména výškový přírůst a hustota přirozené obnovy. Výškový přírůst je jedním z významných parametrů, protože pro modřín je v mládí velmi důležité, aby si udržel dostatečný růstový předstih (POLANSKÝ a kol., 1966; PEŘINA a kol., 1964). Zásadní pro další vývoj a produkci porostů je také hustota přirozené obnovy, protože jak uvádějí mnozí autoři, např. PEŘINA a kol. (1964); BEZECNÝ (1992); HURT (2008); JURČA, (1988); POLENO A VACEK, (2009); NOVÁK A SLODIČÁK (2006) modřín je dřevina, která by měla být pěstována v jednotlivé příměsi s jinými dřevinami. Takto má i lepší a vyšší produkci a lépe kryje půdu oproti nesmíšeným MD monokulturám. Výjimkou budou výsadby na zemědělských půdách, kde plní modřín v prvopočátku funkci přípravné dřeviny.

Prvním krokem bylo určení statisticky významných rozdílů ve výškovém přírůstu mezi zvolenými stanovišti, kdy byli jedinci rozděleni také podle věku. U jednoletých byl zjištěn největší výškový přírůst na SLT 5P, což může být způsobeno právě vyšší vlhkostí ve svrchních půdních horizontech. Naopak na sušších stanovištích SLT 5K a nejvíce pak na kamenitém SLT 5N jednoletí jedinci v růstu výrazně zaostávali. To odpovídá i tvrzení BRONCANA a kol. (1998), že světlo a voda mají hlavní vliv především na klíčení semen modřínu.

Starší jedinci na SLT 5P pak až do 4 let ve velikosti výškového přírůstu čím dál více zaostávali a ve 4 letech již nebyl statisticky významný rozdíl mezi souborem 5P a 5N (tj. SLT s nejhůře odrůstajícími jedinci modřínu). I na toto zpomalení růstu na SLT 5P by mohla mít vliv voda. Jak píše SVOBODA (1953), modřín má střední nároky na vodu, avšak nemá rád půdy příliš zamokřené. Podle POLANSKÉHO a kol. (1956) modřín zamokřené půdy přímo nesnáší.

Nedostatek vody může na druhou stranu zapříčinit i nízké výškové přírůsty na stanovišti 5N (kamenité svahové stanoviště). Na tomto stanovišti modříny vykazovaly nejnižší přírůsty. Výškový přírůst se zde zvyšoval až od 4 let. Podle PLÍVY (2000) jsou tato svahová stanoviště sušší. Vysoký obsah skeletu umožňuje dobrou infiltraci a retenci srážkových vod. Modřínu vyhovují provzdušněné a rovnoměrně vláhou zásobené půdy, ve kterých je dobré uvolňování živin (POLANSKÝ a kol., 1956; MATRAS a PÂQUES, (2008). Proto přirozené obnově na tomto stanovišti zřejmě trvá déle než prokoření do větší hloubky, odkud odebírá vodu a teprve poté začne výrazněji přirůstat. ZAHRADNÍK

a kol. (2014) píší, že modřín díky lepšímu prokořenění snáší období sucha lépe než smrk. Podle MUSILA a HAMERNÍKA (2007) má modřín velkou spotřebu vody na transpiraci a na skalách roste pouze v oblastech s hojnými srážkami. Brdy jsou však oblastí srážkově chudou (CÍLEK a kol. 2005).

Podle měřených dat ze tří studovaných SLT vyhovuje přirozené obnově modřínu nejvíce SLT 5K. Zde vykazovali všichni jedinci kromě jednoletých největší výškový přírůst. Všechny tři studované soubory lesních typů mají v půdním prostředí kyselé pH, proto zde není velký vliv buřene a nejvíce se liší právě hydrickými podmínkami, popřípadě množstvím skeletu (5N). Tyto SLT jsou však pro oblast Brd typické (CÍLEK a kol., 2005). Z výše uvedených třech SLT nejlépe přirůstá přirozená obnova modřínu na SLT 5K, kde není tolik limitována přebytkem ani nedostatkem vody. Což lze z hlediska udržení si růstového náskoku modřínu (především v mládí) jako světlomilné dřeviny považovat za velmi důležité (POLANSKÝ a kol., 1966; PEŘINA a kol., 1964).

Dalším významným vyhodnocovaným parametrem byla závislost výškového přírůstu na světelných podmínkách. U jednoletých jedinců nebyla zjištěna žádná pozitivní závislost přírůstu na světelných podmínkách. Což odpovídá studii ALBERTA a kol. (2008), kteří zjistili negativní vztah mezi dostupností světla a klíčením semen MD. Uvádí, že MD semena mají relativně vysokou schopnost klíčit zcela zastíněna, i když později potřebují malé MD světla dostatek. Naopak podle BRONCANA a kol. (1998) mají světlo a voda hlavní vliv především na klíčení semen modřínu. Mírná záporná závislost mezi velikostí přírůstu na DSF (podíl přímého záření) a TSF (celkové záření) byla zjištěna u jednoletých jedinců pouze na SLT 5N, což by mohlo být způsobeno extrémností tohoto stanoviště, kdy se ve více osluněných částech snižuje přírůst z důvodu rychlejšího vysychání půdních horizontů.

U dvouletých jedinců bez rozlišení stanovišť byla zjištěna nejvyšší závislost na otevřenosti zápoje a ISF (poměr difúzního záření). To znamená, že pro dvouleté jedince oproti jednoletým již narůstá význam nepřímého (difúzního) záření. Podle jednotlivých SLT byla nižší závislost zjištěna na SLT 5P, to může být způsobeno vyšší vlhkostí na tomto stanovišti. Podle SVOBODY (1952) kromě dobré výživy mohou i různé jiné růstové faktory zmenšit světelné nároky dřeviny. Na SLT 5K byla zjištěná závislost nejvyšší a na 5N naopak nejmenší. Na tomto stanovišti jsou zřejmě u mladých jedinců

významnější jiné limitující faktory než světlo, například sucho, skeletovitost, nedostatek vody a přístupných živin.

U tříletých a čtyřletých jedinců bez rozdílu stanovišť byla zjištěna stoupající závislost na světelných podmínkách oproti mladším jedincům u všech čtyřech parametřů. Mírně vyšší korelační koeficienty však stále byly u otevřenosti zápoje a poměru difúzní složky záření (ISF). To znamená, že u těchto jedinců i s rostoucí závislostí na světle je stále významné procento zapojení korun a prŮnik difúzní složky záření. Z toho se dá usoudit, že nárůsty modřínu není nutné do 4 až 5 let věku úplně odclonit, avšak je nutné nad nimi dostatečně rozvolnit korunovou vrstvu, aby k nim byl propuštěn dostatek alespoň nepřímé sluneční radiace. Provozně by se dala otevřenost zápoje vztáhnout například k zakmĚnění či okulárnĚ odhadnutému procentu viditelnĚ oblohy, tento vztah by však bylo nutné ovĚřit bližší studií.

Stejný výsledek byl zjištěn i u závislostí pŮrŮstů tříletých a čtyřletých jedinců na světelných podmínkách diferencovaných podle stanovišť. Na SLT 5P byla podle korelačního koeficientu zjištěna střední závislost na všech čtyřech světelných parametrech a u SLT 5N vysoká závislost na všech čtyřech světelných parametrech. MírnĚ vyšší byla závislost pŮrŮstu na otevřenosti zápoje a podílu difúzního záření (ISF). Na SLT 5K byly modely velmi nevyrovnanĚ, byla zjištěna kladná závislost na otevřenosti zápoje a ISF a zároveň vysoká záporná závislost na množství pŮímĚho záření (DSF) a celkovĚho záření (TSF). To mŮže být zpŮsobeno špatným rozložením mĚřených dat, protože podle modelu narozdíl od ostatních SLT chybí údaje v oblasti nižších hodnot. Ale také by to mohlo být zpŮsobeno podmínkami stanoviště, kdy na volné ploše mohlo dojít k většimu pŮřisušku či vytranspirování rostlin oproti zastínĚné ploše a následnému snížení pŮrŮstu. V pŮřpadĚ tohoto vysvĚtlení je pak zajímavĚ, že tento jev se neprojevil u SLT 5N.

Nároky modřínu na světlo uvádí mnoho autorů, avšak většinou jen obecnĚ a v údajích se dosti liší. MUSIL a HAMERNÍK (2007); MATRAS a PÂQUES (2008) uvádĚjí modřín jako vyslovenĚ svĚtlomilnou dĚvinu, která zastínĚním značně trpí. Pro normální rozvoj vyžaduje plné osvĚtlení horní a dobré osvĚtlení boční. Avšak zmiňují také, že modříny z nižších poloh bývají tolerantnější k slabĚmu zastínĚní, to platí hlavnĚ pro sudetský modřín. BEZECNÝ (1992) také zdŮrazňuje citlivost modřínu na zastínĚní a nutnost bočního oslunĚní modřínu. ALBERT a kol. (2008) tĚž zmiňuje nutnost zajistit

dostatek světla pronikajícího k náletu modřínu. Podle POLANSKÉHO a kol. (1966) vyžaduje modřín rychlý obnovní postup, protože snáší zástin jen krátkou dobu a nálet se poměrně rychle vyvíjí. Podle SVOBODY (1952) naopak kromě dobré výživy i různé jiné růstové faktory, zejména teplo, mohou zmenšit světelné nároky dřeviny. Např. modřín ve svém optimu je slunný, kdežto v teplejším klimatu je ke stínu odolnější. Snášenlivost ke zastínění po určitou dobu pro oblasti pahorkatin ve směsi s bukem uvádí také ZAHRADNÍK a kol. (2014).

Studii, ve kterých by autoři výše zmíněné závislosti nějakým způsobem kvantifikovali, není mnoho. Například PEŘINA (1964) uvádí výšku 17 letých modřínů v kotlíku na kraji porostu asi 50 % oproti modřínům na holé seči ve shodných podmínkách. V kotlíku uprostřed porostu dokonce jen 30 % výšky modřínů na holé seči, což jim nezajišťuje dostatečný růstový náskok, a je tedy nutné mladé modříny včas odclonit.

SYCHRA (2011) ve své práci analyzoval závislost přírůstu modřínu na době přímého oslunění na SLT 5K a 5P. V analýzách prováděných pro tuto diplomovou práci byla však sledována závislost výškového přírůstu na množství světla, které k přirozené obnově pronikne. SYCHRA (2011) uvádí, že nenalezl lokalitu, kde by se modřín zmlazoval plně pod clonou mateřského porostu bez přístupu bočního světla. Uvádí, že výška jedinců reaguje na změnu trvání přímého slunečního záření a modříny ke svému zdárnému růstu potřebují alespoň 4 hodiny přímého slunečního záření denně. Jednalo se o stromky v náseku na volné ploše. To je v rozporu se zjištěními, uvedenými v této diplomové práci, kde byla zjištěna vyšší závislost MD do věku 4 let na nepřímém slunečním záření. Pod porostem s bočním osluněním uvádí SYCHRA (2011) jako minimum 2,5 hodiny přímého záření avšak píše, že výškový přírůst PO se nezvyšoval. Dalším z autorů, který se věnoval hodnocení výškového přírůstu a hustoty přirozené obnovy modřínu byl NOVÁK (2011). Autor hodnotil přirozenou obnovu modřínu na SLT 3K a 3H. Světelné podmínky rozlišoval pouze formou slabého polostínu, silného polostínu apod. Určil, že modříny na hlinitých stanovištích vykazují vyšší hustoty, výšku a výškový přírůst než na kyselých stanovištích a také, že jsou schopny lépe snášet zástin na hlinitých (bohatších) stanovištích. V mé práci je PO modřínu sledována pouze na kyselých stanovištích, protože tyto jsou v Brdech dominantně zastoupeny. Podle výsledků modřín v této oblasti snáší větší zastínění i na těchto kyselých stanovištích.

Dalším hodnoceným parametrem byla hustota přirozené obnovy. Mezi jednotlivými stanovišti nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v hustotě přirozené obnovy. Podle regresního modelu byla však zjištěna silná závislost mezi hustotou přirozené obnovy a zastoupením modřínu v mateřském porostu. To odpovídá údajům POLENA a VACKA (2009), že velmi důležitý je počet a přítomnost mateřských stromů. Modřín je při plné úrodě schopen vytvářet 15–25 milionů semen na hektar porostu. Dosažitelná vzdálenost pro nálet většího množství semen je však jen 20–30 metrů, šířka holé seče by proto neměla překročit tuto vzdálenost. RAMEAU a kol. (1993) ale tyto poznatky doplňují o údaj, že i více než 50 % osiva může být prázdného a že semena jsou rozšiřována krom větru i ptáky.

U hustoty přirozené obnovy byla zjišťována také závislost na světelných podmínkách, diferencovaná podle stanovišť. Na SLT 5P byla zjištěna střední kladná závislost na všech čtyřech světelných parametrech. Semena zde mají dostatek vody a podle výsledků potřebují i více světla pro to, aby vyklíčila ve větším množství. To by odpovídalo tvrzení BRONCANA a kol. (1998), že světlo a voda mají hlavní vliv především na klíčení semen modřínu. Naopak ALBERT a kol. (2008) zjistili negativní vztah mezi dostupností světla a klíčením semen modřínu. MD semena mají s ohledem na provozní požadavky relativně vysokou schopnost klíčit zcela zastíněna, i když později potřebují malé množství světla dostatek (ALBERT a kol., 2008). Na SLT 5K byla zjištěna střední záporná závislost hustoty PO modřínu na otevřenosti zápoje a ISF a na SLT 5N již byla vysoká záporná závislost hustoty PO na všech parametrech. To znamená, že ve více zastíněných částech obnovních prvků byly vyšší hustoty PO. To spíše odpovídá výše zmíněnému tvrzení ALBERTA a kol. (2008), že světlo nemá vliv na klíčení MD. Vysvětlením by také mohlo být, že semenáčky nalétlé na volnou plochu s větším osluněním zaschnou a přežijí pouze ty, chráněné mateřským porostem, zejména na exponovaném SLT 5N.

Jednou z otázek je také, zda by se dalo regulovat množství přirozené obnovy pomocí světelných podmínek. Podle zjištěných výsledků byla závislost hustoty na světelných parametrech velmi nízká a na exponovaných stanovištích dokonce výrazně záporná. Závislost výškového přírůstu na světelných podmínkách v prvním roce byla téměř nulová. Je tedy zřejmé, že množství jedinců není možné zastíněním ihned regulovat. Vzhledem k tomu, že je modřín i přes jeho jistou snášenlivost dřevinou, která

potřebuje rychlejší obnovní postup a včasné uvolňování (POLANSKÝ a kol., 1966), mohlo by místo regulace hustoty docházet spíše k jeho krnění (PEŘINA a kol., 1964), ztrátě výškového náskoku a předrůstání ostatními na světlo méně náročnými druhy. To by samozřejmě bylo nevhodné v případě, kdy by takovéto zastínění bylo na velké ploše. Ale v případě maloplošně podrostního až maloplošně holosečného postupu v rámci principů přírodě blízkého obhospodařování lesů s cílem uplatnit v CDS i jiné druhy a dosáhnout vzniku směsi je možné o takovém postupu uvažovat.

V terénu byly na přirozené obnově zjištěny tři druhy poškození. První bylo poškození od zvěře terminálním okusem a vytloukáním srnčí zvěří. Vzhledem k celkovému počtu měřených jedinců, veliké hustotě PO (15–210 tis. ks·ha⁻¹) a počtu poškozených kusů (v množství od 1 do 10 ks na měřenou plochu), byly tyto škody určeny jako zanedbatelné. Poškození neovlivňuje vývoj PO a bylo z pohledu statistiky nevýznamné. SYCHRA (2001) ve své práci uvádí, že modřín byl poškozován více než smrk. Hustoty PO modřínu však vykazovaly nižší hodnoty oproti výsledkům v této diplomové práci. SYCHRA (2011) škody odůvodňuje přítomností nedalekého krmeliště pro zvěř. HORSÁK (2010) uvádí, že modřín je dřevina, která příliš netrpí okusem zvěří. Zvěř ho poškozují spíše vytloukáním. Obzvláště pokud se modřínu v přirozené obnově vyskytuje větší množství, dokáže velmi dobře odrůstat a dospět do mytního věku.

Dalším zjištěným poškozením bylo napadení modřínů pouzdroníčkem modřínovým a obalečem hálčivým. I tyto škody však byly zanedbatelné. Podle PEŠKOVÉ a MODLINGERA (2014) a BERÁNKA (2006) pouzdroníček modřínový silně napadá především porostní stěny v oblasti pahorkatin. Poškozuje modříny různého věku, nejčastěji od 10 do 60 let. Škodí housenky vyžíráním jehlic, které pak zhnědnou a opadnou. Modříny i po výrazném poškození a opakovaném žíru velmi dobře regenerují. Obaleč hálčivý napadá mladé modřínky do výšky asi čtyř metrů, rostoucí v okrajích porostů. Pro obaleče je typická tvorba hálek s výronem pryskyřice. Může být nebezpečný v případě, že jeho žír usnadňuje infekci kustřebky modřínové, tento druh však v rámci terénního měření nebyl zjištěn.

7. Závěr

V práci byla provedena analýza přirozené obnovy modřínu v oblasti centrálních Brd, založená především na terénních měřeních na vybraných třech SLT. Pro terénní šetření bylo vybráno devět porostních skupin v nadmořských výškách od 550 do 670 m n. m. o velikosti od 0,06 do 0,20 ha (malé obnovní prvky). Tři skupiny byly na kyselých stanovištích (5K), tři skupiny na oglejených (pseudoglejových) stanovištích (5P) a tři na svahových kamenitých (5N).

Z analýzy vyplývá, že modřín se na studovaných stanovištích úspěšně přirozeně obnovuje. Přirozená obnova modřínu zde zdárně odrůstá a vykazuje vysoké hustoty i ve zhoršených světelných poměrech, přičemž nároky na dostatek slunečního záření, především nepřímého, se od 2 do 4 let postupně zvyšují. Na exponovaných stanovištích (SLT 5N) a kyselých stanovištích s možností přísušku (SLT 5K) může naopak nadbytek záření působit negativně na hustotu i následné odrůstání přirozené obnovy.

Jedním z dílčích cílů bylo na základě terénních měření zodpovědět následující otázku: *Jaké postavení má modřín opadavý v obnově stávajících lesních porostů centrálních Brd?* Modřín je v centrálních Brdech druhá nejvíce zastoupená jehličnatá dřevina (8 %), která se zde velice úspěšně obnovuje na všech typech stanovišť. Do současné doby PO modřínu vyhovoval holosečný způsob hospodaření, avšak podle zjištění uvedených v této a předchozí práci autora (TESAŘ, 2013) je schopen úspěšně snášet i větší zastínění. Nepředpokládá se tedy, že přechod na přírodě bližší způsob obhospodařování lesů by reprodukci tohoto druhu nějak výrazně omezil.

Jakým způsobem je možno na zájmovém území regulovat podíl přirozené obnovy modřínu? Do současné doby byl podíl modřínu v kulturách regulován především mechanickým odstraněním (vytrhávání, vystřihování), avšak i přes to byl schopen se znovu regenerovat a reprodukovat. V některých porostech zůstával modřín ve vysokém počtu až do fáze mlazin i tyčovin i přes to, že tento postup není doporučován. V práci bylo zjištěno, že světelné poměry nemají velký vliv na klíčení a růst v prvním roce, naopak na některých stanovištích vykazuje přirozená obnova větší hustoty v zastíněných částech. Později však vliv světelných parametrů na vývoj PO roste. Regulace počtu udržení zástinu po delší dobu ovšem není vhodná, protože modřínky by mohly krnět, být předrůstány ostatními dřevinami a následně úplně odumřít. Tento

způsob redukce by mohl být využit například v budoucích prvních a druhých zónách navrhovaného CHKO Brdy, kde má být modřín v porostních směsích úplně eliminován. Jako možný způsob regulace množství PO modřínu v kulturách, při zachování jeho zdárného vývoje, se jeví odstraňování mateřských stromů z porostní stěny kolem obnovního prvku, popřípadě bližšího okolí. Protože zastoupení MD v mateřském porostu má zásadní vliv na hustotu PO. Tento způsob by spolu s mechanickým odstraňováním mohl být vhodný pro budoucí třetí zóny CHKO v případě, že bude povoleno určité zastoupení modřínu (jako nepůvodní dřeviny) v porostech třetích zón.

Jak s modřínem pracovat a využít jeho potenciál při přechodu na přírodě bližší způsoby hospodaření ? Odpověď na tuto otázku je podrobně rozebrána v následujících doporučeních pro praxi.

7.1 Doporučení pro praxi

I přes to, že je modřín v Brdech geograficky nepůvodní dřevina, by bylo vhodné snažit se do budoucna využít jeho potenciál. To i v případě přechodu na přírodě bližší či šetrnější způsob obhospodařování lesů v rámci nastávajících změn transformace VÚ na CHKO. Je důležité snažit se modřín v porostech udržet a využít, avšak s ohledem na maximální povolené zastoupení v daných hospodářských souborech či zónách CHKO. Modřín by neměl být eliminován zcela. Je nutné však včas provádět potřebnou redukci počtu, aby nedocházelo k přeštíhnutí nebo potlačení ostatních cílových dřevin. Doposud byl ponecháván v porostech zájmové oblasti ve vysokém zastoupení až do fáze mlazin a tyčkovin. Tomu by se mělo předcházet a redukovat jej již v první fázi obnovy či ve fázi nárostů. Některé možnosti redukce (i s přihlédnutím k navrhovaným zónám CHKO) jsou zmíněny již výše v závěru.

Modřín by měl být ve směsi dřevin pouze jednotlivě přimíšen se zastoupením max. 20 %. Ve fázi nárostů s rozestupy jednotlivých jedinců 3 až 4 metry, (600–1100 ks·ha⁻¹). V tyčkovinách s rozestupy 5 až 10 metrů (100–400 ks·ha⁻¹). Později ve fázi tyčovin a nastávajících kmenovin by měl být zredukován asi na 100 ks·ha⁻¹. Na ploše je třeba ponechat nejkvalitnější jedince s dostatečným růstovým předstihem a volnou korunou, to platí zvláště pro menší obnovní prvky či obnovu pod mateřským porostem. Tento způsob je v poslední době hojně využíván pro vnášení melioračních a zpevňujících dřevin, hlavně buku a jedle, ale i jiných dřevin. Zde by pak do budoucna

mohl modřín tvořit produkčně a ekonomicky velmi významnou složku, hlavně ve směsi s bukem.

Ve výchovných zásadách je nutné odstraňovat jedince netvárné, poškozené a jedince utlačené a zastíněné. V menších obnovních prvcích není nutné nákladně prořezávat či prostřihávat husté nárosty modřínu pokud přímo neutlačují cílovou dřevinu, ale věnovat se pouze předrůstavým kvalitním jedincům a tyto vhodně uvolňovat. Popřípadě uvolnit jedince cílové druhové skladby. Jiní nepředrůstaví jedinci modřínu budou postupně zaostávat a krnět, ostatní dřeviny je předrostou a oni přirozeně odumřou. Předrůstavé modříny je třeba stále držet v nadúrovni, nárosty včas odclonit (nejlépe kolem 4–5 let od vzniku) a s postupujícím věkem jim zajistit dostatečný světelný požitek.

Vlastní postup je však nutné přizpůsobit danému stanovišti. Na oglejených stanovištích (SLT 5P) případně více nákladů na redukci hustoty, protože z důvodu nižší konkurence o vodu a nižší závislosti na světle bude docházet k menší autoredukci. Na exponovaných stanovištích (SLT 5N) je velmi důležité provádět obnovu pomocí menších obnovních prvků jako jsou kotlíkové seče a úzké náseky. Modřín se na těchto stanovištích lépe obnovuje pod clonou mateřského porostu nebo vedle mateřského porostu v blízkosti porostní stěny, kde lépe snáší nepříznivé vlivy tohoto stanoviště.

8. Summary

In this thesis, analysis of the natural regeneration of the European larch (*Larix decidua* MILL.) in the central area of the Brdy mountains based on field measuring on selected sites was made. There were nine forest stand groups of 0.06–0.2 ha (small regeneration components) in the altitude of 550–670 m chosen for the field measuring. Three groups were on acidic areas (FTG 5K), three groups on gleyed soil areas (FTG 5P) and the other three on stony slope area (FTG 5N).

The analysis showed that European larch naturally regenerates with success on the selected sites. Natural regeneration of the European larch grows out successfully in high density (graph 10; 15) even on sites with low light conditions (graph 17; 18; 19), while the insolation demands, mainly on the indirect insolation, are gradually increasing at the age of 2–4 years (graph 12; 13; 14). It was detected, that the light conditions do not have substantial influence on germination and growth in the first year (graph 11). On the contrary, the presence of larch in the maternal forest stand has a substantial influence on the natural regeneration density.

High level of insolation can have negative influence on the density and further grow out of the natural regeneration on exposed (FTG 5N) or acidic sites with possible short-term drought (FTG 5K). On these sites, high density of natural regeneration was found in shaded places. Based on the ascertained data, the possible negative influence of closer forest farming on the European larch reproduction can not be presupposed. Lowering insolation in order to regulate the quantity is not applicable, because individual larch trees could atrophy, be outgrown by other woody plants and subsequently completely wither.

9. Seznam citované literatury

- ALBERT, C. H., THULLER, W., LAVOREL, S., DAVIES, I. D., GARBOLINO, E. 2008. Land-use change and subalpine tree dynamics: colonization of *Larix decidua* in French subalpine grasslands. *Journal of Applied Ecology*, 45: 659–669
- AUSSENAC, G., 2000. Interaction between forest stands and microclimate: Ecophysiological aspects and consequences for silviculture. *Ann. For. Sci.* 57, 287–301.
- BAUER, F. W., 1962. *Waldbau als Wissenschaft*, BLV – München.
- BERÁNEK, J., Hmyzí škůdci modřínu opadavého na území ČR, ze sborníku Neuhöferová, P., *Modřín – strom roku 2006*, ČZU v Praze, s. 105–110.
- BEZECNÝ, P., a kol., 1981. *Pěstování lesů*. SZN Praha, 328 s.
- BEZECNÝ, P., LIPOVSKÝ, I., a kol., 1992. *Pestovanie lesov*. Vydavateľstvo Príroda Bratislava, 413 s.
- BRONCANO, M.J., RIBA, M. & RETANA, J., 1998. Seed germination and seedling performance of two Mediterranean tree species, holm oak (*Quercus ilex* L.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.): a multifactor experimental approach. *Plant Ecology*, 138, 17–26.
- BRUNNER, A., 1994. Ökologische Lichtmessung im Wald. *Forstarchiv* 65, 133–138.
- CARRER, M., URBINATI, C. (2004) Age-dependent tree-ring growth responses to climate in *Larix decidua* and *Pinus cembra*. *Ecology*, 85, 730–740.
- CÍLEK, V., a kol., 2005. *Střední Brdy*, PB tisk Příbram, 376 s.
- EIDMANN, F. E., 1943. *Untersuchungen über die Wurzelatmung u. Transpiration unserer Hauptholzarten*.
- GALO, A.T., Rich, P.M. and Ewel J.J. 1992. Effects of forest edges on the solar radiation regime in a series of reconstructed tropical ecosystems. *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing Technical Papers*. pp 98–108.
- HORSÁK, P., 2010. Vliv okusu na dřeviny a ekonomické a provozní důsledky škod zvěří v revíru Májová, Diplomová práce. LDF Mendelu Brno.
- HURT, V., 2008. Produkční potenciál a kompetiční vztahy bukomodřínového porostu na živném stanovišti ŠLP Křtiny. Disertační práce, Brno, LDF MZLU v Brně, 166 s.

- CHEN, J.M., RICH, P.M., GOWER, S.T., NORMAN, J.M. and PLUMMER, S., 1997. Leaf area index of boreal forests: theory, techniques, and measurements. *Journal of Geophysical Research*, BOREAS Special Issue 102(D24):29429–29444.
- JURČA, J., 1988. Pěstění lesů, Vysoká škola zemědělská v Brně, 292 s.
- KAŇÁK, K., 1994. Stanovištní adaptace lesních dřevin a její praktické důsledky, Sborník ze semináře Růst význam a pěstování modřínu, Brno 1994.
- KOLEKTIV, 2014. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2013, Ministerstvo zemědělství, 134 s.
- KOLEKTIV, 2013. Návrh na vyhlášení zvláště chráněného území, ve smyslu ustanovení § 40 odst. 1 zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů a § 4 vyhlášky č. 64/2011 Sb. Chráněná krajinná oblast Brdy. Praha, březen 2013.
- KOLEKTIV, 2005. Souhrnný lesní hospodářský plán VLS ČR, s. p. divize Hořovice.
- KOLEKTIV, 2001. Oblastní plány rozvoje lesů, Přírodní lesní oblast 7 Brdská vrchovina, 2001–2020, ÚHÚL Brandýs nad Labem, pobočka Stará Boleslav.
- KOLEKTIV, 1958. Atlas podnebí Československé republiky, HMÚ, Ústřední správa geodesie a kartografie Praha.
- KOLEKTIV, 1812. Hospodářské plány Hořovické, archiv Hořovice.
- KLEMENT, L., a kol., 2011. Hospodářský plán, LHC Jince, Taxles s.r.o.
- KLEMENT, L., a kol., 2012. Hospodářský plán, LHC Strašice, Taxles s.r.o.
- KLIKA, J., ŠIMAN, K., NOVÁK, F., KAFKA, B., 1953. Jehličnaté, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 310 s.
- KŘIVÁNEK, J., a kol., 2009. Lesy v České republice, Cosult Praha, 399 s.
- MATRAS J., PÂQUES L. 2008. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European Larch (*Larix decidua*). Bioersivity International, Rome, Italy. 6 pages.
- MUSIL, I., HAMERNÍK, J., 2007. Jehličnaté dřeviny, Academia Praha, 352 s.
- MAYR, H., 1909. Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage.

- NOVÁK, P., 2011. Přirozená obnova modřínu opadavého na LS Ruda nad Moravou, Diplomová práce. LDF Mendelu Brno.
- NOVÁK, J., SLODIČÁK, M., 2006. Výchova porostů modřínu opadavého. Lesnická práce, ročník 85, číslo 12/2006.
- NOŽIČKA, J., 1962. Jesenický modřín. Ostrava, Krajské nakladatelství, 221 s.
- NOŽIČKA, J., 1957. Přehled vývoje našich lesů. SZN Praha, 459 s.
- PEARCY, R.W., 1989. Radiation and light measurements. pp. 95–116. In: Pearcy, R.W., Ehleringer, J., Mooney, H.A., and Rundel P.W., (eds), Plant Physiological Ecology: Field Methods and Instrumentation. Chapman and Hall. New York.
- PLÍVA, K., 2000. Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů, Tisk ÚHÚL Brandýs nad Labem, 34 s.
- PEŘINA, V., KADLUS, Z., JIRKOVSKÝ, V., 1964. Přirozená obnova lesních porostů, SZN Praha, 167 s.
- PEŠKOVÁ, V., MODLINGER, R., 2014. K poškození modřínů v Krušných horách v roce 2014. Z Lesnická práce 12/2014, s. 46–47.
- POKORNÝ, R., 2015. Stanovení indexu listové plochy v nesmíšených porostech lesních dřevin, CzechGlobe, 38 s.
- POLANSKÝ, B., a kol., 1966. Pěstění lesů, ZSN Praha, 514 s.
- POLANSKÝ, B., a kol., 1956. Pěstění lesů III., SZN Praha, 595 s.
- POLENO, Z., VACEK, S., 2009. Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů, Lesnická práce s.r.o., 951 s.
- POGREBNJAK, P. S., 1944. Osnovy lesnoj typologii. Kiev.
- POSPÍŠIL, J., KOBLIHA, J., 1988. Šlechtění lesních dřevin. Vysoká škola Zemědělská v Brně. 135 s.
- PRŮŠA, E., 2001. Pěstování lesů na typologických základech. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o. 593 s.
- RAMEAU, J.C., MANSION, D., DUME, G. et al., 1993. Flore Forestière Française: Guide Écologique Illustré, 2. Institut pour le Développement Forestier, Paris.

RICH, P.M., 1989. A manual for analysis of hemispherical canopy photography. Los Alamos National Laboratory Report LA-11733-M.

RICH, P.M., 1990. Characterizing plant canopies with hemispherical photographs. In: N.S. Goel and J.M. Norman (eds), Instrumentation for studying vegetation canopies for remote sensing in optical and thermal infrared regions. Remote Sensing Reviews 5:13-29.

RICH, P.M., CLARK, D.A., CLARK, D.B., and OBERBAUER, S.F., 1993. Long-term study of solar radiation regimes in a tropical wet forest using quantum sensors and hemispherical photography. Agricultural and Forest Meteorology 65:107-127.

SCHEEPERS, D., ELOY, M.C., BRIQUET, M., 1999. Identification of larch species (*Larix decidua*, *Larix kaempferi* and *Larix X eurolepis*) and estimation of hybrid fraction in seed lots by RAPD fingerprints. Theor Appl Genet (2000) 100:71-74

SLAVÍKOVÁ, J., 1986. Ekologie rostlin. SPN, Praha, 366 s.

SVOBODA, P., 1952. Život lesa, Praha Nakladatelství Brázda, 894 s.

SVOBODA, P., 1953. Lesní dřeviny a jejich porosty - část I., SZN Praha, 411 s.

SYCHRA, D., 2011. Přirozená obnova modřínu na Dražanské vrchovině, Diplomová práce. LDF Mendelu Brno.

ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J., Některé kulturní populace modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill) v České republice, jejich hodnota a význam pro lesní hospodářství, ze sborníku Zprávy lesnického výzkumu, svazek 46, číslo 3/2001, s. 139 – 146

ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J., NOVOTNÝ, P., Původní rozšíření modřínu opadavého na území České republiky, jeho uplatnění a další perspektivy v lesním hospodářství ze sborníku NEUHÖFEROVÁ, P., Modřín – strom roku 2006, ČZU v Praze, s. 9 – 14.

ŠINDELÁŘ, J. FRÝDL, J., 2004. Význam modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill) pro lesní hospodářství ČR.

ŠKODA, A., 2005. Lesní hospodářství z CÍLEK a kol., Střední Brdy, Příbram, 376 s.

ŠTIPL, P., 1993. Nástin stavu lesa v centrálních Brdech s přihlédnutím k dosavadním vlivům. Sborník ze semináře „Příroda Brd a perspektivy její ochrany“ Okresní úřad Příbram, s. 57-60

TESAŘ, J., 2013. Analýza přirozené obnovy modřínu opadavého v oblasti centrálních Brd – 1. fáze lesní hospodářská evidence a LHP. Bakalářská práce. Mendelu Brno. 64 s.

WAGNER, S., KÜBNER, R., AMMER, C., DOHRENBUSCH, A. (2004): Hinweise zur Erfassung von Strahlung und Kronenraumstruktur in Waldbeständen im Rahmen waldbaulicher Untersuchungen. Forstarchiv 75, s. 110–121.

ZAHRADNÍK, P., a kol. 2014. Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. Lesnická práce s.r.o, PB tisk Příbram, 374 s.

Lokalizace zájmového území [online], citováno 1.4.2015. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.mapy.cz/>>

Mapa CHKO s vyznačením zonace [online], citováno 4.2. 2015. Dostupné na World Wide Web: <<http://praha.ochranaprirody.cz/index.php?cmd=show&imageID=133734&title=>>

Přirozený výskyt modřínu [online], citováno 1.12. 2014. Dostupné na World Wide Web: <<http://www.uni-goettingen.de/de/vorkommen/101591.html>>

Přirozený výskyt modřínu ve vztahu k průměrné teplotě [online], citováno 1.12. 2014. Dostupné na World Wide Web: <http://www.waldwissen.net/waldwirtschaft/waldbau/standort/lwf_anbau_laerche/index_DE>

9.1 Použité legislativní úpravy

ZÁKON 15/2015 Sb. Zákon ze dne 14. ledna 2015 o zrušení vojenského újezdu Brdy, o stanovení hranic vojenských újezdů, o změně hranic krajů a o změně souvisejících zákonů (zákon o hranicích vojenských újezdů).

VYHLÁŠKA MZe č. 82/1996 Sb. o genetické klasifikaci.

VYHLÁŠKA MZe č. 83/1996 Sb., o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů.

VYHLÁŠKA MZe č. 139/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa.

USNESENÍ VLÁDY 10/2012 o budoucím vytvoření CHKO Brdy.

10. Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1: Závislost výškového přírůstu na světelných podmínkách u jednoletých jedinců dle SLT

Příloha 2: Závislost výškového přírůstu na světelných podmínkách u dvouletých jedinců dle SLT

Příloha 3: Závislost výškového přírůstu na světelných podmínkách u tříletých jedinců dle SLT

Příloha 4: Závislost výškového přírůstu na světelných podmínkách u čtyřletých a starších jedinců dle SLT

Příloha 5: Popis porostní skupiny 147 A 1a

Příloha 6: Popis porostní skupiny 165 C 1

Příloha 7: Popis porostní skupiny 101 B 1

Příloha 8: Popis porostní skupiny 164 A 1

Příloha 9: Popis porostní skupiny 103 A 1

Příloha 10: Popis porostní skupiny 60 A 1a

Příloha 11: Popis porostní skupiny 142 C 0

Příloha 12: Popis porostní skupiny 251 A 1

Příloha 13: Popis porostní skupiny 246 A 1a

Příloha 14: Mapa a zeměpisné souřadnice měřených porostních skupin

Příloha 15: Detail porostní skupiny 60A1a s umístěním a čísly zkusných ploch

Příloha 16: Detail porostní skupiny 101B1 s umístěním a čísly zkusných ploch

Příloha 17: Detail porostní skupiny 103A1 s umístěním a čísly zkusných ploch

Příloha 18: Detail porostní skupiny 147A1a s umístěním a čísly zkusných ploch

Příloha 19: Detail porostní skupiny 164A1 s umístěním a čísly zkusných ploch

Příloha 20: Detail porostní skupiny 165C1 s umístěním a čísly zkusných ploch

Příloha 21: Detail porostní skupiny 142 C 0 s umístěním a čísly zkusných ploch

Příloha 22: Detail porostní skupiny 251 A 1 s umístěním a čísly zkusných ploch

Příloha 23: Detail porostní skupiny 246 A 1a s umístěním a čísly zkusných ploch