

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE



**Buk lesní a jedle bělokorá na extrémně suchých
stanovištích**

European beech and silver fir on extremely dry habitats

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Karel Boublík, Ph.D.

Bakalant: Markéta Černíková

2010



Česká zemědělská univerzita v Praze
Katedra ekologie

Fakulta životního prostředí
Školní rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: Markéta Černíková
obor: Aplikovaná ekologie

Název tématu: Buk lesní a jedle bělokorá na extrémně suchých stanovištích

Název tématu v anglickém jazyce: European beech and silver fir on extremely dry habitats

Zásady pro vypracování:

Ekologie a růst buku lesního (*Fagus sylvatica*) a jedle bělokoré (*Abies alba*) ve střední Evropě byla dosud studována zejména na jejich optimálních stanovištích. V souvislosti s globálními klimatickými změnami je třeba věnovat pozornost ekologii těchto důležitých lesních dřevin na extrémně suchých stanovištích.

Práce bude rozdělena do dvou částí:

- i) Literární rešerše se bude zabývat výskytem, ekologií a růstem těchto dvou dřevin se zaměřením na extrémní stanoviště.
- ii) Terénní práce (dendrologická a stanovištní data) na vybraných lokalitách v CHKO Křivoklátsko.

Vlastní práce bude členěna do kapitol: Úvod, Cíl práce, Literární rešerše, Metodika terénní části BP vč. charakteristiky studovaného území, Výsledky práce, Diskuse, Závěr, Literatura, přílohy



Rozsah grafických prací: fotodokumentace, grafy a tabulky podle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: ca 30 str.

Seznam odborné literatury:

- Buček A. et Lacina J., 2002: Geobiocenologie II. LDF MZLU, Brno: 240 s. (ISBN 80-7157-417-1)
- Ellenberg H. (1988): Vegetation ecology of Central Europe. Ed. 4. – Cambridge University Press, Cambridge.
- Ewald J. (2004): Ökologie der Weißtanne (*Abies alba* Mill.) im bayerischen Alpenraum. – Forum Geobotanicum 1: 9–18.
- Horndasch M. 1993. Die Weißtanne (*Abies alba* Mill.) und ihr tragisches Schicksal im Wandel der Zeiten. Bobingen: Kessler Verlagsdruckerei.
- Málek J. (1983): Problematika jedle bělokoré a jejího odumírání. – Studie ČSAV 1983/11: 1-112
- Němeček J., Macků J., Vokoun J., Vavříček D. et Novák P., 2001: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. 1. vydání. ČZU, Praha: 79 s. (ISBN 80-238-8061-6)
- Opravil. E. (1976): Jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.) v československém kvartéru. –Acta Mus. Siles., Ser. Dendr., 25: 45-67.
- Plíva K., 1991: Funkčně integrované lesní hospodářství: Přírodní podmínky v lesním plánování. ÚHÚL, Brandýs nad Labem: 264 s.
- Průša E., 2001: Pěstování lesů na typologických základech. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy: 593 s. (ISBN 80-86386-10-4)
- Svoboda P., 1943: Křivoklátské lesy, dějiny jejich dřevin a porostů. Studia Botanica Čechia, Praha: 228 s.
- Svoboda P., 1953: Lesní dřeviny a jejich porosty: Část I. SZN, Praha: 411 s.
- Svoboda P., 1955: Lesní dřeviny a jejich porosty: Část II. SZN, Praha: 573 s.


Internetové zdroje: www.infozdroje.sic.czu.cz (Web of Knowledge, Web of Science, Journal Citation Reports, Current Contents Connect, SCOPUS...)

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Karel Boublík, PhD.

Konzultant bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: srpen 2010

Termín odevzdání bakalářské práce: duben 2011


Prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.
vedoucí katedry




Prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.
děkan

V Praze dne 15. 9. 2010

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Karla Boublíka Ph.D., a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu Ing. Karlu Boublíkovi za ochotu, trpělivost a připomínky při psaní této práce. Děkuji Ing. Pavlu Mouchovi ze Správy CHKO za rady a doporučení studijních lokalit. Dále KHÚL FLD ČZU za umožnění zpracování dat v dendrochronologické laboratoři a Ing. Vilému Urbánkovi za zapůjčení dendrochronologických pomůcek pro terénní studii. V neposlední řadě vřelý dík patří všem blízkým, kteří mě po celou dobu podporovali.

Abstrakt

Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) a jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.) jsou stinné dřeviny vyžadující příznivý vlhkostní režim. V souvislosti s globálními klimatickými změnami s častějšími projevy sucha a veder je třeba věnovat pozornost těmto dvěma dřevinám na stanovištích s xerickými podmínkami.

Literární rešerše obsahuje poznatky o výskytu buku a jedle na suchých stanovištích, dále jejich reakce na deficity vody v prostředí, obranné mechanismy vůči intenzivnímu suchu a slunečnímu žáru, adaptační procesy a genetické předpoklady. Terénní studie probíhala na extrémních stanovištích v CHKO Křivoklátsko. Celkem bylo zpracováno 15 studijních plošek s výskytem zájmových dřevin. Na těchto stanovištích byla získána data dendrochronologická (obvod, průměr, výška, věk) a stanovištní (sklon terénu a expozice, geologické podloží, půdy, geobiocenologická a typologická klasifikace). Rešerše a data mají pomoci objasnit problematiku výskytu těchto stinných dřevin na suchých stanovištích.

Klíčová slova: *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, xerická stanoviště, sucho

Abstract

European beech and silver fir are shady trees requiring favorable moisture regime. In connection with the global climate changes and more frequently appearing consequences of drought and heat, it's important to observe these two kinds of trees at habitats with xeric conditions.

Literal search retrieval includes information about occurrence of european beech and silver fir on extremely dry habitats, furthermore their reaction on deficite of water at particular habitats, defensive mechanisms against intensive drought and sunshine, adaptation processes and genetic prequisities. Field study was situated at extreme dry habitats in CHKO Křivoklátsko. The data were collected from 15 different areas of occurrence of above mentioned trees. Collected data have dendrochronological (circumference, diameter, height, age) and habitative (slope of the terrain and exposure, geological subsoils, soil types, geobiocenological and typological classification) character. The search retrieval and data are supposed to help to clarify the issue of occurrence of these shady threes on extremely dry places.

Key words: *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, xeric habitats, drought

OBSAH

1. Úvod	5
2. Ekologie a rozšíření buku lesního (<i>Fagus sylvatica</i> L.).....	7
2.1 Horizontální rozšíření a klimatická optima.....	7
2.2 Vertikální rozšíření a roční srážková minima.....	8
2.3 Ekologie buku lesního.....	9
3. Ekologie, růst a výskyt buku lesního na suchých stanovištích.....	11
3.1 Klimatické změny a jejich vliv na lesy.....	11
3.1.1 Následky suchého roku 2003.....	12
3.2 Odhady geografického posunu buku následkem klimatických změn.....	12
3.3 Základní důvody, proč se buk vyhýbá extrémům.....	13
3.4 Poznatky o výskytu buku na suchých stanovištích střední Evropy.....	14
3.4.1 Buk lesní na suchých stanovištích s bazickým podložím.....	15
3.4.2 Buk lesní na suchých stanovištích s chudým a kyselým podložím.....	16
3.5 Deficity vody v prostředí.....	16
3.6 Konkurence mezi bukem a slunnými druhy.....	18
3.7 Přizpůsobení dřeviny suchu a slunečnímu záru.....	19
3.8 Genetický potenciál buků z xerických podmínek vzhledem k předpokládaným obdobím sucha.....	19
3.9 Mráz jako determinant růstu a konkurenční schopnosti.....	20
3.10 Limity rozšíření buku lesního.....	21
4. Ekologie a rozšíření jedle bělokoré (<i>Abies alba</i> Mill.).....	22
4.1 Horizontální rozšíření.....	22
4.2 Vertikální rozšíření.....	23
4.2.1 Šíření jedle do nižších vegetačních stupňů.....	23
4.3 Ekologie jedle bělokoré.....	25
5. Ekologie, růst a výskyt jedle bělokoré na suchých stanovištích.....	26
5.1 Poznatky o výskytu jedle na suchých stanovištích.....	26
5.1.1 Výskyt jedle na suchých stanovištích se zřetelem k ČR.....	27
5.2 Deficit vzdušné a půdní vlhkosti a jejich zesilování. Vliv deficitů na vitalitu jedle.....	28
5.2.1 Náchylnost jedle k houbovým infekcím následkem sucha.....	30
5.3 Genetická variabilita jedlí z xerických podmínek a jejich adaptivní potenciál...	31

6. Charakteristika studovaného území.....	33
6.1 Vymezené území.....	33
6.2 Hydrologické a klimatické poměry.....	33
6.3 Geomorfologie, geologické a pedologické poměry.....	34
6.4 Rozmanitost stanovišť.....	34
6.5 Fytogeografie a lesní cenózy.....	35
6.6 Charakteristika studijních ploch na území CHKO.....	35
7. Metodika.....	36
7.1 Metodika stanovištního a dendrochronologického výzkumu.....	36
7.2 Zpracování dat a určení věku dřevin.....	38
8. Výsledky a diskuze.....	39
8.1 Literární rešerše.....	39
8.2 Terénní studie na v CHKO Křivoklátsko.....	40
9. Závěr.....	44
10. Přehled literatury a použitých zdrojů.....	45
11. Příloha.....	54

1. ÚVOD

Ekologie, růst a výskyt buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) a jedle bělokoré (*Abies alba* Mill.) ve střední Evropě byla dosud studována zejména na jejich optimálních stanovištích. V odborných dendrologických publikacích jsou tyto dřeviny představovány jako druhy stinné, poměrně náročné na půdní vláhu a živiny (Svoboda 1955, Málek 1983, Ellenberg 1996, Musil et Hamerník 2007). Tyto zmíněné podmínky jsou pro jedli a buk nejpříznivějšími.

Málek (1983) definuje ekologické optimum územím, jehož půdní a klimatické podmínky vyhovují biologickým požadavkům dřeviny. Optimum se projevuje zpravidla jejím vysokým zastoupením, dobrou přirozenou obnovou a konkurenční schopností. Rozmezí takového optima určují limitující hranice, které jsou dány minimální a maximální hodnotou konkrétního faktoru. Pod hranicí minima a nad hranicí maxima jsou životní projevy organismu omezeny a může dojít i k jeho zániku (Slavíková 1986).

Jsou dva směry od optima, na které se lze zaměřit. Tato bakalářská práce je věnována jednomu z nich, a to výskytu buku a jedle na suchém okraji vlhkostního ekologického gradientu. Jedná se o stanoviště slunná, výhřevná, s mělkými kamenitými půdami na strmých exponovaných svazích, skalních výchozech a holých hřebenech. Naopak na opačném konci vlhkostního gradientu stojí stanoviště přemokřená, s hlubokými půdami bohatými na živiny.

Alley et al. (2003) uvádějí, že lesní ekosystémy jsou ke změně klimatu velmi náchylné. V souvislosti s klimatickými změnami je pozornost věnována právě tomuto extrému, jelikož sucha budou hlavním projevem extrémních výkyvů v Evropě (Sergeant et al. 2011). Werf et al. (2007) jsou názoru, že pokud chceme tuto míru náchylnosti dřevin posuzovat, je zapotřebí sledovat a pochopit růstové reakce dřevin na jednotlivé výkyvy počasí. Müller-Starck (1995) dodává, že je důležité věnovat pozornost genetické variabilitě a heterozygotnosti, jelikož populace ze stanovišť s extrémními podmínkami mohou být lépe přizpůsobeny suchu než ostatní.

Ekologické nároky buku lesního a jedle bělokoré včetně vymezení optimálních podmínek a areálu jsou nepostradatelnou součástí následující literární rešerše. Poukazují na běžné existenciální požadavky dřevin, věnují se jejich charakteristikám a sociabilitě v prostředí. Druhá část rešerše nastiňuje vlivy

klimatických změn na lesní porosty a zabývá se především výskytem, růstovými reakcemi, morfologickým i funkčním přizpůsobením a genetickým potenciálem dřevin z extrémních stanovišť, kde jsou pravděpodobně limitující podmínky pro jejich přežití.

Cílem bakalářské práce je zpracovat literární rešerši o buku lesním a jedli bělokoré na extrémně suchých stanovištích. Z rešerše by mělo být patrné, v jaké frekvenci se buk a jedle vyskytují na těchto lokalitách, na jakém geologickém podloží a půdách, dále přiblížit druhové složení a strukturu porostů, růstové reakce dřevin na projevy sucha, adaptace, jak na ně působí vysoká teplota, expozice, sklon terénu apod.

Jedle bělokorá se vyhýbá stanovištím nadměrně přemokřeným i suchým. (Musil et Hamerník 2007). Chmelař et Úradníček (1995) totéž vyjadřují o buku lesním. Svoboda (1943) dokládá, že v našich teplejších oblastech se buk nevyskytuje na teplých jižních a jihozápadních expozicích. Podle jeho názoru mívá skalnaté výchozy, hřebeny s mělkou půdou i sutě na strmých svazích. Naopak Buček et Lacina (2002) popisují např. extrémní biocenózu *Fagi-querceta humilia*, ve kterých je buk ojedinělou příměsí, a která je přítomna právě na strmých skalnatých a kamenitých svazích pahorkatin až vrchovin, zejména podél zářezů vodních toků. Zmiňovaná problematika bude ověřena terénním výzkumem. **Cílem terénní studie je** získat stanovištní a dendrochronologická data o výskytu buku a jedle v lokalitách velmi xerického charakteru (výška, průměr a věk dřeviny, geologické podloží, půdy, lesnickotypologická a geobiocenologická klasifikace, expozice a sklon terénu).

2. EKOLOGIE A ROZŠÍŘENÍ BUKU LESNÍHO (*Fagus sylvatica* L.)

2.1 HORIZONTÁLNÍ ROZŠÍŘENÍ A KLIMATICKÁ OPTIMA

Buk lesní je dominantní širokolistá dřevina Evropy (Ellenberg 1996) dosahující výšky 30-50 m (Klika 1930). Leuschner et al. (2009) jsou názoru, že buk lesní ztratil velké množství svých původních vhodných stanovišť, a to lesními a zemědělskými zásahy. Hojný je např. ve středním Německu, přestože zde přeměna listnatých lesů v jehličnaté byla velmi intenzivní (Roering 1999).

Sádlo et Storch (2000) definují oceánické (přímořské) klima podnebím s malými teplotními rozdíly mezi létem a zimou, regulované oceánem a mořskými proudy. Oproti tomu klima kontinentální (vnitrozemské) je charakterizováno velkými teplotními výkyvy. Vzhledem k poznatkům o ekologických požadavcích i biologických vlastnostech buku lesního, a vzhledem k jeho východní hranici areálu probíhající po rozhraní s podnebím kontinentálním, Svoboda (1955), Hegi (1981) a Meusel (1965) považují buk lesní za dřevinu mírně chladného oceánického podnebí. Ellenberg (1996) se vyjadřuje, že právě sucho během léta a pozdní mrazy v kombinaci s biotickými podmínkami vymezují jeho východní hranici rozšíření.

Leuschner et al. (2009) uvádějí, že buk lesní je hojně rozšířen po celé střední a západní Evropě. Západní hranice areálu buku vede podél pobřeží Francie na sever přes jih Anglie a jižní část Švédska až do Kaliningradu. Odtud pokračuje na jihovýchod přes Polsko, Karpaty až na Balkánský poloostrov (Svoboda 1955). Leuschner et al. (2009) dodávají, že východní distribuce této dřeviny je podobná druhu *Quercus petraea*. Na jihu se buk váže na horské soustavy (Roering 1999) obdobně jako jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.) a postupně přechází až do severní části Španělska, kde obsazuje zejména Pyreneje (Svoboda 1955). Chmelař et Úradníček (1995) upřesňují, že buk je na jihu rozšířen v horách Apeninského poloostrova, pohoří Sicílie a Korsiky.



Obr. 1: Současné rozšíření buku lesního (www.beagleproject.org).

Jak již bylo řečeno, buk lesní je dřevinou mírně chladného klimatu. Svoboda (1955) popisuje, že uvnitř areálu tato dřevina vynechává lokality s podnebím vnitrozemského charakteru a dále suché a mrazové lokality. Jako příklad uvádí střední a západní Polsko, nížinu dolního Dunaje a Maďarsko.

2.2 VERTIKÁLNÍ ROZŠÍŘENÍ A ROČNÍ SRÁŽKOVÁ MINIMA

Opravil (1969) je názoru, že vertikální poměry buku se změnily v souvislosti s růstem civilizace a dnešními lesohospodářskými způsoby.

Vertikální rozšíření buku lesního je závislé na zeměpisné šířce. Na severu areálu je buk zastoupen od 200 - 300 m n. m. (Chmelař et Úradníček 1995). Opravil (1969) tvrdí, že v severní části areálu buk vyžaduje srážkové minimum v hodnotě 600 mm, zatímco Svoboda (1955) uvádí, že buku na chladném severu stačí srážky už kolem 500 mm.

V rámci střední Evropy má buk optimum od 400 do 1000 m n. m. (Chmelař et Úradníček 1995). Opravil (1969) ještě dodává, že zde rostou plodní jedinci až do 1100 m n. m. Svoboda (1955) charakterizuje optimum bučin ve střední Evropě jako území se srážkami minimálně 1000 mm. Hlavní rozšíření bučin v České republice je v rozmezí mezi 400 - 800 m n. m. (Opravil 1969, Chmelař et Úradníček 1995). Podle Peterse (1997) roční úhrn srážek 471 mm představuje dolní hranici výskytu buku. Na stanovištích s mělkými půdami, strmými svahy, jižními až jihozápadními expozicemi a se zvýšenou evapotranspirací může být limit výskytu buku již při 500-550 mm úhrnu (Thomas et Sporns 2009).

Chmelař et Úradníček (1995) tvrdí, že buk na jihu areálu zaujímá výškové rozmezí 1800 - 2100 m n. m. Opravil (1969) dokonce uvádí, že na Etně buk vystupuje až do 2400 m n. m., přestože jednotlivě. Také zmiňuje, že společenstva buku v jihozápadní Evropě tvoří přímo horní lesní hranici. Svoboda (1955) je názoru, že v jižní oblasti se buku daří pouze tehdy, pokud srážky nabývají dostatečné absolutní hodnoty. Přesněji ji však nedefinuje. Opravil (1969) stanovuje optimum buku v jižním areálu tam, kde hodnoty srážek dosahují minimálně 600 mm.

Ze zmíněných vertikálních skutečností lze vyvodit, že směrem k jihu stoupá nadmořská výška optima buku lesního.

2.3 EKOLOGIE BUKU LESNÍHO

Svoboda (1955) ji považuje za velmi stinnou dřevinu. Chmelař et Úradníček (1995) jsou názoru, že málokterá dřevina se buku ve stínu snášející povaze vyrovná. V jedné z předchozích publikací Svoboda (1943) uvádí jediného soupeře buku, a to jedli, která snáší ještě více stínu než buk sám. Buk vyžaduje půdy kypré, vlhké, bohaté na živiny a humus. V případě, že má tyto zmíněné podmínky k dispozici, je schopen růst na různém geologickém podloží (Klika 1930, Chmelař et Úradníček 1995).

V optimálních oblastech se buk vyskytuje ve všech expozicích (Opravil 1969), přesto však upřednostňuje expozice jihovýchodní (Svoboda 1955). Mimo

oblasti s optimálními podmínkami, což jsou území kontinentálnější a teplejší, buk vyhledává expozice chladnější, tzv. lokálně oceáničtější (Svoboda 1955).

Tato dřevina všeobecně vynechává velmi suchá a teplá místa, tak příliš studená až mrazivá, do kterých se soustřeďuje okolní ledový vzduch. Svoboda (1943) popisuje, že v našich teplých a kontinentálnějších oblastech se buk lesní vyskytoval především ve vyšších polohách a na mírných severozápadních svazích, kde je chladněji a vlhčeji. Tyto skutečnosti Svoboda (1955) popisuje na dvou příkladech. Např. na jihovýchodě v Bulharsku se vyhýbá svahům vápenným, jelikož jsou teplé a suché, a přestože mu kyselé podloží nedělá dobře, vyhledává chladnější silikáty s vlhčími svahy a severní orientací.

Naopak v chladném a vlhkém severním areálu ve vyšších polohách mu vyhovují právě teplejší vápencové strmé svahy s kamenitými a suchými půdami (Svoboda 1955). Svoboda (1943) však uvádí další důvod, proč se v zaměřuje na suché vápence. Příčinou je menší zastoupení smrků v takových lokalitách a tím menší vliv jejich konkurence.

Buk lesní je velmi konkurenčním druhem dřeviny střední Evropy (Roloff et Grundmann 2008). Svoboda (1943) popisuje expanzivitě buku, která se projevuje vytlačováním slunných dřevin (viz kap. 3.6.). Silná stránka konkurenceschopnosti buku spočívá v jeho hustě olistěné koruně, jelikož velice slabě propouští světlo a tím konkuruje jiným dřevinám a celkově mění charakter stanoviště (Klika 1930, Opravil 1969). Stanoviště s bukovými porosty střední Evropy se proto vyznačují vysokou vzdušnou a půdní vlhkostí (Lendzion et Leuschner 2008).

Leuschner et al. (2001) zmiňují, že konkurenceschopnost dřevin dále závisí na jejich schopnosti zachytit množství zdrojů. Klika (1930) píše o kořenech jako o významném mechanismu posilujícím schopnost buku konkurovat jiným stromům. Caldwell (1976) upřesňuje, že konkurenční síla kořenů spočívá v jejich absorpční schopnosti.

Vytlačováním slunnějších dřevin má buk velkou schopnost vytvářet čisté porosty (Opravil 1969, Chmelař et Úradníček 1995). Klika (1930) shrnuje, že pod bukem se dřevinám nedostává jak světla, tak prostoru, a proto nad nimi vítězí.

3. EKOLOGIE, RŮST A VÝSKYT BUKU LESNÍHO NA SUCHÝCH STANOVIŠTÍCH

3.1 KLIMATICKÉ ZMĚNY A JEJICH VLIV NA LESY

V následujících letech se pravděpodobně zvýší frekvence extrémních výkyvů počasí, jako jsou například vlny veder a silných srážek (IPCC 2007). Werf et al. (2007) nepochybuje, že extrémní projevy počasí budou probíhat ve velké části Evropy. Zřejmě dojde ke zvýšení teploty a posunutí atmosferických srážkových oblastí. Důsledkem těchto změn mají být častější, intenzivnější a dlouhodobá sucha. Sucha budou hlavním projevem klimatických změn v Evropě (Sergeant et al. 2011), která budou obdobná např. suchému období, jež proběhlo v roce 2003 (Werf et al. 2007).

Alley et al. (2003) uvádějí, že lesní ekosystémy jsou ke změně klimatu velmi náchylné. Werf et al. (2007) jsou názoru, že pokud chceme posuzovat míru této náchylnosti, je zapotřebí sledovat a pochopit růstové reakce stromů na jednotlivé klimatické výkyvy.

Když jsou lesy vystaveny novým klimatickým podmínkám, jsou nuceny se přizpůsobit (Allen et al. 2010). Pokud druhy selhávají v adaptaci k novým podmínkám prostředí a nejsou schopny dosáhnout jiných vhodných stanovišť, pravděpodobně nastanou velké ztráty a jejich vymírání (Kappelle et al. 1999). Stromy rostou relativně pomalu, ale mohou zemřít velmi rychle (Allen et al. 2010). Zda druh přežije období sucha, závisí na jeho genetickém potenciálu (Sergeant et al. 2011).

Změny ve složení a geografii lesů budou záviset na účinku klimatických výkyvů na konkurenční schopnost dřevin (Leuschner et al. 2001). Konkurenceschopnost a růst buku lesního budou ve velké míře ovlivněny vyšší frekvencí a intenzitou letního sucha (Gessler et al. 2001).

Vzhledem k tomu, že buk lesní je dominantní dřevinou Evropy (Ellenberg 1996) a nejdůležitější z listnatých dřevin pro evropské lesnictví (Mainiero et Kazda 2006), jakékoli negativní účinky na buk mohou nabývat škod ekologických i ekonomických (Fotelli et al. 2009). Pokud chceme zachovat významné a cenné dřeviny evropských lesů přínosné ekonomickému a ekologickému rozvoji, je nezbytné získat poznatky o mechanismech, kterými jsou dřeviny schopny se vyrovnat se suchem (Sergeant et al. 2011).

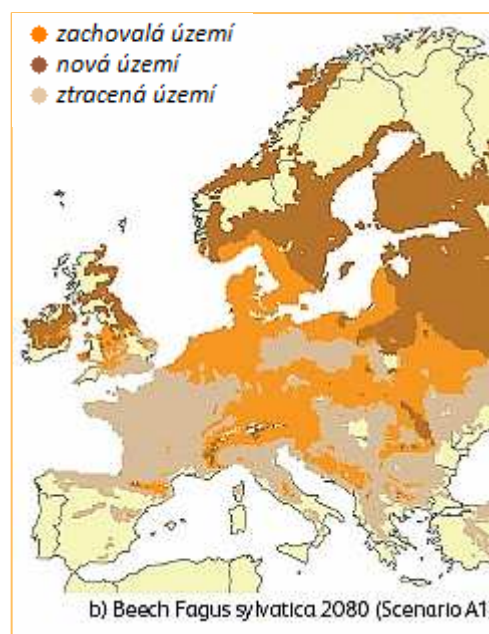
3.1.1 NÁSLEDKY SUCHÉHO ROKU 2003

V roce 2003 Evropa zažila nejteplejší léto s velmi nízkým úhrnem srážek (Makkonen-Spiecker 2005). Löw et al. (2006) uvádějí, že tento rok byl extrémně suchý a dokonce nejteplejší za posledních 180 let. Bréda et al. (2006) tomuto roku přiřítají vinu v úmrtí různých druhů dřevin ve Francii, a to především dubu, buku, jedle, smrku a borovice. Existují názory, že extrémní sucho vyvolalo u dřevin vodní stres, jehož následkem byla poměrně rychlá smrt. Nepříznivými podmínkami byl poznamenán právě i buk lesní (Mainiero et Kazda 2006), na němž důsledky sucha roku 2003 byly pozorovány hlavně ve střední a západní Evropě (Löw et al. 2006).

3.2 ODHADY GEOGRAFICKÉHO POSUNU BUKU NÁSLEDKEM KLIMATICKÝCH ZMĚN

V důsledku globálního oteplování se předpokládají změny ve složení a rozšíření lesních dřevin (Leuschner et al. 2001). Allen et al. (2010) tvrdí, že právě intenzita, frekvence a trvání sucha i tepla mohou strukturu a geografii lesů výrazně pozměnit. Lindner et al. (1997) uvádějí, že takové změny platí právě pro bukové porosty střední Evropy, u nichž se předpovídá pokles v jejich výskytu a následná změna druhového složení lesa.

Kramer et al. (2010) na základě modelovací studie informují, že vlivem klimatických změn by buk mohl ztratit přibližně 29 % jemu současně vhodných stanovišť. Nynější lokality, které by se mu mohly do roku 2050 stát nevhodné, se nacházejí na jihu Francie, Itálie, bývalé Jugoslávie a Řecka. Výsledky studie ukazují, že jižní hranice se posune více na sever. Jump et al. (2006) jižní hranici nazývají místem, které bude nejvíce ovlivněno posunem buku. Přesto však uvádí, že z hlediska genetického potenciálu je buk jihoevropského původu schopen se přizpůsobit klimatickým změnám.



Obr.2: Předpokládaná změna areálu buku lesního do roku 2080 (www.beagleproject.org).

Totéž dle statistického modelování nastane v severním okraji areálu buku, kde se jeho hranice rozšíří více k severu. Ve Skandinávii a Pobaltí jsou zřejmě regiony, které jsou pro něj do budoucna výhodnější (Kramer et al. 2010).

Zde nastává otázka, jestliže je buk lesní jihoevropského původu lépe přizpůsoben klimatickým změnám, proč by tedy měl být zrovna on nejvíce ohrožen posunem do chladnějších oblastí severu? Opravil (1969) uvádí, že společenstva buku v jihozápadní Evropě tvoří přímo horní lesní hranici (viz kap. 2.2.). Vysoko v horách již zřejmě nemůže dosáhnout nových vhodných stanovišť. Navíc jižní populace jsou od sebe často izolované, jelikož jsou vázány na jednotlivá pohoří. Tyto populace jsou do značné míry adaptovány suchu, a takovou přizpůsobivost středoevropské bučiny právě nemají. Proto se předpokládá využití genových zdrojů z jižních a ostatních xerických populací buku za možný způsob, jak pomoci středoevropským porostům toto sucho lépe překonat.

3.3 ZÁKLADNÍ DŮVODY, PROČ SE BUK VYHÝBÁ EXTRÉMŮM

Ellenberg (1996) se vyjadřuje o buku jako o nejčastější dřevině středoevropských lesů převládající v lokalitách, které nejsou extrémně suché, mokré, a také velmi kyselé. Chmelař et Úradníček (1995) jsou názoru, že buk se vyhýbá oběma extrémům faktoru vlhkosti, a proto v nich zcela chybí.

Svoboda (1955) zmiňuje, že na kyselých půdách se buk těžko zmlazuje a je na nich celkově omezen. Že buk lesní roste špatně na silikátovém podkladě, popisuje i Klika (1930). Příčinu obtížného zmlazení na chudých kyselých horninách popisují Chmelař et Úradníček (1995). Při nedostatku půdního edafonu v takových podmínkách nedochází k rozkladu bukového listí a hromadí se vrstvy hrabanky, které zabraňují provzdušnění. Z hrabanky se stává surový humus znemožňující růst vegetace, tedy i semenáčků.

Proč se buk vyhýbá prvnímu extrému, a to lužním úrodným půdám, přestože jsou na živiny bohaté, odůvodňuje Svoboda (1955) jeho citlivostí k záplavám a nadměrnému přemokření. Dodává, že sousedí proto raději s olšinami (*Alnetum incanae*), které obsazují právě jemu nevyhovující zamokřené půdy. Gessler et al. (2007) popisují, že při sezónních záplavách se snižuje jeho vitalita a konkurenční schopnost. Navíc tato voda může poškodit (rozrušit) kořeny a dřevině hrozí infekce houbovými patogeny.

Chmelař et Úradníček (1995) jsou názoru, že buk má střední nároky na půdní vláhu, a proto chybí v druhém extrému - na velmi suchých půdách. Peters (1997)

popisuje, že v kolonizaci suchých lokalit mu brání nízká kapacita vody v půdě, kde by kvůli tomuto deficitu navíc velmi trpěl. Roloff et Grundmann (2008) tvrdí, že buk je poměrně tolerantní k střednímu období sucha, a až během delšího suchého období je ovlivněn negativně.

Vodní kapacita stanoviště závisí na ročním úhrnu srážek a schopnosti a charakteru půdy srážkovou vodu zadržet Peters (1997). Leuschner et al. (2009) zmiňují například hloubku půdy, která hraje velmi důležitou roli v překonání období většího sucha. Schopnost zachytit omezený zdroj vody závisí nejen na charakteru půdy, ale i na konkrétní vegetaci, která je charakteru stanoviště přizpůsobená.

3.4 POZNATKY O VÝSKYTU BUKU NA SUCHÝCH STANOVIŠTÍCH STŘEDNÍ EVROPY

Roering (1999) tvrdí, že v pásech nížin a pahorkatin Slovenska, kde panuje kontinentálnější podnebí a dominují zástupci rodu *Quercus*, buk chybí. Svoboda (1943) zmiňuje, že tato dřevina v našich teplejších místech s podnebím poměrně vnitrozemského charakteru zcela vynechává suché exponované svahy, hřebeny s mělkou půdou, skalní výchozy apod. Thomas et Sporns (2009) však uvádějí, že v lesích střední Evropy na jižně až jihozápadně exponovaných svazích kopců s mělkou půdou buk lesní ztrácí pouze převahu nad ostatními listnatými dřevinami jako jsou duby (*Quercus spp.*) nebo jeřáb muk (*Sorbus aria*), a to vzhledem k omezené dostupnosti vody. Toto dokládají na základě studie vlivu mrazu na bukové porosty v exponovaných místech severozápadního Německa. Přestože oproti Slovensku bylo Německo více ovlivněno lesnickými a zemědělskými zásahy potírající přirozený výskyt buku (Roering 1999), Ellenberg (1996) se vyjadřuje o nížinách a pahorkatinách západního Německa jako o oblasti přírodních porostů s dominancí buku lesního.

Ztráta konkurenční schopnosti buku nad více tolerantními dřevinami k suchu byla zjištěna například ve středním a východním Německu (Roloff a Grundmann 2008) nebo např. ve vyšších polohách Pyrenejí (Lindner et al. 2010). Již z těchto skutečností lze vyvodit, že buk lesní se na suchých stanovištích vyskytuje, ač v omezeném počtu.

3.4.1 BUK LESNÍ NA SUCHÝCH STANOVIŠTÍCH S BAZICKÝM GEOLOGICKÝM PODLOŽÍM

Knapp (1979) tvrdí, že buk může růst v mělkých suchých půdách na vápenci v expozici jižní i jihovýchodní, přestože je na takových kopcích produkce stromů omezena. Ve vápnatých půdách kořeny buku těžko pronikají do spodních vrstev, a proto strom trpí vývraty (Svoboda 1955). Klika (1930) upřesňuje, že vápnité půdy buku vyhovují v případě, že mají humusovou pokrývku. Pokud humus není přítomen, roste na vápenných půdách špatně jako na půdách s kyselým podkladem.

Thomas et Sporns (2009) charakterizují tato místa přítomností slunných druhů, především druhů rodu *Quercus* a *Sorbus aria*. Upozorňují, že i přesto zde může buk zaujmout dominantního postavení. Toto dokládají na základě výskytu takových izolovaných míst v Německu. Dodávají, že ačkoli taková místa nepokrývají velké plochy, jsou rozšířené v celé střední Evropě, a často jsou chráněna zákonem kvůli jejich malé rozloze a nerovnoměrnému výskytu s jedinečnými biocenózami a druhy. Svoboda (1955) jmenuje typ bučin, které se u nás vyskytují zejména na vápencových půdách, suchých stráních, teplých jižních až jihozápadních expozicích. Jde o bučiny strdivkové (*Fagetum melicosum*) s přítomnými druhy *Melica uniflora* nebo *Melica nutans*.

Míchal et Petříček (1999) uvádějí jedno z mimořádně nepříznivých stanovišť xerotemní kategorie, a to soubor lesních typů 2X. Plíva (1991) zmiňuje, že ve 2X-dřínové bukové doubravě (*Corneto-Quercetum*) je buk zastoupen, ač velmi málo. Geologické podloží tvoří především vápence, spraše a opuky. Na těchto horninách jsou vyvinuty půdy typu rendziny. Buček et Lacina (2002) a Míchal et Petříček (1999) zmiňují jako příklad dřínovou doubravu na Doutnáči v NPR Karlštejn. Více je buk zastoupen ve 3X-dřínových (dubových) bučinách (*Corneto-Fagetum*) (Plíva 1991). Buček et Lacina (2002) popisují, že v dřínových bučinách je přítomen *Quercus petraea*, *Fagus sylvatica* a *Tilia cordata*, *Quercus pubescens*, *Sorbus torminalis* a rod *Acer*. Tento soubor lesních typů se vyskytuje zejména v Moravském krasu (Plíva 1991).

Méně xerické jsou vysychavé C kategorie, které se vyskytují na stanovištích nižších poloh. Ty zahrnují kromě vápence také bohatší horniny jako jsou amfibolity, diabasy, čediče, znělce apod. Plíva (1991) tvrdí, že ve slunných, vysychavých a kamenitých polohách teplejších pahorkatin a vrchovin s bohatšími horninami tvoří buk lesní typy klasifikované jako 2C-bukové doubravy (*Fageto-Quercetum*), 3C-vysychavé dubové bučiny (*Querceto-Fagetum*) a ještě výše tvoří čistější vysychavé

bučiny 4C (*Fagetum-typicum*). V souboru lesních typů 1C přítomnost buku nezmiňuje.

3.4.2 BUK LESNÍ NA SUCHÝCH STANOVIŠTÍCH S CHUDÝM A KYSELÝM GEOLOGICKÝM PODLOŽÍM

Buček et Lacina (2002) popisují extrémní biocenózu střední Evropy, a to zakrslé bukové doubravy (*Fagi-querceta humilia*). Ty se vyskytují na strmých skalnatých a kamenitých svazích pahorkatin až vrchovin, zejména podél zářezů vodních toků. Dominantní dřevinou je zde *Quercus petraea* s ojedinelou příměsí dřevin *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus*, *Tilia cordata* a *Betula pendula*. Výjimečně bývá přítomna i *Pinus sylvestris*. Geologické podloží tvoří křemence, na kterých jsou nevyvinuté rankerové půdy, případně rankery kambizemní. Typickou ukázkou je PR Sokolí skála u Svatky. Zakrslá buková doubrava dle kategorizace ÚHÚL spadá zejména do souboru 2Z a vyskytuje se i na bohatších čedičových vrcholech (Plíva 1991).

Buček et Lacina (2002) jmenují další xerickou biocenózu, a to zakrslé dubové bučiny (*Querci-fageta humilia*) vyskytující se na strmých balvanitých a kamenitých svazích, hřebenech pahorkatin a vrchovin. Celkově se jedná o stanoviště exponovaná, slunná a teplá. Dominantní dřevinou je *Fagus sylvatica*, ale tento poměr může být vyvážený s *Quercus petraea*. Doprovodnými dřevinami jsou dále *Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana*, *Carpinus betulus* a *Betula pendula*, *Pinus sylvestris* a *Abies alba*. Geologické podloží tvoří silikátové horniny jako buližník, žuly apod., na kterých jsou též rankery anebo kambizemně rankerové. Reprezentativní ukázkou jsou plošky v NPR Týřov v CHKO Křivoklátsko. Průša (2001) uvádí přítomnost půd i velmi mělkých, a to litozemí. Na základě kategorizace ÚHÚL Plíva (1991) tuto cenózu nazývá lesním typem 3Z.

Míchal et Petříček (1999), Buček et Lacina (2002) a Plíva (1991) však nezmiňují možnou přítomnost buku lesního v SLT 1Z, který je velmi extrémní. Tento fakt je důležitý k výsledkům terénní práce této bakalářské práce.

3.5 DEFICITY VODY V PROSTŘEDÍ

Sergeant et al. (2011) jmenují hlavní činitele, které mohou omezit dřeviny a vyvolat stres. Uvádí vysoké i příliš nízké teploty a zdůrazňuje především půdní sucho.

Možnost pokračovat v růstu i za suchých nepříznivých podmínek je důležitou schopností dřevin (Saxe et al. 1998). Thomas et Sporns (2009) uvádějí, že nízká dostupnost vody v půdě determinuje výkonnost a vitalitu dřevin. Je ale všeobecně dobře známo, že stanovištní podmínky určují vzrůstovou tendenci dřevin (Klika 1930). Zejména sucho je však hlavní překážkou projevující se v jejich růstu jak v xerickém, tak i vlhkém prostředí (Becker et al. 1994). Jestliže se dřevina nachází v oblastech mírného oceánického podnebí, i tam mohou vodní deficity výrazně ovlivnit její růst a fyziologii (Thomas et Sporns 2009). Naproti tomu Werf et al. (2007) studovali radiální přírůstek dubu a buku v suchém roce 2003 a došli k závěru, že extrémní sucha roku 2003 tento růst neovlivnily, přestože výzkumná činnost probíhala právě v oceánickém podnebí Nizozemska.

Backes et Leuschner (2000) tvrdí, že buk je oproti rodu *Quercus* citlivější na deficit vody v půdě a celkově vykazuje menší variabilitu v boji s nepříznivými xerickými podmínkami. Saxe et al. (1998) všeobecně uvádějí, že schopnost fungovat za nepříznivých suchých podmínek určují fyziologické a morfologické znaky dřeviny. Jako hlavní mechanismus jmenují kořenový systém dřeviny, který má možnost zajistit příjem vody i za suchého období. Leuschner et al. (2001) toto téma více rozvádějí. Horší adaptaci na půdní vodní deficit mají nejen listy a kmen buku, ale i jeho kořeny. Zmiňují, že opačně je tomu u druhu *Quercus petraea*, jelikož např. u jeho jemných kořenů soustředěvaných v suchém horizontu nebyla pozorovaná žádná výrazná kořenová úmrtnost.

Slavíková (1986) je názoru, že kořenový systém závisí na každém konkrétním stanovišti. Ten je modelován podle možností se přizpůsobit, dle faktorů prostředí a charakteru stanoviště. Důležitý je především hlavní zdroj půdní vody, tedy jestli jde o vodu podzemní nebo srážkovou. Na extrémně suchých a strmých stanovištích s mělkými půdami a výchozy hornin jsou hlavním zdrojem atmosférické srážky. Kořenový systém stromů je zde modelován velmi mělce vzhledem k nedostatečné hloubce půdy a vystupujícím horninám. Srážková voda po svazích rychle odtéká a pro stromy je navíc mělký kořenový systém jednou z mála možností, jak rychle odtékající vodu v řídkém porostu zachytit.

Nejen různé druhy stromů mohou v porovnání mezi sebou odlišně reagovat na účinky sucha, ale jinak reagovat mohou i jednotlivé části téhož druhu. Leuschner et al. (2001) tvrdí, že listy, kořeny i kmeny stromů vykazují velké rozdíly v jejich citlivosti vůči suchu, přestože jsou mu v prostoru vystaveny stejnou intenzitou. Přesto však všechny tyto části buku projevily velkou citlivost na deficit vody v půdě.

Jednou z možných aklimatizačních strategií dřeviny k suchu je osmotické přizpůsobení (Lendzion et Leuschner 2008), pozorované například u druhu *Fraxinus excelsior* (Peltier et Marigo 1998). U dospělých stromů buku nebylo pozorováno žádné přizpůsobení, anebo velmi nevýrazné (Schipka 2002).

Zatímco několik studií se zabývalo nedostatkem půdní vody a jejími následky na růst a životní projevy buku lesního, Lendzion et Leuschner (2008) se zaměřili na deficit vodních par. Deficit vodních par může nastat při vysoké teplotě a nízkém úhrnu srážek. Jejich výsledky prokázaly, že vývoj a růst mladých stromků buku je silně ovlivněn právě úrovní tlaku vodních par v prostředí, ve kterém se nacházejí.

Chceme-li posuzovat životní projevy a reakce buku na suchých stanovištích, anebo vliv suchých období na bukové porosty, měli bychom se zaměřit na studie půdní i vzdušné vlhkosti a neupírat pozornost pouze jedním směrem. Do výzkumu by měly být zahrnuty i teploty, které sucho zintenzivňují.

3.6 KONKURENCE MEZI BUKEM A SLUNNÝMI DRUHY

Jak již vyplynulo z předchozích textů, buk lesní se na suchých stanovištích vyskytuje zejména po boku druhů rodu *Quercus*. Kaňák (1999) se vyjadřuje o absurdních protikladech lesních dřevin, které se v přírodě běžně vyskytují přímo vedle sebe, a nehledě na ekologické nároky a rozdílné vlastnosti, zaujímají stejná stanoviště, kde mají totožný smysl i možnosti.

Jedním z důvodů, proč suché a slunné polohy extrémního charakteru zaujímá především dub, popisuje Svoboda (1947), dle kterého byly duby nuceny osídlit taková stanoviště, která buku jednoznačně nevyhovují. Kolonizaci extrémních lokalit dubem vyvolala expanzivita buku lesního, jenž se projevovala obsazováním dosavadních dubových stanovišť a následným vytlačováním slunnějších dřevin. Tyto dřeviny nesnesou stín, jenž buk vrhá, a proto nad nimi buk konkurenčně vítězí (Klika 1930).

To, že dub je slunná a více suchu vzdorná dřevina než je buk, je známo. Ve vlhkém prostředí Lüneburger Heide však bylo zjištěno, že konkurence mezi bukem a dubem nezávisí na schopnosti odolat letnímu suchu (Leuschner et al. 2001). Dalo by se tedy předpokládat, že dominance dubů a omezený výskytu buků na suchých stanovištích není zdánlivě tolik podložena jejich mírou vzdornosti k suchu, nýbrž konkurencí. Leuschner et al. (2001) dodávají, že konkurenceschopnost dřevin na

suchých stanovištích závisí na všech zúčastněných druzích, růstu, vitalitě, stresu a schopnosti dřeviny rychle zachytit omezené množství zdrojů.

Leuschner et al. (2001) na závěr tvrdí, že konkurenceschopnost buku je vyšší když tvoří směs s rodem *Quercus*, přestože má větší citlivost na deficity vody. Proto je třeba předvídat důsledky nedostatku vody na úrovni ekosystému.

3.7 PŘIZPŮBENÍ DŘEVINY SUCHU A SLUNEČNÍMU ŽÁRU

Klika (1929) popisuje, že rostliny se chrání proti příliš nízkým či vysokým teplotám, suchu a žáru určitými způsoby. Popisuje například nadměrnou přítomnost chlupů či šupin na rostlině, voskové povlaky nebo bílé zbarvení březové kůry odrážející světelné paprsky. Stromy rostoucí v otevřených osluněných místech se chrání silnou borkou. Jako příklad uvádí modřín, borovici a dub. Svoboda (1947) též dodává, že dub jakožto slunná dřevina, má tak silnou borku, že dobře odolává požárům, zatímco u buku Chmelař et Úradníček (1995) upozorňují na choulostivost jeho kmene k přímému slunečnímu záření, jehož důsledkem je tzv. korní spála.

Účinek sucha může zesílit expozice dřeviny (Lendzion et Leuschner 2008). Thomas et Sporns (2009) uvádí, že buk se může přizpůsobit tvarem a vytvořit ve spodní části kmene boční větve, a tím tak předcházet intenzivní expozici, což je hodně účelné nejen při ochraně kmene před žářem ale právě i před mrazem. Další možností je architektura vrchu koruny.

3.8 GENETICKÝ POTENCIÁL BUKŮ Z XERICKÝCH PODMÍNEK VZHLEDEM K PŘEDPOKLÁDANÝM OBDOBÍM SUCHA

Hamrick (2004) zastává názor, že genetické vlastnosti mohou být postupně pozměněny odlišností klimatických podmínek. Kätzel (2008) se domnívá, že nynější populace stanovišť azonálního a extrazonálního charakteru, kde takové podmínky panují, mohou zahrnovat genotypy s vysokou adaptační schopností nebo přizpůsobivostí specifickým podmínkám mikrostanoviště. Tyto genotypy by mohly mít zvláštní význam během krátkodobých extrémů počasí. Hamrick (2004) tvrdí, že by mohly mít význam i při dlouhodobých změnách.

Lendzion et Leuschner (2008) píše, že buk je představován dřevinou citlivou vůči suchu. Některé buky z určitých oblastí se zdají být lépe přizpůsobivé suchu než ostatní. Srovnávací analýzy z různých proveniencí s výskytem buku lesního naznačují, že okrajové proveniencie by mohly být více přizpůsobeny suchu než

provenience centrální (Rose et al. 2009). Jednou z okrajových částí je např. jih areálu buku. Tognetti et al. (1995) uvažují, že možná buk jižního původu, kde má xerické podmínky, může lépe reagovat na intenzivnější sucha a tepla, vzhledem k možnosti jeho adaptace v suchých podmínkách prostředí. Schraml et Rennenberg (2000) mají podobnou myšlenku. Dle jejich spekulací by populace buků z okrajových sušších částí areálu mohly být méně citlivé na suchu. V závěru Tognetti et al. (1995) tuto myšlenku potvrdili vlastní uskutečněnou studií kde prokázali, že buky ze suchých italských oblastí prokázaly nižší citlivost vůči suchu. Každá plasticita dřeviny vůči klimatickým extrémům má své hranice, a přestože jsou tyto populace odolnější než populace severní, jsou ohroženy geografickým posunem buků do chladnějších poloh. na sever. Mají však zvláštní význam pro budoucí lesnickou praxi.

3.9 MRÁZ JAKO DETERMINANT RŮSTU A KONKURENČNÍ SCHOPNOSTI BUKU

Vysoké teploty podmiňují výpar půdní vody ze stanoviště a zesilují účinek sucha. Teploty pod nulou se zdají být dle některých autorů důležitějším činitelem pro výskyt buku lesního, než je suchu půdní a atmosferické.

Leuschner et al. (2001) sdělují, že ačkoli buk lesní prokazoval vyšší citlivost na účinky sucha ve všech částech stromu než jeho konkurent dub, přesto jsou důležitější účinky mrazu. Bréda et Granier (1996) jsou názoru, že růst druhu *Quercus petraea* sice ovlivňuje dostupnost vody z předchozího roku na základě uložených sacharidů, ale jeho více ho ovlivňují pozdní mrazy než letní sucho. Naopak Becker et al. (2000) tvrdí, že hlavním klíčovým faktorem, jenž determinuje růst, je právě sucho.

Stanoviště extrémního charakteru jsou často lokality s velmi řídkým lesním porostem, determinovaným výchozy a rozpady hornin s mělkou půdou a strmými svahy. Mnohé z nich jsou exponované. Aussenac (2000) tvrdí, že jižně a jihozápadně orientované svahy a okraje lesních porostů jsou vystavovány kontinentálnějším chodům teplot. V jasných dnech zde panují velmi vysoké teploty a v noci nastávají tuhé mrazy. A právě na slunně exponovaných stranách kmenů se citlivost dřeviny k mrazům projevuje nejvíce. Thomas et Sporns (2009) upřesňují, že mrazy jsou velmi nepříznivé především pro kmeny stromů. Hartmann et al. (1995) zmiňují rozvíjení nekrotických stran kmenů. Ve srovnání s větvemi a kmeny může mráz ještě více poškozovat kořeny, neboť ty obecně vykazují malou odolnost vůči mrazu (Sakai et Larcher 1987).

Zatímco Gessler et al. (2001) tvrdí, že konkurenceschopnost a růst buku budou ve velké míře právě ovlivněny intenzivním suchem v budoucnu, Ellenberg, (1996) zmiňuje zimu a pozdní mrazy jako další možné činitele ovlivňující výkonnost a konkurenční sílu buku ve střední Evropě. Zejména v mládí je velmi citlivý k mrazu. V případě, že mu umrzne vrchol, jeho růst se na několik nadcházejících let zdrží (Svoboda 1943). Svoboda (1955) v pozdější publikaci doplňuje, že buk nemá takovou schopnost jako jedle přejít ze zakrslého stavu do normálního stavu růstu.

Proto by bylo dobré při studiu suchých extrémních lokalit věnovat pozornost expozici a mrazům.

3.10 LIMITY ROZŠÍŘENÍ BUKU LESNÍHO

Abychom mohli posoudit, jaký vliv mají klimatické změny na lesy, je zapotřebí kvantitativních znalostí fyziologických limitů jednotlivých druhů dřevin (Allen et al. 2010).

Jedním z vlivů, které mohou pozměnit rozšíření buku, je právě výše jmenovaný tlak vodních par (Czajkowski et al. 2006). Lenzion et Leuschner (2008) tvrdí, že i přes důležitost znalosti deficitu vodních par byl tento faktor zanedbán v mnoha studiích věnovaných růstu a distribuci buku lesního. Tento faktor je důležitý zejména na jihu a východě areálu buku, a do budoucna z hlediska očekávaného suššího klimatu i v jiných částech areálu.

Je dobře známo, že *F. sylvatica* je náchylnější k mrazům než řada jiných listnatých dřevin ve střední Evropě, včetně střeoevropských druhů rodu *Quercus*. (Jähnel, 1959). Proto jsou limity pro rozšíření buku lesního stanoveny v závislosti na teplotách pod bodem mrazu, a to v polovině zimy a na jaře. Tyto limity mohou být rozhodující nejen v severní a východní Evropě, ale i v horských oblastech (Ellenberg 1996).

Není zcela přesně známo, které faktory omezují šíření buku. Vliv na jeho distribuci by mohly mít zřejmě kombinace srážek, horká léta a sucha, pozdní mrazy, extrémní zimní chlad a krátké vegetační období (Czajkowski et al. 2006).

Chceme-li posuzovat projevy morfologických, anatomických a fyziologických mechanismů buku na suchých stanovištích, anebo vliv suchých období na rozšíření bukových porostů, měli bychom se zaměřit na studie půdní i vzdušné vlhkosti a neupírat pozornost pouze jedním směrem. Do výzkumu by měly být zahrnuty samozřejmě teploty, které sucho zintenzivňují. Kromě vysokých teplot

by měla pozornost směřovat k teplotám pod nulou, a to zejména v případě, že se jedná o okraje porostů či exponované lokality. V neposlední řadě bychom neměli vycházet jen z klasických ekologických požadavků *Fagus sylvatica* a ty aplikovat u všech zástupců jeho druhu ve všech oblastech. Existují totiž adaptační a genetické změny, které mohou základní požadavky dřevin rozšířit vzhledem k určitému faktoru či jiné podmínce prostředí, a následně tak posunout hranice jejich rozpětí.

4. EKOLOGIE A ROZŠÍŘENÍ JEDLE BĚLOKORÉ (*Abies alba* Mill.)

4.1 HORIZONTÁLNÍ ROZŠÍŘENÍ

Kromě buku lesního (*Fagus sylvatica*) a smrku ztepilého (*Picea abies*) je jedle bělokorá jednou z nejběžnějších dřevin střední Evropy (Ellenberg 1996). Podle Svobody (1953) je dřevinou mírného oceánického klimatu. Její areál zaujímá střední i jižní Evropu (Musil et Hamerník 2007) a kromě části areálu na severu je identický optimu horského smrku (Svoboda 1953).

Těžiště výskytu náleží Alpám a hercynské oblasti (Korpel' et Vinš 1965) a dále Karpatům a Dinárským pohořím (Málek 1983). Musil et Hamerník (2007) popisují severní hranici areálu vedoucí od severozápadního Německa a Durynského lesa přes Krušné hory, Krkonoše, Malopolskou vrchovinu do vrchoviny Lublinské.

Východní hranice vede do Východních a Jižních Karpat. Na jihu roste od Řecka a Bulharska přes Makedonii, jižní Itálii a Korsiku až do Pyrenejí. V Pyrenejích je zároveň západní hranice (Musil et Hamerník 2007, Svoboda 1953). Oproti borovici, buku a smrku je u nás jedle zastoupena velice málo.



Obr. 3: Areál jedle bělokoré (www.commons.wikimedia.org).

4.2 VERTIKÁLNÍ ROZŠÍŘENÍ

V rámci celého areálu se tato dřevina vyskytuje v různých nadmořských výškách. Dle Musila et Hamerníka (2007) se jedná o výškové rozmezí 120 - 2100 m n. m. Nejčastěji se vyskytuje v horském pásmu, a to až do 2000 m n. m., ačkoliv ji můžeme nalézt i v nižších nadmořských výškách (Chauchard et al. 2010).

Přestože je obecně považována za druh převážně horský, v severní části areálu sestupuje do pahorkatin, místy i do nížin (Musil et Hamerník 2007, Svoboda 1943). Chmelař (1981) jako příklad uvádí Lužici, kde zaujímá velmi nízkou polohu 150 m n. m. Musil et Hamerník (2007) dodávají, že v Hřensku sestupuje ještě níže.

Kaňák (1999) sděluje, že v České republice je jedle bělokorá druhem vyšších i nižších poloh zároveň. Chmelař (1981) a Musil et Hamerník (2007) definují optimum rozmezím 500 - 1100 m n. m., přičemž na Boubíně jedle roste až ve 1300 m n. m. Vertikální těžiště má však v nižších horských oblastech. Z distribuce jedle bělokoré Málek (1983) klasifikuje její původní historické optimum 5. jedlobukovým vegetačním stupněm.

V jižní části areálu, kde je tepleji, je jedle bělokorá vázána na horské soustavy (Svoboda 1955, Chmelař 1981). Zaujímá zde nejčastěji polohy 1000 - 1800 m n. m. (Musil et Hamerník 2007). Chmelař (1981) sděluje, že v Pyrenejích zasahuje dokonce až do 2100 m n. m.

I zde je stejné pravidlo jako u buku lesního, že vertikální rozšíření jedle bělokoré je závislé na zeměpisné šířce. Čím více je jedle distribuována na jih, tím více stoupá nadmořská výška jejího optima a naopak. Jedle zaujímá spíše střední a jižní Evropu, zatímco areál buku lesního zasahuje až do jižní části Anglie a Švédska a tvoří souvislejší celek.

4.2.1 ŠÍŘENÍ JEDLE DO NIŽŠÍCH VEGETAČNÍCH STUPŇŮ

Pylové analýzy rašelin dokazují, že v období hojnosti buků a jedlí byla tato dřevina v pahorkatinách stejně dominantní jako v horách. Z toho vyplývá, že byla dokonce silněji zastoupena než buk (Svoboda 1943). Vinš (1959) upozornil, že ve vyšších polohách je procentické zastoupení mladých jedlí menší než v nížinách. Uvažuje, že tento jev zřejmě souvisí s dobrým zmlazováním jedle v nižších teplejších oblastech.

Málek (1983) popisuje dvě ekologická optima jedle, která se nacházejí na okrajích rozšíření buku. První optimum náleží přechodnému pásmu mezi bučinami a smrčínami. Druhé ekologické optimum jedle je soustředováno do nižších vegetačních stupňů a náleží rozhraní mezi bučinami a doubravami. Podle Svobody (1953) se však nejedná o její druhé optimum, ale o tzv. druhé maximum rozpětí, kde buď dřevina na doubravy navazuje anebo do nich dokonce proniká (Svoboda 1943). Korpel et Vinš (1965) zmiňují, že jedle v nižších polohách může snadno získat převahu nad ostatními dřevinami. Jejím limitem pro vertikální rozšíření v takových polohách jsou hlavně mrazy. Musil et Hamerník (2007) jako příklad uvádí Křivoklátsko, kde se jedle s doubravami vyskytuje ve 300 m n. m.

Abieto-Quercetum jsou acidofilní doubravy se stálým zastoupením jedle (Kolbek et al. 1997). Dnes jsou mnohé z nich pozměněny lesnickou činností. Tato dubojehličnatá varianta je pozorována ve 4. bukovém lesním vegetačním stupni a zaujímá přibližně 5 % území České republiky. Typickými regiony jsou např. pánev Jihočeská a Ostravská. V Ostravské pánvi jedle zaujímá polohy nižší než 300 m n. m. (Buček et Lacina 2002). Málek (1983) uvádí, že se kromě 4. bukového stupně jedná o 2. bukodubový a 3. dubobukový stupeň trofických řad A a B se zastoupením jedle kolem 10 %. Jedlové doubravy jsou společenstva táhlých svahů v mírně zvlněném reliéfu (Kolbek et al. 1997). Málek (1983) dubojehličnatou variantu nazývá tzv. středoevropskou tajgou. Buček et Lacina (2002) ji charakterizují dominancí dubu letního (*Quercus robur*) a jedle bělokoré (*Abies alba*). V závislosti na hydrických podmínkách se zde vyskytují i smrk ztepilý (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Kolbek et al. (1997) uvádějí i přítomnost dubu zimního (*Quercus petraea*).

Jedle tvoří nejčastěji směsi s bukem a smrkem, ale také s habrem, dubem a javorem (Ellenberg 1996). Kromě výskytu jedle v čistých doubravách je méně zastoupena i v doubravách habrových (Musil et Hamerník 2007). Na skalnatých půdách s dominancí javoru a příměsí habru jsou jedlové javořiny (*Abieto-Acereta*) (Svoboda 1953).

Z některých historických moravských dokladů lze vyvodit, že se jedle v minulosti přirozeně šířila a dub případně i vytlačovala. Jedle totiž vítězí v konkurenčním boji nad dubem. Svoboda (1953) lesní cenózu s převahou jedle nazývá *Querceto-Abietum*.

4.3 EKOLOGIE JEDLE BĚLOKORÉ

Dle rozšíření dřeviny v určitých typech prostředí popisujeme její ekologické vlastnosti. Vlastnosti dřeviny hodnotíme podle její odolnosti k negativním vlivům (výkyvy počasí, škůdci, vliv člověka aj.). Buku se jedli podobá klimatickými požadavky a smrku se podobá v oblasti edafické (Málek 1983).

Jedle je dřevina stinná. Dokonce stinnější než buk, ale méně než tis (Svoboda 1953). Náhlé, přímé ozáření sluncem snáší těžce (Musil et Hamerník 2007). Svoboda (1955) je názoru, že odstranění okolního porostu přímo nesnese. Chmelař (1981) upřesňuje, že při odstranění porostu trpí hlavně její jehlice, které se slunečnímu žáru velmi špatně přizpůsobují. S obdobným případem se setkáváme u buku, který náhlé uvolnění okolního zápoje ohrožuje.

Pokud tato dřevina kolem sebe nemá zápoj, vyskytuje se jako osamocený výstavek anebo je jinak exponovaná, je velké riziko negativních účinků mrazů. Jedle je jednou z našich nejcitlivějších dřevin co se mrazů týče (Korpel' et Vinš 1965). Naopak Sakai (1983) je názoru, že jedle je částečně druhem tolerujícím mráz. Při dlouhodobých mrazech se tvoří nepravé jádro a praskliny v dřevním válci (Chmelař 1981). Teploty pod nulou také vyvolávají zmenšení asimilační plochy kvůli ztrátě jehlic a dále způsobují snížení přírůstku (Elling et al. 2009), oslabení celkové vitality a zvyšují tak náchylnost k působení škůdců (Korpel' et Vinš 1965). Zajímavé je, přestože této dřevině mrazivé podmínky nevyhovují, vyskytuje se v chladných mrazivých polohách (např. Třeboňská pánev, Ostravská pánev a jiné údolní pánve a kotliny) (Málek 1983).

Jedliny silně ovlivňují stanoviště svými hustými korunami, kterými proniká málo světla, a jimiž zachytávají velké množství srážek. Takto vzniká klima vlhké a chladné (Svoboda 1953). Mají obecně velké nároky na půdní vláhu (Musil et Hamerník 2007) a vzdušnou vlhkost (Svoboda 1953).

Tato dřevina je indiferentní vůči geologickému podloží (Korpel' et Vinš 1965, Málek 1983, Musil et Hamerník 2007). Vyskytuje se přirozeně na všech půdních typech od podzolů po rendziny, gleje a rašeliny (Málek 1983). Vyžaduje hlavně půdy hlubší, živné, čerstvě vlhké až podmáčené (Musil et Hamerník 2007, Svoboda 1953). Málek (1983) popisuje, že její přirozené obnově vyhovovaly všechny formy humusu od moru až po mull. Slavíková (1986) mor charakterizuje surovým humusem, jehož organické zbytky jsou dobře rozlišitelné, minimálně promíseny s půdou a tvořící se na kyselých chudých půdách za nepříznivých podmínek pro rozklad. Na rozkladu zbytků se podílejí zejména houby. Naopak mull vzniká za příznivých podmínek na

půdách vlhkých s velkým obsahem živin a je dobře promísen s půdou. Na rozkladu zbytků se zde podílejí především kroužkovci (Němeček et al. 2001). Jak zmiňuje Chmelař et Úradníček (1995), surový humus zmlazení buku nesvědčí, jedli však neomezuje.

Málek (1983) shrnuje, že jde o dřevinu s mimořádně širokým rozpětím ekologických vlastností, kterého žádná z našich dřevin nedosahovala. Po redukci buku se výborně zmlazovala v narušeném půdním i klimatickém prostředí buku, což se stalo podmínkou její expanze. V tomto ohledu výrazně překračovala rozpětí dřevin jako je buk nebo smrk. Ve střední Evropě byla jedle oproti buku často dominantním druhem i kvůli ekonomickému rozvoji (Ficko et al. 2011).

5. EKOLOGIE, RŮST A VÝSKYT JEDLE BĚLOKORÉ NA SUCHÝCH STANOVIŠTÍCH

5.1 POZNATKY O VÝSKYTU JEDLE NA SUCHÝCH STANOVIŠTÍCH

V jižních částech areálu jsou oblasti jen pár kilometrů od sebe vzdálené, které mají velmi rozdílné podnebí a ekosystémy a tedy i lesní formace. Jedle bělokorá je zastoupena jak ve vlhkých horských oblastech, tak v oblastech nižších a suchých. Lesní formace v oblasti Středozemního moře se liší podle nadmořské výšky, srážek, průměrné teploty a typu půdy (Sagnard et al. 2002). U jedle se předpokládá velká ekotypová variabilita, jelikož je indiferentní vůči geologickému podloží a zaujímá různá stanoviště. Zvláště zajímavé jsou jedle v nižších polohách přizpůsobené xerothermním podmínkám (Horndasch 1993).

Např. v nejjižnější části italské pevniny, Kalábrii, se vyskytují osamělé jedle vystavené silnému slunečnímu úpalu na velmi vyprahlých stanovištích. Tato skutečnost vyvrací tvrzení, že jedle je klimaxový druh s velkými nároky na vlhkost a stín (Kaňák 1999). Korpeľ et Vinš (1965) dokonce zmiňují, že se jedle v Kalábrii morfologicky podobá jedli sicilské (*Abies nebrodensis*). Svoboda (1953) upřesňuje, že podoba spočívá v kratších jehlicích, malých šiškách a široké koruně. Apeninské a Pyrenejské jedle mají vyšší nároky na světlo oproti středoevropským rasám (Korpeľ et Vinš 1965). Vintschgau jsou kontinentální vnitřní Alpy s nízkým úhrnem srážek, vysokými teplotami a dlouhými suchými obdobími. Zde je jedle považována za ekotyp rezistentní vůči suchu (Karner et al. 1973). Svoboda (1953) zmiňuje jedle vnitroalpské, které jsou díky kontinentálnímu chodu teplot odolnější než jedle z okrajových Alp s oceánickým podnebím. Dobré vitality dosahuje i „suchojedle“

v Korzice, kde se vyskytuje osamoceně na skalních srážech s mělkou půdou (Horndasch 1993 ex. Mayer 1984). Střední část franckého území má také nízký úhrn srážek a roční teplotu 8 °C. Sem již imigrovala jedle původem z jižní Itálie a jihovýchodu, a je nazývána jedlí středofranckou, u které se předpokládá, že je též „suchojedlí“ (Horndasch 1993). Musil et Hamerník (2007) uvádějí další xerofilní ekotyp reliktního charakteru, a to ze střední části Wallis ve švýcarských Alpách. V této oblasti jsou velmi nízké srážky (400-550 mm za rok, z toho od dubna do září jen 270 mm). Jedle bělokorá na vápnatých podložích s xerickými podmínkami se nachází i na jihu Pyrenejí, a to v přítomnosti *Pinus sylvestris* a *Buxus sempervirens* (Peguero-Pina et al. 2007). Značné nároky na světlo, velké přírůstky a odolnost k suchu má jedle v pohoří Rila v Bulharsku. Ta tvoří dokonce variety s přechodnými znaky k *Abies cephalonica* (Korpeľ et Vinš 1965).

Jedle z jihu a z jihovýchodu se proti západoevropským a středoevropským a dánským rasám vyznačují lepším růstem, rezistencí k suchu a fyziologickou odolností (Korpeľ et Vinš 1965, Horndasch 1993), zatímco Musil et Hamerník (2007) přičítají jižním populacím vysoké nároky na světlo, nikoliv odolnost. Chmelař (1981) doplňuje, že nároky na světlo mají kromě populací jižních také rasy západní, zatímco u populací severních je to rozhodně naopak (Musil et Hamerník 2007).

5.1.1 VÝSKYT JEDLE NA SUCHÝCH STANOVIŠTÍCH SE ZŘETELEM K ČESKÉ REPUBLICĚ

Jedle se vyhýbá stanovištím nadměrně podmáčeným, zabahnělým, ale také suchým. Roste jen na stanovištích vlhkých a chladných (Musil et Hamerník 2007). Svoboda (1953) je názoru, že u nás se jedle vyhýbá otevřeným, exponovaným, nechráněným a větrným polohám. Musil et Hamerník (2007) doplňují, že jedle chybí v úvalech velkých řek a v teplých pahorkatinách. Chmelař (1981) dodává, že jedle mívá pouze klimaticky exponované svahy, vrcholy a hřebeny pahorkatin apod. Málek (1983) však tvrdí, že jelikož jedle byla a nadále je přítomna v teplých pahorkatinách, lze z toho vyvodit, že se jí netýkají uváděné údaje o potřebě minimálně 600 mm srážek za rok. Odvozuje tak z příkladů výskytu jedle v pahorkatině Křivoklátska (550 mm) nebo Podyjí (570-580 mm).

Jak již bylo řečeno, na jednom stanovišti se spolu mohou vyskytovat absurdní protiklady. Kaňák (1999) popisuje směs dubu a jedle na jedné lokalitě jako cenózu, kde se slunný dub zmlazoval pod stinnou jedlí a naopak. Mettin (1977) uvádí, že jedlové jehličí s listovým opadem se velmi dobře rozkládá. Tím vzniká téměř čistý

mul, který umožňuje rychlé pronikání vody do půdy, a takové podmínky jsou výborné pro zmlazování jedle. Kaňák (1999) uvádí společenstvo *Querceto-Abietum* u slovenských Žarnovic, kde se jedle pod dubem výborně zmlazuje. Vzhledem ke zvýšeným tepelným a světelným podmínkám zde jedle vegetuje a úspěšně se rozšiřuje, přestože se jedná o podmínky pro jedli velmi neobvyklé (Málek 1983 ex. Bezačinský 1960).

Svoboda (1953) shrnuje, že u nás na vysýchavých až suchých svazích v přechodech k doubravám jsou časté jedliny travnaté a strdivkové (*Abietum luzuletosum* a *Abietum melicosum*). Zároveň upozorňuje, že jedlové doubravy (*Abieto-Querceta*) u nás tvoří maximum výskytu. Kolbek et al. (1997) jmenují místo s extrémními stanovištními podmínkami, kam jedle proniká, a to lišejníkový bor *Cladonio-Pinetum*. Jedná se o společenstvo borovice lesní s příměsí břízy bělokoré a dubu zimního. Půdy jsou zde velmi vysýchavé, mělké, na chudých kyselých horninách. Jako příklad uvádějí svahy lemující údolí Javornice v CHKO Křivoklátsko.

5.2 DEFICIT VZDUŠNÉ A PŮDNÍ VLHKOSTI A JEJICH ZESILOVÁNÍ. VLIV DEFICITŮ NA VITALITU JEDLE

Teploty na začátku vegetačního období mají negativní korelace s růstem letokruhu. Vysoká teplota stimuluje evapotranspiraci a ztrátu vody, čímž se sníží růst jedle, zejména v případě minima srážek. Pozitivní je korelace mezi růstem a srážkami v průběhu podzimu (Battipaglia et al. 2009). To naznačuje, že teplé a vlhké klima v pozdním podzimu mohou zvýšit růst a zásobování dřeviny uhlíkem, jenž stimuluje vývoj velkého přírůstku v následujícím roce (Fritts 1976).

Účinky sucha nemusí být patrné ihned během nepříznivého období. Mohou být pozorovány s velkým zpožděním, v závislosti na činiteli. Opožděné účinky spojené se suchem byly hlášeny právě u jedle bělokoré (Becker 1989). Velmi dlouho může trvat zotavování se po suchém období. Korpel' et Vinš (1965) popisují případ, kdy po těžkém poškození suchem se jedle dokázala asi po 6-ti letech zotavit a vytvořit nové výhonky ve vrcholu, přestože větve byly úplně suché.

Nejdůležitější jsou srážky brzy na jaře, kdy začíná vegetační období. Ve středomořské oblasti je na jaře úhrn srážek nízký, proto jsou stromy v růstu omezeny (Battipaglia et al. 2009). Omezený radiální růst byl pozorován u jehličnanů v suchých alpských místech (Fritts, 1976). Nicméně radiální růst jedle je značně ovlivněn vodní bilancí z předchozího roku, a to zejména na exponovaných jižních

svazích. V případě, že v předchozím roce byl dostatek srážek během jednotlivých sezón, na základě poměru uhlíku si v dalším roce může dřevina upravit fenotypovou plasticitu pro regulaci průduchů a lépe přežít období sucha (Battipaglia et al. 2009). Stromy rostoucí v suchých oblastech mohou snížit svojí biologickou aktivitu v letních měsících, a tím jsou méně postiženy letním suchem (Puddu et al. 2003). Důležitá je tedy sezónní distribuce srážek.

Ve výškách nad 600 m n. m. nejsou srážky omezujícím činitelem v růstu jedle, nýbrž limitující je teplota a doba vegetačního období (Korpeľ et Vinš 1965). Naopak pod 600 m n. m. jsou srážky limitující pro výškový růst této dřeviny (Pinto et al. 2008). Především v nížinách střední Evropy kritický úhrn srážek vyvolává vodní stres stromů. V případě, že období sucha trvá téměř celé vegetační období, je vodní stres znatelný i ve vyšších polohách (Neuwirth et al. 2007).

Nicméně, výsledky studie v kontinentálních Alpách Tyrolska ukazují, že dopady klimatických extrémů na radiální růst stromu se mohou lišit v závislosti na topografii studované plochy (Pichler et Oberhuber 2007). Růst jedle je mnohem lepší za příznivých vlhkostních podmínek na mírných severních a východních svazích i pod limitující hranicí 600 mm srážek v nízkých polohách (Pinto et al. 2008). Naopak v řídkých a exponovaných porostech dochází k velkým rozdílům teplot mezi dnem a nocí, a deficit je tak více zesilován. Sucho není zesilováno jen teplotami, ale i větrem. Jedle bělokora je druhem vyžadujícím velkou vzdušnou vlhkost (Merian et Lebourgeois 2011). Vítr narušuje mikroklimatický režim stanoviště, a to zejména vzdušnou vlhkost. Vysoký deficit vodních par v lokalitách s xerickými podmínkami omezuje stomatální vodivost a fotosyntézu, čímž následně omezuje růst dřevin (Peguero-Pina et al. 2007).

Výsledky studie ukazují, že kromě abiotických činitelů je růst ovlivněn druhem (Pichler et Oberhuber 2007) a velikostí dřeviny (Merian et Lebourgeois 2011). Rozdíly v růstových reakcích na suchu i teplo byly pozorovány mezi malými a velkými stromy jedle bělokora a taktéž i u buku lesního. Potvrdilo se, že vyšší citlivost na letní suchu měly velké stromy (Merian et Lebourgeois 2011). Korpeľ et Vinš (1965) sdělují, že přestárlé jedle reagují na suchu velmi špatně, zatímco středně staré a mladé stromy jedle se lépe zotavují. Fotosyntetický výkon obecně klesá s rostoucí velikostí a stářím stromu v důsledku klesající účinnosti zachycení světla (Niinemets 2010) a zvyšující se délkou dráhy pro příjem vody (Becker et al. 2000, Niinemets 2002). Merian et Lebourgeois (2011) říkají, že velikost a věk také ovlivňují stomatální vodivost a tak účinky vody na strom. Rozdíly v citlivosti mezi malými a velkými stromy jsou umocněny rostoucí xericitou prostředí. Naopak u

dřevin jako jsou např. borovice lesní, smrk ztepilý nebo dub zimní, byla mezi malými a velkými stromy rovnováha. Budoucí studium letokruhů stromů na odhad citlivosti by mělo zahrnovat rozříděné věkové skupiny.

Citlivost vůči suchému klimatu souvisí s morfológickou stavbou dřeviny a zejména s architekturou terminálního vrcholu. Na to upozorňuje Niinemets (2010) a (Pichler et Oberhuber 2007). Architektura může snížit tepelné namáhání a výpar ze stromu v letním období, a tím tak ovlivnit vodní bilanci mezi stromem a prostředím (Merian et Lebourgeois 2011).

Edafické a geologické podmínky také ovlivňují vodní režim (Pinto et al. 2008). Horniny mají různý propustný potenciál. Například jedli se na vysýchavém vápenci daří pouze tehdy, když má dostatečný přísun srážek, protože vápence jsou rychle propustné.

5.2.1 NÁCHYLNOST JEDLE K HOUBOVÝM INFEKČÍM NÁSLEDKEM SUCHA

Vzhledem k hlubokému zakořenění jsou zdravé jedle velmi odolné vůči suchu (Elling et al. 2009). Hlubší kořenový systém má přístup k vyšší rezervě vody v půdě, než je tomu u kořenů mělkých. Jedle, které mají kořenové srůsty mohou lépe čerpat vodu, zesílit si tedy vitalitu, zlepšit růst a prodloužit věk (Horndasch 1993). V důsledku toho má dřevina nižší citlivost na vodní stres.

Horndasch (1993) uvádí, že jedle má dobrou schopnost přizpůsobit se v růstu na střídavě suchých půdách. Výraznější sucho vyvolá snížení vitality dřeviny a zvýšení rizika úmrtí, které je způsobeno především houbovými patogeny, jmelím a hmyzem (Pichler et Oberhuber 2007). Teplejší podnebí se zvyšujícími frekvencemi sucha totiž může snížit endogenní obranné mechanismy jedle (Lindberg et Johansson 1992). Baker (1994) uvádí, že suché půdy vytváří vyšší riziko infekce kořenového patogenu. Po snížení imunity jedle zasáhne houbová infekce její kořenový systém, který postupně degraduje. Kořeny jsou pak rozrušeny a mají potíže s příjmem vody. Dřevina má pak velké potíže přijímat vodu. Jedle, která však ztratila značnou část vlastních kořenů útokem parazitické houby, odumírá (Seitschek 1981). Dobbertin et al. (2005) uvádějí, že úmrtnost borovice lesní ve Wallis je právě kvůli patogenům, na které jsou dřeviny citlivější vlivem účinků sucha a vyšších teplot. Korpel' et Vinš (1965) sdělují, že když jedli napadla červená hniloba v důsledku sucha, jedle dokázala přežít, jelikož některý z bočních kořenů se začal vyvíjet jako kořen

kulovitý. Naopak v oblastech s vyšším úhrnem srážek a dostupností vody byl výskyt kořenové infekce u jedlí nižší (Puddu et al. 2003).

Korhonen et Stenlid (1998) však tvrdí, že škody hnilobou klesají s klesajícím úhrnem srážek. Toto prohlášení se ale týká lesů, kde jsou dřeviny suchým stanovištěm adaptovány.

5.3 GENETICKÁ VARIABILITA JEDLÍ Z XERICKÝCH PODMÍNEK A JEJICH ADAPTIVNÍ POTENCIÁL

Kaňák (1999) tvrdí, že u dřevin je jejich hmota, vitalita a odolnost z velké části podložena geneticky. Význam bohaté genové výbavy spočívá ve zvýšené odolnosti a adaptabilitě druhu k podmínkám prostředí. Glaciální refugia jedle sahala od Balkánu přes jižní Itálii až do jihozápadní Evropy. Tato refugia byla prostorově oddělená a putovala do středoevropských areálů kolem východních a západních Alp i skrze ně. Různé ekotypy jedlí vznikly selekcí (Horndasch 1993). Kaňák (1999) zmiňuje selekci směrovou, která vyčleňuje ze souboru ty jedince, kteří nejsou schopni se na stanovišti udržet. Po selekci stanoviště zaujímají jen ti jedinci, kteří získali dědičností vlohy a ti, kteří se dokázali přizpůsobit. Ideálním příkladem je společenstvo ekologických protikladů, které zaujímají stejné stanoviště.

Z hlediska genetického a morfologického je jedle považována za druh málo proměnlivý (Korpeľ et Vinš 1965). Horndasch (1993) také zmiňuje, že dlouhodobým předpokladem u této dřeviny byla teorie o její malé genetické variabilitě. Nicméně na základě mnoha studií se ukázalo, že jedle jsou mnohem více heterozygotní, než se doposud uvádělo (Musil et Hamerník 2007).

Ve svém areálu tato dřevina zaujímá místa s různými geografickými, klimatickými a edafickými podmínkami. To svědčí o širokém ekologickém rozpětí druhu. V rámci distribuce jedle bělokoré v různých izolovaných prostředích se předpokládá její velká genetická diferenciace od ostatních populací Evropy. „Suchojedle“ jsou zvláštním ekotypem, který má větší ekologickou variabilitu a větší vzrůstovou tendenci. Jsou téměř necitlivé vůči suchu. To jim umožňuje růst při nízkých srážkách, být vitální a stále přirůstavé (Horndasch 1993). Např. jedle z vnitřních Alp ve Švýcarsku projevují lepší regeneraci, menší vadnutí jehlic a větší hydratační poměry, a to vše ve vztahu k suchému klimatu.

Jedle rostoucí na hranici areálu mohou být citlivější na změny životního prostředí než v jádru areálu. Peguero-Pina et al. (2007) považují takové porosty za ekologické limity druhu. Zajímavé však je, že z xerických okrajů žádné symptomy

nebo stopy po odumírání jedle nebyly zaznamenány. Jedná se o jedle v Kalábrii (Kaňák 1999), vnitroalpském Vintsgau (Karner et al. 1973), Korsice, středofrancké oblasti (Horndasch 1993) a Wallis (Musil et Hamerník 2007).

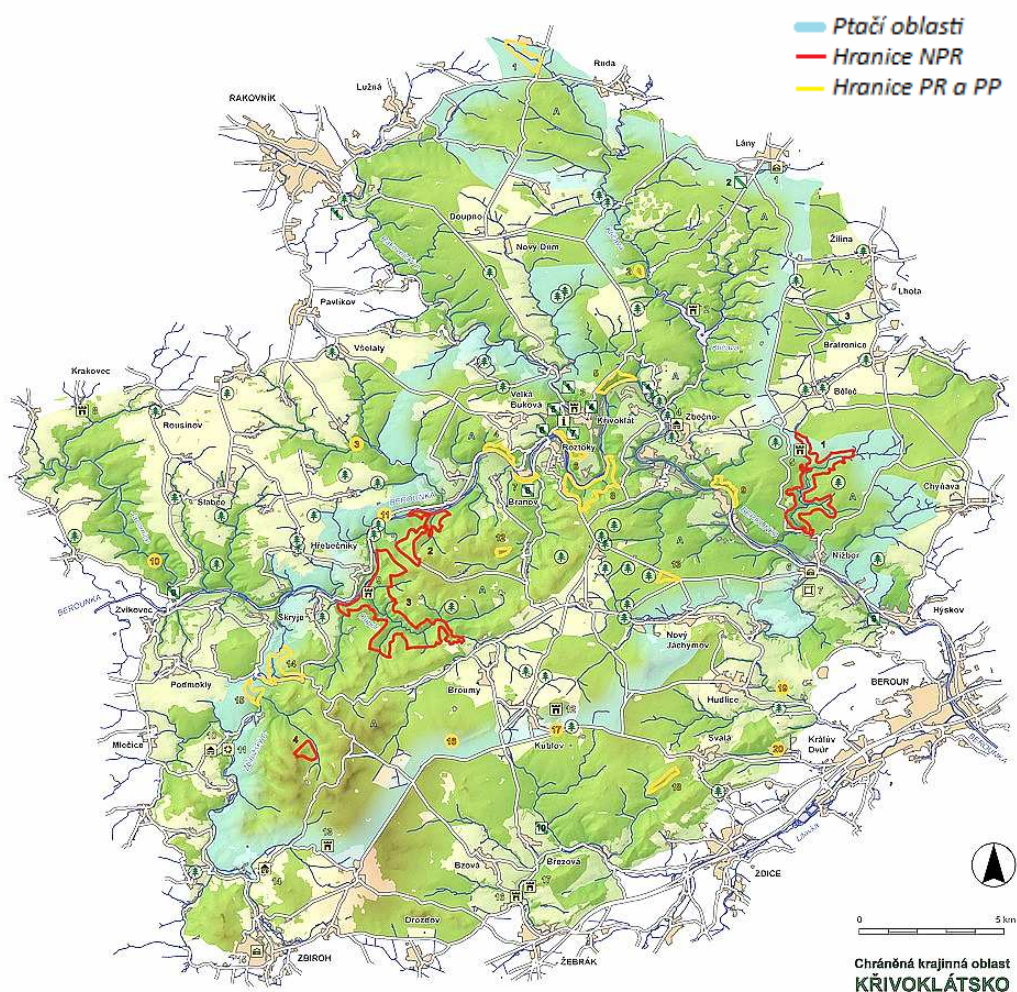
Tyto výše zmíněné skutečnosti však neznamenají úplnou odolnost a flexibilitu jedlí z jižní části areálu vůči suchému klimatu. Každý jedinec se může přizpůsobit do určité míry. Je-li tato míra překročena, reaguje špatně jako jedinci nepřizpůsobení. Xerické skupiny i přes možné negativní odezvy na extrémní případy sucha mohou být zvláště důležité a významně přispět novým generacím stromů, které suchu přizpůsobeny nejsou (Sagnard et al. 2002). Např. Gagov et al. (2003) vidí budoucnost v pěstování jedle díky geneticky vhodným a suchu méně citlivým populacím pocházejících z jižních a jihovýchodních proveniencí. Korpel' et Vinš (1965) zdůrazňují, že rozdíly mezi populacemi jedlí byly prokázány nejen v rámci proveniencí Evropy, ale také provenienční zkouškou oblastí v Čechách.

Heterozygotnost pozitivně koreluje s vitalitou růstu. Pokud chceme zachovat vhodný genetický zdroj, je zapotřebí studií právě o genetické variabilitě a heterozygotnosti u požadované populace (Müller-Starck 1995). Hamrick et al. (1991) uvádějí, že důležité je znát i adaptivní znaky jako je růst, fenologie a odolnost vůči stresu, abychom poznali, které populace jsou náchylné a které si zaslouží být chráněny.

6. CHARAKTERISTIKA STUDOVANÉHO ÚZEMÍ

6.1 VYMEZENÉ ÚZEMÍ

Křivoklátsko bylo prohlášeno biosférickou rezervací UNESCO roku 1977 a o rok později vyhlášeno chráněnou krajinnou oblastí (Ložek et al. 2005). Nachází se v západním okraji středních Čech a jeho rozloha činí necelých 630 km². Území je protnuto hlubokým údolím meandrující řeky Berounky, hlubokými zářezy i vystouplými skalními výchozy a členitými vrchy (Kolbek et al. 1997).



Obr.4: Chráněná krajinná oblast Křivoklátsko (www.cittadella.cz).

6.2 HYDROLOGICKÉ A KLIMATICKÉ POMĚRY

Jedná se o mírně teplou a mírně suchou oblast M 11 (Quitt 1971) s průměrnou roční teplotou 7-8° C a ročním úhrnem srážek 500-550 mm. Léto je

dlouhé, suché a teplé. Území je celkově chudé na podzemní vody. Celková rozloha tekoucích a stojatých vod je 4 km². Chráněnou krajinnou oblastí protéká řeka Berounka, do které ústí několik větších potoků. Řeka tuto oblast zároveň odvodňuje.

Jihovýchodní část navazující na Český kras je nejteplejší. V severozápadním území naopak převažují chladnomilná a acidofilní společenstva (Kolbek et al. 1997).

6.3 GEOMORFOLOGIE, GEOLOGICKÉ A PEDOLOGICKÉ POMĚRY

Z hlediska geomorfologie jde o území Kralovické pahorkatiny a Křivoklátské vrchoviny, která je součástí vrchoviny Brdské. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí od 217 do 616 m n. m.

Geologické podloží tvoří především proterozoické a paleozoické horniny Barrandienu. Prvohorní geologický podklad tvoří zejména droby, břidlice, spility a bulizníky a druhohorní andezity, ryolity, dacity, diabasy, pískovce a slepence.

Na většině území převažují kambizemě. Na skalních výchozech jsou přítomny litozemě a rankery. Dále se vyskytují pararendziny, pseudogleje a gleje v závosti na poloze a charakteru stanoviště.



Obr. 5: Geomorfologické jednotky Křivoklátska a okolí (ČGÚ 1997).

6.4 ROZMANITOST STANOVIŠŤ

V této oblasti se uplatňuje inverzní, vrcholový a říční fenomén, jejichž důsledkem je velká stanovištní pestrost. Vyskytují se zde jak plochy vlhké a stinné,

tak extrémně teplé a suché (Ložek et al. 2005). Extrémně teplé a suché plochy jako jsou pleše se zakrslými porosty, jsou podmíněny právě říčním a vrcholovým fenoménem. Dále je jejich výskyt determinován expozicí, geologickým podložím, klimatem stanoviště a půdami (Kolbek et al. 1997).

6.5 FYTOGEOGRAFIE A LESNÍ CENÓZY

Území spadá do temperátního pásma mezofytika. Malá část přísluší k fytogeografickému okrsku 30. (Jesenicko-rakovnická plošina), západní okraj CHKO navazuje na okrsek 31. (Plzeňská pahorkatina) a zbylá část okrsku náleží okrsku 32. (Křivoklátsko).

Zachovány jsou přírodě blízké lesy na strmých svazích, vrcholech a sutích. Potenciální přirozenou vegetací jsou zejména černýšové dubohabřiny, lipové bučiny, suťové habrové javořiny, suťové porosty tisu, jedliny, teplomilné a kyselé doubravy, olšiny a jaseniny.

Přirozenou vegetační formací jsou mezernaté porosty na extrémních stanovištích strmých srázů, skal, hran hřebenů, skalních stepí a pleší. Na skalnatých stanovištích je přítomen dub zimní, jeřáb břek, jeřáb muk a borovice lesní. Na prudkých suchých stanovištích se vyskytují zakrslé doubravy. Sutě a strmé rokle obývají javory, jasany, jilmy a lípy. V údolních svazích je cenóza habrových javořin a podél potoků společenstva olšin. Ve vyšších polohách jsou přítomny bučiny a níže se nacházejí dubohabřiny. Mezi faktory, které určují rozmístění přirozené vegetace, patří geologické podloží s příslušnými půdami, geomorfologie a klimatické rozdíly (Kolbek et al. 1997).

6.6 CHARAKTERISTIKA STUDIJNÍCH PLOCH NA ÚZEMÍ CHKO

Studované plochy patří zpravidla do přírodních rezervací a národních přírodních rezervací. Jedná se exponovaná a slunná místa se značnou mírou xericity a extremity. Mezi taková stanoviště patří exponované slunné hřebeny a jejich okraje, strmé výhledné srázy s výstupy hornin, téměř holé vrcholy s mezernatým zakrslým lesním porostem apod. Svahy těchto stanovišť směřují k potokům nebo k řece Berounce a mají mělké až středně hluboké půdy.

Šest studijních plošek se nachází v NPR Týřov, 2 v PR Stříbrný luh, 2 v PR Nezabudické skály, 1 v PR Jouglovka. Zbylé 4 plošky se nacházejí mimo maloplošná chráněná území, a to nad potokem Javornice.

7. METODIKA

Jak již bylo jednou řečeno, na stanovištích s mělkými půdami, strmými svahy, jižními až jihozápadními expozicemi a se zvýšenou evapotranspirací může být limit výskytu buku již při 500-550 mm úhrnu (Thomas et Sporns 2009). V CHKO Křivoklátsko je roční úhrn srážek totožný s výše uvedeným limitem pro výskyt buku a splňuje kritérium mírně teplé a mírně suché oblasti. V tomto území se nachází mnoho exponovaných stanovišť extrémního charakteru s různým geologickým podložím, a proto je Křivoklátsko vhodné k terénnímu výzkumu. U jedlí limit k jižním a jihozápadním expozicím není sice určen, ale jsou zmínky, že se v tomto území jedle na suchých stanovištích vyskytují. Vzhledem k těmto uvedeným skutečnostem byla tato CHKO vybrána vhodnou oblastí k terénnímu průzkumu.

Jak již vyplynulo z předchozích textů, předmětem studia v této oblasti jsou stanoviště velmi xerického charakteru, na kterých se vyskytuje buk lesní nebo jedle bělokorá s krnicími až zakrslými zástupci duby nebo borovicí lesní.

Terénní práce probíhaly od září 2010 do března 2011. Sběru dat předcházeli **výběr** a **prohlídka** území. Výběr vhodných území byl stanoven na základě doporučení pracovníků Správy CHKO Křivoklátsko, dále konzultací se školitelem bakalářské práce, a také na základě vlastního uvážení a předpokladů výskytu zájmových dřevin (buku nebo jedle) na xerických stanovištích. Zájmové dřeviny byly vyhledávány především v zakrslých doubravách.

Zohledněná kritéria pro zpracování plošky a zájmové dřeviny na lokalitě:

- ✓ Celková xericita či extremita stanoviště
- ✓ Výchozy hornin či skalních útvarů v okolí
- ✓ Mezernatá struktura lesních porostů
- ✓ Určitá forma zakrslosti a mnohotvárnosti dřevin zájmových i okolních
- ✓ Expozice terénu, přičemž rozhodující byl i sklon (umocňuje extremitu terénu)
- ✓ Zdravotní stav kmenů dřevin (důležité pro získání kvalitního čitelného dendrochronologického vývrtnu)

7.1 METODIKA STANOVIŠTNÍHO A DENDROCHRONOLOGICKÉHO VÝZKUMU

Cílem bylo získat stanovištní a dendrochronologická data. Výchozím cílem je zjistit, jestli se zájmové dřeviny na takových xerických stanovištích vyskytují, v jaké

frekvenci, na jakém geologickém podloží a půdách, souboru lesních typů a geobiocenóze, jaký je charakter stanoviště (sklon a expozice svahu v místě, kde se nacházejí), zda se jedná o porost obhospodařovaný jako les nízký, střední nebo vysoký. Dále byl zjišťován obvod, průměr, výška a přibližný věk dřevin. K porovnání věku byla pořízena data ze dvou dominant rostoucích na přímém slunci v blízkém okolí - zejména dubů obdobné výšky a vzrůstu. Pouze v případě jejich absence byl pořízen vývrt z borovice.

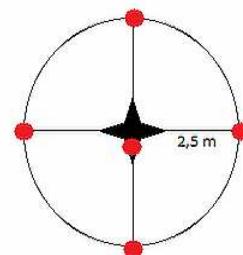
V CHKO Křivoklátsko bylo zpracováno celkem 15 plošek. Každá ploška představuje jednu zájmovou vybranou dřevinu. Jedná se o 12 plošek s bukem lesním a 3 plošky s jedlí bělokorou. Tento výrazný rozdíl v poměru je způsoben omezeným výskytem jedle na suchých stanovištích CHKO.

Nejprve byl změřen **sklon** terénu v místě, kde se zájmová dřevina nacházela, a to po spádnicí cca 2 m nad a 2 m pod stromem. Při měření úplně celého svahu by jinak došlo ke zkreslení výsledku. Sklon byl měřen vlastním vyrobeným sklonoměrem, který byl složen z plastového půlkruhového úhloměru přilepeného na tvrdém kartonu a z provázku se zavěšenou olovnicí. Následně byla změřena **expozice** terénu pomocí buzoly, a to od zájmové dřeviny. Po sklonu a expozici bylo identifikováno **geologické podloží** především pomocí geologické a přírodovědné mapy Křivoklátska v měřítku 1: 50 000. V případě nesrovnalostí byly odebrány vzorky.



Data půdní jsou důležitá k lesnickotypologické a geobiocenologické klasifikaci, a zároveň svědčí o charakteru místa, v němž se zájmová dřevina nachází.

Půdní zákopky byly prováděny po vrstevnici i spádnicí (nad, pod, vpravo a vlevo) od zájmové dřeviny, a to pomocí rýče a malé lopatky. Vzdálenost výkopků od stromu byla cca 2,5 m. Pátý výkopek byl prováděn hned pod patou kmene. Zde byl určován půdní typ, subtyp, hloubka a skeletovitost podle Němečka et al. (2001). U zájmové dřeviny byl změřen



• Půdní výkopky

obvod přibližně v 1,3 m nad zemí a následně vypočítán **průměr**. Měření obvodu bylo přizpůsobeno velikosti kmenu dřeviny. Pokud byl kmen nižší než cca 1,5 m, byl změřen zhruba v polovině. Následovalo určení, zda-li je dřevina **výstavek anebo z výmladků**. Kmen zájmové dřeviny byl vyvrtán pomocí Presslerova vrtáku (délka 40

cm) a rána zacelena štěpařským voskem. Získaný **vývrt** byl popsán identifikačním kódem stanoviště a dřeviny, a následně vložen do brček. V případě výmladkové dřeviny byly vrtány všechny kmeny (dle jejich zdravotního stavu). **Výška** stromu byla měřena výškoměrem SILVA Clino Master. Ve výškoměru byly zabudovány dvě měřicí stupnice - každá určena na jinou vzdálenost od měřeného stromu. Byla zvolena vzdálenost kratší (15 m) vzhledem k členitosti a proměnlivosti terénu. Tato vzdálenost byla navíc dostačující, jelikož se jednalo o porosty podprůměrného vzrůstu. K měření odstupů 15 m od stromu bylo použito pásmo.

Po změření zájmové dřeviny byly sepsány **druhy dřevin** vyskytující se v okolí, a také zda jde o **les nízký, vysoký** anebo **směs** pařezin s výstavky. Poté na stanovišti následoval výběr **dvou dubů** obdobné tloušťky i výšky (pouze v případě nepřítomnosti dubu byla vybrána borovice). Na těchto dřevinách byl změřen **obvod** v 1,3 m (opět přizpůsobeno dle výšky kmene), vypočítán **průměr**, změřena **výška** a pořízen **vývrt**. Všechna tyto data byla získávána stejným způsobem jako u hlavní dřeviny.

V poslední řadě bylo stanoviště klasifikováno z hlediska **lesnické typologie** (ÚHÚL 2003), a z hlediska **geobiocenologického** klasifikačního systému (Buček et Lacina 2002 Geobiocenologie II.). K příslušnému stanovišti a zájmové dřevině byly pořízeny fotografické snímky uvedené v příloze.

7.2 ZPRACOVÁNÍ DAT A URČENÍ VĚKU DŘEVIN

- ✓ Vývrty byly vlepeny lepidlem Herkules do dřevěných drážek o rozměrech 2x5 mm a opatrně seříznuty v dílně pomocí kotoučové brusky. Případné nečitelné části byly znovu seřezány v dendrochronologické laboratoři žiletkou a skalpelem
- ✓ Odečítání věku dřevin probíhalo v dendrochronologické laboratoři KHÚL FLD ČZU, a to pomocí binolupy s posuvným stolečkem. Naměřené údaje byly zaznamenávány v programu PAST 4.

8. VÝSLEDKY A DISKUZE

8.1 LITERÁRNÍ REŠERŠE

Z literární rešerše vyplývá, že frekvence výskytu buku na extrémních stanovištích je velice nízká, a že jsou tato stanoviště odkázána odolnějším druhům, především dub zimnímu (*Quercus petraea*), borovici lesní (*Pinus sylvestris*) apod. Frekvence výskytu nezávisí jen na množství vody v půdě, ale také na vlhkostním teplotním režimu vzduchu, který ovlivňuje expozici stanoviště. Exponované strmé lokality s mezernatými porosty v členitých pahorkatinách a vrchovinách mají kontinentálnější chod teplot a dřeviny jsou vystavovány jak extrémně vysokým teplotám, tak silným mrazům. Mrazy ohrožují nejen buk, ale také zdánlivě odolný dub. Nicméně existence druhů na exponovaných suchých stanovištích je z velké míry podmíněna jejich schopností konkurovat jiným dřevinám, např. schopností zachytit omezené množství vodního zdroje. Dalším způsobem jak přežít na extrémních lokalitách je předcházet intenzivní expozici slunečního žáru a mrazu vytvořením silných bočních větví a celkovou architekturou větví i koruny. Zde se již jedná o morfologické přizpůsobení. Schopnost přežít v nepříznivých podmínkách je také dána geneticky.

Jedle bělokorá (co se morfologického přizpůsobení týče) takovou variabilitu nemá. Z funkčního přizpůsobení je na tom o něco lépe. Tato dřevina má navíc přednost ve svém širokém ekologickém rozpětí (půdy, geologické podloží, živiny). Přesto však o existenci na suchých až extrémních stanovištích střední Evropy není mnoho zmínek. Existence na suchých lokalitách je podmíněna druhovým složením porostů a z velké části geneticky (zmiňovaná výborná bonita a odolnost vůči extrémnímu suchu jedlí v jižních částech areálu). Středoevropské jedle zdaleka nemají takové předpoklady pro přežití xerických podmínek jako jedle z okrajových částí areálu. Mějme však na paměti, že každá dřevina si nese určitou míru tolerance, a při vhodné druhové skladbě se jí může dařit lépe.

8.2 TERÉNNÍ STUDIE V CHKO KŘIVOKLÁTSKO

Tato studie prokázala poměrně častý výskyt buku lesního na stanovištích extrémního charakteru. Ačkoliv terénní práce probíhala v CHKO Křivoklátsko, na základě výsledků studie lze předpokládat výskyt na obdobných stanovištích v mnoha teplejších částech střední Evropy.

Zatímco mnoho je známo o přítomnosti buku na vápenci, kde i přes xerické podmínky má zaručenou bonitu (Svoboda 1955), jeho existence je potvrzena na xerických stanovištích kyselých chudých hornin. Výsledky ze studovaných ploch v CHKO Křivoklátsko prokazují poměrně hojný výskyt buku na kyselých ryolitech v geobiocenóze zakrslé bukové doubravy *Fagi-Querceta humilia* souboru lesních typů 2Z, kde podle Bučka et Laciny (2002) je pouze ojedinělou příměsí. Jedná se o pařezinu s výstavky buků různého stáří a velmi krnícího vzrůstu (tab. č. 1; 2; 3). Velice hojný je buk na plošce západně od vrcholu „U tří skalek“ v NPR TÝŘOV, kde tvoří cenózu zakrslých dubových bučin *Querci-Fageta humilia* v souboru 3Z. Zde je téměř čistá zakrslá mnohotvárná bučina. Jedná se o směs pařezin a výstavků různého stáří, přesto však působí jednotně a stejnověce (tab. č. 4). Průměrný věk vrtaných buků z této plošky je 142 let. Během terénního výzkumu při řešení lesnickotypologické a geobiocenologické klasifikace byly úvahy, že se jedná o zakrslé bučiny *Fageta humila* typologicky náležící 4Z. Vzhledem k nadmořské výšce, udávanému výskytu v Krušných horách, na Milešovce a Bezdězu, a vzhledem k krnícím doubravám pronikajících do zakrslé bučiny z jižní a jihozápadní strany, byly nakonec zařazeny o stupeň níže (přestože se na první pohled zdají být čistou bučinou). Navíc Buček et Lacina (2002) dodávají, že poměr buku a dubu může být různý, což také bylo bráno v potaz.

Kromě kyselých ryolitů byl zaznamenán buk lesní na buližníkovém podloží PR Jougllovka (tab. č. 5). Ten se nachází v jihozápadním cípu rezervace na rozhraní zakrslé dubové bučiny a reliktního boru (SLT 3Z/0Z). Vzhledem k okolnostem byl nakonec kategorizován do *Querci-fageta humilia* a reliktního boru *Pineta quercina*. Průša (2001) sděluje, že v reliktních borech středních poloh je buk lesní uplatněn. Studovaný buk je krnícího vzrůstu a je mu přibližně 169 let. Vývrt byl naprosto zdravý bez známek hniloby. Výskyt buku byl zaznamenán i v zakrslých bukových doubravách na středně bohatém paleandezitovém podloží. Jedná se např. o velmi extrémní Vápenný vrch v NPR TÝŘOV, kde byly zpracovány dva buky (tab. č. 6; 7). Na tomto vrcholu se nachází buk, který je reprezentativní ukázkou výskytu buků na extrémních stanovištích (viz. foto níže). Má velmi nízký kmen a téměř povrchový

kořenový systém, protože roste na tvrdé skále. Pravděpodobně je velmi starý, jelikož zpracovaný buk cca 20 m od něj (a navíc polovičního průměru kmene) má 99 let. Bohužel tento ukázkový buk nešlo zpracovat z hlediska zdravotních vad kmene (silné nekrózy apod.). Podmínkou zpracování zájmové dřeviny je vývrt, aby data byla jednotná, přestože následné určení věku dřeviny je údajem pouze orientačním. Na stejném podloží a stejného souboru 2Z byly zpracovány dvě plošky s buky v severní části PR Stříbrný luh (tab. č. **10; 11**). V kategorii 2Z nebyly předmětem studia jen buky z paleoandezitů a ryolitů, ale také z kyselejších proterozoických břidlic PR Nezabudické skály (tab. č. **8; 9**).



V této rezervaci byly zpracovány také dvě plošky. První buk měl kmene ve věku 109, 67, 130 let a druhý minimálně 45 a 48 let. Je zajímavé, že žádný buk při prohledávání stanovišť extrémního charakteru nebyl nalezen v oblastech s dacitovým podložím. Jedná se např. o skály PR Skryjská jezírka, skalní výstupy PR Lípa, dále přilehlé vrchy, srázy i slunné svahy proti proudu Zbirožského potoka od Skryjských jezírek směrem k Jankovskému mlýnu včetně prohledávané západní části Sirské hory. Dalšími prohledávanými místy (již ne s dacity) byly např. skály Krkavčiny v NPR Týřov, skály a hřebeny nad údolím Prostředního potoka v NPR Týřov, PP Valachov, obě pleše NPR Velká Pleš. Na žádné z těchto lokalit nebyl buk nalezen.

Jedle bělokorá se na suchých slunných stanovištích Křivoklátska vyskytuje opravdu velmi sporadicky. Byly zpracovány 4 plošky, a to v soustavě vrchů a skalnatějších výchozů při levém břehu potoka Javornice. Jedna z plošek (pod Ostrým vrchem) má jiný charakter než zbylé tři, a to kvůli spilitovému podloží a druhové skladbě. V této plošce byly zpracovány tři jedle rostoucí v „rovnostranném trojúhelníku“. Ty jsou od sebe vzdáleny cca po 2 m. Všechny tři mají podobný obvod a výšku. Věk mají však rozdílný, a to 95, 69 a 83 let (tab. č. **12**). Nacházejí se téměř na rozhraní pod zakrslými doubravami (vzdáleny 15 m). Od zakrslých doubrav je dělí otevřená plocha s malou balvanitou sutí. Celkově jde o plošku slunnou, ale ne tolik suchou jako předešlé tři zpracované lokality. Tato lokalita není tedy zrovna reprezentativní, jedle neproniká do zakrslých doubrav, ale je zajímavá z hlediska proměnlivosti cenóz. Zbývající tři plošky jsou charakteristické průnikem jedle do

krnících porostů dubu zimního a borovice lesní, místy je přítomna i bříza bělokorá. Ty náleží do acidofilních lišejníkových borů *Pineta lichenosa*, dle Kolbeka et al. (1997) nazývány *Cladonio-Pinetum*. Buček et Lacina (2002) zahrnují toto společenstvo do OZ. Uvádějí přítomnost borovice lesní, doprovodně i břízy bělokoré s jeřábem ptačím. Jedli nebo dub vůbec neuvádějí, zatímco Průša (2001) dub již zmiňuje. Tato cenóza však během terénní činnosti byla zahrnuta do OM – chudého (dubového) boru. Toto stanoviště je velice výsušné, nachází se na proterozoických břidlicích a z půd jsou zde zastoupeny především rankery a kambizemě dystrické (tab. č. 13; 14; 15). U poslední jedle byl zaznamenán podzolový horizont. Zajímavé je, že některé jedle v této lokalitě jsou poměrně vitální. Bohužel téměř každá je napadena jmelím (*Viscum album*) a mnohé jsou jím napadeny velmi silně. Kolbek et al. (1997) tato stanoviště nazývá jedlovými faciemi lišejníkových borů. Dalšími prohledávanými oblastmi, avšak s neúspěšným výsledkem, byla PP Valachov a PR Lípa.

Souhrnné dendrochronologické výsledky :

Průměrné hodnoty vrtaných dřevin

BUK	průměr kmene (cm)	výška dřeviny (m)	věk (let)	JEDLE	průměr kmene (cm)	výška dřeviny (m)	věk (let)
SLT 2Z	20	6,38	93	všech	21	12,74	103
SLT 3Z	24	8,81	151				
všech	21	6,99	110				

Průměrný věk vrtaných dubů vyskytujících se s buky na ploškách č.1-11 (viz příloha) je 122 let. U dřevin vyskytujících se s jedlemi (borovice, dub, bříza) byl zjištěn průměrný věk 94 let. V obou případech je mezi zájmovými stinnými dřevinami a k nim dodatečně vrtanými slunnými druhy věkový rozdíl kolem 10 let.

Pokud bychom měli vycházet pouze z výsledků studie náhodného výběru zájmových a dodatečných dřevin, můžeme vzhledem k dendrochronologickým výsledkům konstatovat nižší věk a menší vzrůst buků v souboru 2Z. Naopak v zakrslých dubových bučinách jsou náhodně vybrané buky větší a průměrný věk je 1,6x vyšší než v zakrslých bukových doubravách.

Požizování vývrtů buků z extrémních stanovišť bylo zpravidla velmi problematické. Tyto dřeviny mají mnoho boulovitých deformací a zdravotních vad

(hniloby, nekrózy), duté kmeny aj. Proto bylo důležité kmen nejprve pečlivě prohlédnout, „ořukat“, vyhnout se místům s vystouplými pláty kůry, sukovitým boulím apod., a správně vrták nasměrovat, aby zaměřil střed a přitom se vyhnul všem poškozeným i netvárným místům. U jedlí problém s vývrty nebyl.

Spolehlivost přesnosti výsledného věku dřevin není zaručena. Z každé dřeviny byl pořizován pouze 1 vývrt (až na dvě výjimky).

Jeden vývrt byl pořizován z několika prostých důvodů:

- zpravidla deformovaný a sukovitý nízký kmen
- zdravotní stav dřevin (nahnílé jádro, nekrózy, dutý kmen apod.)
- estetická hodnota dřeviny
- věk má sloužit pouze jako **orientační údaj** (tolerance 10-15 let vzhledem k vysokému věku dřevin)

Okolnosti, které mohou ovlivnit přesnost určení věku :

- absence anebo naopak přítomnost falešného letokruhu (časté u dubů)
- velice malé přírůstky
- špatné jádro
- přítomnost suků ve vývrtnu

9. ZÁVĚR

Buk lesní se na extrémně suchých stanovištích střední Evropy vyskytuje, ač některé publikace uvádějí opak vzhledem k jeho stinné povaze a náročnosti na půdní vlhkost. Kupodivu nejde jen o mladé stromy, ale také o stromy velmi staré, dlouho přežívající v těchto nepříznivých podmínkách. Vyskytují se především v doubravách a borech. V těchto xerických podmínkách mají krnící až výrazně zakrslý vzrůst determinovaný hydrologickým režimem, teplotou a mělkými půdami. Kmeny mají velmi nízké a často bizarních tvarů, jaké v klasických kulturních středoevropských bučinách jen tak nespatříme. V rámci terénního průzkumu byl buk nejčastěji nalezen na kyselých ryolitech a středně bohatých (intermediálních) paleoandezitech. Z půd se jedná především o rankery kambické, litické a kambizemě litické. Výskyt byl potvrzen dokonce na velmi mělkých litozemích.

Jedle bělokorá jakožto dřevina ještě náročnější na půdní vlhkost a stín se vyskytuje na extrémních stanovištích pouze v jižních částech areálu, kde je její existence podmíněna po genetické a adaptační stránce. O existenci jedle výhradně na extrémně suchých stanovištích střední Evropy není zrovna dostatek informací k vytvoření slušné rešerše, ale jsou zmínky o přítomnosti jedle na silně vysýchavých chudých půdách se zhoršeným hydrologickým režimem. V těchto stanovištích se tvoří směsi s doubravami a bory. S ohledem na tyto skutečnosti byly v rámci terénní práce zpracovány plošky s jedlí bělokorou na silně vysýchavých stanovištích acidofilních lišejníkových borů (*Pineta lichenosa*). I přes velice nepříznivé půdní podmínky dystrických rankerů a dystrických i litických kambizemí jsou některé jedle poměrně vitální. Přesto jsou spolu s ostatními okolními porosty krnícího vzrůstu a navíc jsou silně napadeny jmelím. O jejich osudu je tedy již rozhodnuto. Jestli velmi malé přírůstky na vývrtech značí negativní působení sucha můžeme pouze spekulovat. Druhým, a pravděpodobně ještě důležitějším determinantem růstu jedle, je pozdní mráz.

Sice se nepodařilo zjistit konkrétní informace o existenci jedle bělokoré na extrémně suchých stanovištích v rámci střední Evropy, natož v extrémních stanovištích studijního území, ale podařilo se přiblížit hranici jejího výskytu na velmi vysýchavých půdách pahorkatin a vrchovin České republiky, které by mohly platit i v jiných částech střední Evropy (v závislosti na kulturách a lesním hospodářství). Naopak buk lesní se podařilo ověřit v méně očekávané 1.hydrické řadě (zakrslé a suché) v trofické řadě A (kyselé a chudé).

10. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

- ALLEN C. D., MACALADY A. K., CHENCHOUNI H., BACHELET D., MCDOWELL N., VENNETIER M., KITZBERGER T., RIGLING A., BRESHEARS D. D., HOGG E.H., GONZALEZ P., FENSHAM R., ZHANG Z., CASTRO J., DEMIDOVA N., LIM J-W., ALLARD G., RUNNING S. W., SEMERCI A., COBB N., 2010: A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management* 259: 660 – 684.
- ALLEY R. B., MAROTZKE J., NORDHAUS W. D., OVERPECK J. T., PETEET D. M., PIELKE R. A., PIERREHUMBERT R. T., RHINES P. B., STOCKER T. F., TALLEY L. D., WALLACE J. N., 2003: Abrupt climate change. *Science* 299: 2005 – 2010.
- AUSSENAC G., 2000: Interactions between forest stands and microclimate: ecophysiological aspects and consequences for silviculture. *Annals of Forest Science* 57: 287 – 301.
- BACKES K. et LEUSCHNER CH., 2000: Leaf water relations of competitive *Fagus sylvatica* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. trees during four years differing in soil drought. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 335 - 346.
- BAKER F. A, 1994: Root disease reduces hydraulic conductivity of mature Douglas fir and Grand-fir roots. In: JOHANSSON M., STENLID J., 1993: Proceedings of the Eighth International Conference on Root and Butt Rots, Wik, Sweden and Haikko, Finland, 16: 166 – 175.
- BATTIPAGLIA G., SAURER M., CHERUBINI P., SIEGWOLF R. T.W., COTRUFO M. F., 2009: Tree rings indicate different drought resistance of a native (*Abies alba* Mill.) and a nonnative (*Picea abies* (L.) Karst.) species co-occurring at a dry site in Southern Italy . *Forest Ecology and Management* 257: 820 – 828.
- BECKER M., 1989: The role of climate on present and past vitality of silver fir forests in the Vosges Mountains of northeastern France. *Canadian Journal of Forest Research*. 19: 1110 – 1117.
- BECKER M., NIEMINEN T.M., GEREMIA F., 1994: Short-term variations and long-term changes in oak productivity in northeastern France. The role of

- climate and atmospheric CO₂. *Annals of Forest Science* 51: 477 – 492.
- BECKER P., MEINZER F.C., WULLSCHLEGER S.D., 2000: Hydraulic limitation of tree height: a critique. *Functional Ecology* 14: 4 – 11.
- BRÉDA N. et GRANIER A., 1996: Intra- and inter-annual variations of transpiration, leaf area index and radial growth of a sessile oak stand (*Quercus petraea*). *Annals of Forest Science* 53: 521 – 536.
- BRÉDA N., HUC R., GRANIER A., DREYER E., 2006: Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annals of Forest Science* 63: 625 – 644.
- BUČEK A. et LACINA J., 2002: *Geobiocenologie II*. LDF MZLU, Brno: 240 s.
- CALDWELL M. M., 1976: Root extension and water absorption. In: LANGE O.L., KAPPEN L., SCHULZE E.-D., 1976: *Water and Plant Life*, Springer-Verlag, Berlin: 63 – 85 p.
- CZAJKOWSKI T., KOMPA T., BOLT A., 2006: Zur Verbreitungsgrenze der Buche (*Fagus sylvatica* L.) im nordöstlichen Mitteleuropa. *Forstarchiv* 77: 203 – 216.
- DOBBERTIN M., MAYER P., WOHLGEMUTH T., FELDMEYER-CHRISTE E., GRAF U., ZIMMERMANN N. E., RIGLING A., 2005: The decline of *Pinus sylvestris* L. forests in the Swiss Rhone valley—a result of drought stress?. *Phyton-Horn*, 153 – 156 p.
- ELLENBERG H., 1996: *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in Ökologischer Dynamischer und Historischer Sicht*. Ulmer, Stuttgart: 1095 p.
- ELLING W., DITTMAR CH., PFAFFELMOSER K., RÖTZER T., 2009: Dendroecological assessment of the complex causes of decline and recovery of the growth of silver fir (*Abies alba* Mill.) in Southern Germany . *Forest Ecology and Management*. 257: 1175 – 1187.
- FICKO A., POLJANEC A., BONINA A., 2011: Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline?. *Forest Ecology and Management* 261: 844 – 854.
- FOTELLI M. N., NAHM M., RADOGLU K., RENNENBERG H., HALYVOPOULOS G., MATZARAKIS A., 2009: Seasonal and interannual ecophysiological responses of beech (*Fagus sylvatica*) at its south-eastern distribution limit in Europe . *Forest Ecology and Management* 257: 1157 -

1164.

FRITTS H. C., 1976: Tree Rings and Climate. Academic Press Inc. Ltd., London: 567 p.

GAGOV V., EDER W., MAURER W., TABEL U., 2003: Results of survival and growth development of fir (*Abies alba* Mill.) provenances in the IUFRO test in Osburg (Germany). In: MAUER W. D. (Ed.), Ökologie und Waldbau der Weißtanne (*Abies alba* Mill.). Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Nr. 50/03: 31 – 43.

GESSLER A., SCHREMPP S., MATZARAKIS A., MAYER H., RENNENBERG H., ADAMS M. A., 2001: Radiation modifies the effect of water availability on the carbon isotope composition of beech (*Fagus sylvatica*). New Phytol. 150: 653 – 664.

GESSLER A., KEJTEK C., KREUZWIESER J., MATYSSEK R., SEILER W., RENNENBERG H., 2007: Potential risks for European beech (*Fagus sylvatica* L.) in a changing climate. Trees 21: 1 – 11.

HAMRICK J. L., GODT M. J. W., MURAWSKI D. A., LOVELESS M. D., 1991: Correlations between species traits and allozyme diversity: implications for conservation biology. In: FALK D. A., HOLSINGER K. E. (Eds.): Genetics and Conservation of Rare plants, Oxford University Press, Oxford: 75 – 86 p.

HAMRICK J. L., 2004 : Response of forest trees to global environmental changes. Dynamics and conservation of genetic diversity in forest ecology. Forest Ecology and Management 197: 323 – 335.

HARTMANN G., NIENHAUS F., BUTI H., 1995: Farbatlas Waldschäden: 2. Aufl. Ulmer, Stuttgart: 289 p.

HEGI G., 1981: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Band III. Teil 1. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg: 504 p.

HORNDASCH M., 1993. Die Weisstanne (*Abies alba* Mill.) und ihr tragisches Schicksal im Wandel der Zeiten. Kessler Verlagsdruckerei, Bobingen: 334 p.

CHAUCHARD S., BEILHE F., DENIS N., CARCAILLET C., 2010: An increase in the upper tree-limit of fir (*Abies alba* Mill.) in the Alps since the mid-20th century: a land-use change phenomenon. Forest Ecology and Management 259: 1406 – 1415.

CHMELARĚ J., 1981: Dendrologie s ekologií lesních dřevin: I.část- Jehličnany.

- Praha , SPN: 91 s.
- CHMELAR J. et ÚRADNÍČEK L., 1995: Dendrologie lesnická : II.část : Listnáče 1. MZLU, Brno: 119 s.
- IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.
- JÄHNEL H., 1959: Über Frostresistenz bei Waldbäumen. Arch. Forstwes. 8: 697 – 725.
- JUMP A. S., HUNT J. M., MARTINEZ-IZQUIERDO J. A. , PEÑUELAS J., 2006: Natural selection and climate change: temperature-linked spatial and temporal trends in gene frequency in *Fagus sylvatica*. Molecular Ecology 15: 3469–3480.
- KANÁK K., 1999: Naše jehličnany a případy jejich nezvyklých adaptací. Lesnická práce 7: 1 – 5.
- KAMER K., DEGEN B., BUSCHBOM J., HICKLER T., THRILLER W., SYKES, M.T., WINTER W., 2010: Modelling exploration of the future of European beech (*Fagus sylvatica* L.) under climate change—Range, abundance, genetic diversity and adaptive response . Forest Ecology and Management 259: 2213 – 2222.
- KAPPELLE M., VUUREN M.M.I., BAAS P., 1999: Effects of climate change on biodiversity: a review and identification of key research issues. Biodiversity & Conservation 8 (10) : 1383 – 1397.
- KARNER A., KRAL F., MAYER H., 1973: Das inneralpine Vorkommender Tanne im Vintsgau. Centralbl. Ges. Forstwesen (Wien). 129-163
- KÄTZEL R., 2008 : Klimawandel. Zur genetischen und physiologischen Anpassungsfähigkeit der Waldbaumarten. Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie 42: 9 – 15.
- KLIKA J., 1929: Rostliny ve svých vztazích k vnějšímu světu. Středočeská knihtiskárna, Praha: 194 s.
- KLIKA J., 1930: Dendrologie: Listnáče. Ministerstvo zemědělství ČSR, Praha: 327 s.
- KNAPP H.D., 1979 : Geobotanische Studien an Waldgrenzstandorten des hercynischen Florengebietes: Teil 2. Flora 168: 468–510.
- KOLBEK J., BLAŽKOVÁ D., HUSOVÁ M., MORAVEC J., NEUHAUSLOVÁ

- Z., SÁDLO J. 1997: Potenciální přirozená vegetace biosferické rezervace Křivoklátsko. Academia, Praha : 234 s.
- KORHONEN K. et STENLID J., 1998: Biology of *Heterobasidion annosum*. In: Woodward, S., Stenlid, J., Karjalainen, R., Hüttermann, A. (Eds.), *Heterobasidion annosum: Biology, Ecology, Impact and Control*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK: 43 –70 p.
- KORPEL Š. et VINŠ B., 1965 : Pestovanie jedle. SVPL, Bratislava: 340 s.
- LENDZION J. et LEUSCHNER CH., 2008: Growth of European beech (*Fagus sylvatica* L.) saplings is limited by elevated atmospheric vapour pressure deficits . *Forest Ecology and Management* 256: 648 – 655.
- LEUSCHNER CH., BACKES K., HERTEL D., SCHIPKA F., SCHMITT U., TERBORG O., RUNGE M., 2001: Drought responses at leaf, stem and fine root levels of competitive *Fagus sylvatica* L. and *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Trees in dry and wet years. *Forest Ecology and Management* 149: 33 - 46.
- LEUSCHNER CH., KÖCKEMANN B., BUSCHMANN H., 2009: Abundance, niche breadth, and niche occupation of Central European tree species in the centre and at the margin of their distribution range. *Forest Ecology and Management* 258: 1248 – 1259.
- LINDBERG M. et JOHANSSON M., 1992: Resistance of *Picea abies* seedlings to infection by *Heterobasidion annosum* in relation to drought stress. *European Journal of Forest Pathology* 22: 115 –124.
- LINDNER M., BUGMANN H., LASCH P., FLECHSIG M., FRAJER W., 1997: Regional impacts of climatic change on forests in the state of Brandenburg, Germany. *Agricultural and Forest Meteorology* 84: 123 – 135.
- LINDNER M., MAROSCHEK M., NETHERER S., KREMER A., BARBATI A., GARCIA-GONZALO J. ET AL., 2010: Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management* 259: 698 – 709.
- LÖW M., HERBINGER K., NUNN A.J., HÄBERLE K.-H., LEUCHNER M., HEERDT C., WERNER H., WIPFLER P., PRETZSCH H., TAUSZ M., MATYSSEK R., 2006: Extraordinary drought of 2003 overrules ozone impact on adult beech trees (*Fagus sylvatica*). *Trees* 20: 539 – 548.
- LOŽEK V., KUBÍKOVÁ J., ŠPRYŇAR P., 2005: Střední Čechy - Chráněná území ČR,

- svazek XIII. AOPK ČR, Praha: 902 s.
- MAINIERO R. et KAZDA M., 2006: Depth-related fine root dynamics of *Fagus sylvatica* during exceptional drought. *Forest Ecology and Management* 237: 135 – 142.
- MAKKONEN-SPIECKER K., 2005: Trockenheit ist nicht gleich Trockenheit, AFT—Der Wald 4: 164 - 167.
- MÁLEK J., 1983: Problematika jedle bělokoré a jejího odumírání. *Studie ČSAV*, Praha, 1983/11: 112 s.
- MERIAN P. et LEBOURGEOIS F., 2011: Size-mediated climate–growth relationships in temperate forests: A multi-species analysis. *Forest Ecology and Management*. 261: 1382 – 1391.
- METTIN CH., 1977: Zustand und Dynamik der Verjüngung der Hochlagenwälder im Werdenfelser Land. Diss. Universität München: 161 p.
- MEUSEL H., JÄGER E., WEINERT E., 1965: Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Jena: 583 p.
- MÍCHAL I. et PETŘÍČEK P. (eds.), 1999 : Péče o chráněná území : II. Lesní společenstva. AOPK, Praha: 714 s.
- MUSIL I. et HAMERNÍK J., 2007: Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: lesnická dendrologie 1. Academia, Praha: 352 s.
- MÜLLER-STARCK G., 1995: Protection of genetic variability in forest trees. *For. Genet.* 2 3:121 – 124.
- NEUWIRTH B., SCHWEINGRUBER F.H., WINIGER M., 2007: Spatial patterns of central European pointer years from 1901 to 1971. *Dendrochronologia* 24: 79 – 89.
- NĚMEČEK J., MACKŮ J., VOKOUN J., VAVŘÍČEK D. , NOVÁK P., 2001: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. I. vydání. ČZU, Praha: 79 s.
- NIINEMETS U, 2002: Stomatal conductance alone does not explain the decline in foliar photosynthetic rates with increasing tree age and size in *Picea abies* and *Pinus sylvestris*. *Tree Physiol.* 22: 515 – 535.
- NIINEMETS U., 2010: A review of light interception in plant stands from leaf to canopy in different plant functional types and in species with varying shade tolerance. *Ecol. Res.* 25: 693 – 714.
- OPRAVIL E., 1969: O rozšíření buku (*Fagus sylvatica* L.) v československém

- kvartéru. Vlastivědný ústav, Olomouc: 59 s.
- PEGUERO-PINA J.J., CAMARERO J.J., ABADÍA A., MARTÍN E., GONZÁLEZ-CASCÓN R., MORALES F., GIL-PELEGRÍN E., 2007: Physiological performance of silver-fir (*Abies alba* Mill.) populations under contrasting climates near the south-western distribution limit of the species. *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 202: 226 – 236.
- PELTIER J. P. et MARIGO G., 1998 : Water stress tolerance of *Fraxinus excelsior* L. *Bull. Ecology* 29: 399 – 402.
- PETERS R., 1997: *Beech Forests*, Kluwer academic publ., Dordrecht: 169 p.
- PICHLER P. et OBERHUBER W., 2007: Radial growth response of coniferous forest trees in an inner Alpine environment to heat-wave in 2003. *Forest Ecology and Management*.242: 688 – 699.
- PINTO P. E., GÉGOUT J-C., HERVÉ J-CH., DHÔTE J-F., 2008: Respective importance of ecological conditions and stand composition on *Abies alba* Mill. dominant height growth. *Forest Ecology and Management* 255: 619 - 629.
- PLÍVA K., 1991: Funkčně integrované lesní hospodářství: Přírodní podmínky v lesním plánování. ÚHÚL, Brandýs nad Labem: 264 s.
- PRŮŠA E., 2001: Pěstování lesů na typologických základech. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy: 593 s.
- PUDDU A., LUISI N., CAPRETTI P., SANTINI A., 2003: Environmental factors related to damage by *Heterobasidion abietinum* in *Abies alba* forests in Southern Italy . *Forest Ecology and Management* 180: 37 – 44.
- QUITT E., 1971: Klimatické oblasti Československa. *Studia Geographica*, GÚ ČSAV Brno: 73 s.
- ROERING H. W., 1999: Die Forstwirtschaft der Slowakischen Republic. *Arbeitsbericht des Instituts für Ökonomie*, 5/99., Bundesforschungsanstalt für Forst - und Holzwirtschaft, Hamburg.
- ROLOFF A. et GRUNDMANN B. M., 2008: Waldbaumarten und ihre Verwendung im Klimawandel. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 42 : 97 – 109.
- ROSE L., LEUSCHNER CH., KÖCKEMANN B., BUSCHMANN H. 2009: Are marginal beech (*Fagus sylvatica* L.) provenances a source for drought

- tolerant ecotypes?. European Journal of Forest Research 128: 335 – 343.
- SÁDLO J. et STORCH D., 2000: Biologie krajiny: Biotopy České republiky. Vesmír, Praha: 94 s.
- SAKAI A., 1983: Comparative study on freezing resistance of conifers with special reference to cold adaptation and its evolutive aspects. Can. J. Bot. 61: 2323 – 2332.
- SAKAI A. et LARCHER W., 1987: Frost Survival of Plants. Ecological Studies 62, Springer -Verlag Berlin.
- SAGNARD F., BARBEROT C., FADY B., 2002: Structure of Genetic diversity in *Abies alba* Mill. from southwestern Alps: multivariate analysis of adaptive and non-adaptive traits for conservation in France . Forest Ecology and Management, Volume 157: 175 – 189.
- SAXE H., ELLSWORTH D.S., HEATH J., 1998: Trees and forest function in an enriched CO₂ atmosphere. New Phytologist. 139: 395 – 436.
- SEITSCHEK O., 1981: Verbreitung und Bedeutung der Tannenerkrankung in Bayern. Forstwissenschaftliches Centralblatt 100: 138 – 148.
- SERGEANT K., SPIEB N., RENAUT J., WILHELM E., HAUSMAN J.F., 2011: One dry summer: A leaf proteome study on the response of oak to drought exposure . Journal of Proteomics. (In Press, Corrected Proof) .
- SCHIPKA F., 2002: Blattwasserzustand und Wasserumsatz von vier Buchenwäldern entlang eines Niederschlagsgradienten in Mitteldeutschland. Ph.D. Thesis. University of Göttingen: 155 p.
- SCHRAML C. et RENNENBERG H., 2000 : Sensitivity of different ecotypes of beech trees (*Fagus sylvatica* L.) to drought stress. Forstwissenschaftliches Centralblatt 119: 51 – 61.
- SLAVÍKOVÁ J., 1986: Ekologie rostlin. SPN, Praha: 366 s.
- SVOBODA P., 1943: Křivoklátské lesy, dějiny jejich dřevin a porostů. Studia Botanica Čechia, Praha: 228 s.
- SVOBODA P., 1953: Lesní dřeviny a jejich porosty: Část I. SZN, Praha: 411 s.
- SVOBODA P., 1955: Lesní dřeviny a jejich porosty: Část II. SZN, Praha: 573 s.
- THOMAS F. M. et SPORNS K., 2009: Frost sensitivity of *Fagus sylvatica* and co-occurring deciduous tree species at exposed sites. Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants 204: 74 – 81.
- TOGNETTI R., JOHNSON J.D., MICHELOZZI M., 1995: The response of

European beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings from two Italian populations to drought and recovery. *Trees* 9: 348 – 354.

VINŠ B. (1959): předběžné výsledky s obnovou jedle. *Lesnictví*, Praha

WERF G.W., SASS-KLAASSEN UTE G.W., MOHREN G.M.J., 2007: The impact of the 2003 summer drought on the intra-annual growth pattern of beech (*Fagus sylvatica* L.) and oak (*Quercus robur* L.) on a dry site in the Netherlands. *Dendrochronologia* 25: 103 – 112.

Internetové zdroje a osatní podklady :

BEAGLEPROJECT, 2011: Současné a budoucí rozšíření buku lesního. Online: http://www.beagleproject.org/en/supplemental/?op_id=742 , cit. 28.2.2011

WIKIMEDIA, 2011: Mapa distribuce jedle bělokoré. Online: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Abies_alba_distribution_map.svg?uselang=de , cit. 28.2.2011

CITTADELLA, 2011: Mapa CHKO Křivoklátsko. Online : http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=mapa&site=CHKO_krivoklatsko_cz , cit. 17.3.2011

MAŠEK J., 1997: Geologická a přírodovědná mapa CHKO Křivoklátsko 1: 50 000. ČGÚ, Praha.

11. PŘÍLOHA

VYSVĚTLIVKY

TYP	SUBTYP	DRUHY
KA = kambizem	t = litický	db = dub
RN = ranker	d = dystrický	bo = borovice
LIT = litozem	m = modální	js = jasan
- = skála (bez horiz. A)	u = umbrický	lp = lípa
zájmový strom ←	k = kambický	hl = hloh
	z = podzolový	jd = jedle
	s = suťový	lsk = líska
	r = rankerový	jlv = jalovec
		šp = šípek
		hb = habr

Pozn.: V některých ploškách je pro zajímavost změřeno nebo vyvrtáno více dřevin. V případě, že má dřevina více kmenů, je uveden jejich počet

1) NPR TÝŘOV - Vrchol „U TŘÍ SKALEK“ SZ od obce Broumy (ploška: pod hlavní pleší vrcholu)



1					sklon (°)	11°	
pozice	hl. (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	152°	
střed	36	45	RN	k	geologie	ryolit	
pod	5	65	LIT	m	typ lesa	pařezina + výstavky	
vpravo	32	65	RN	k	druhy	bk,db,bo,hb	
nad	28	65	RN	k+t	typologie	2Z	
vlevo	44	65	RN	k	geobiocén	Fagi-Querceta humilia	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
1	BUK 1	101	32,1	8,8	výstavek		86
2	dub 1	89	28,4	11	výstavek		120
3	dub 2	110	35	14,25	výstavek		135

Pozn.: Všechny půdy typu ranker mají kambický horizont pod humusovým horizontem. Jeden půdní profil rankeru kambického je zároveň litický (kompaktní skála do 0,3 m)

2) NPR TÝŘOV – Vrchol „U TŘÍ SKALEK“ (ploška: nad pleší za hřebenem ryolitové skály)



	2				sklon (°)	15°	
pozice	hloubka (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	210°	
střed	30	10	KA	t	geologie	ryolit	
pod	35	60	RN	k	typ lesa	pařezina + výst.	
vpravo	5	-	LIT	m	druhy	db bk, hb, bř	
nad	35	10	KA	t	typologie	2Z	
vlevo	25	25	RN	k+t	geobiocén	Fagi-querceta humilia	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
x	BUK 1	62	19,7	4,5	3 kmeny	zlomený	x
1	BUK 1	76	24,2	6,75	- II -		145
2	BUK 1	82	26,1	8,5	- II -		157
3	dub 1	88	28	9,55	výstavek		162
4	dub 2	102	32,5	7,6	výstavek		166

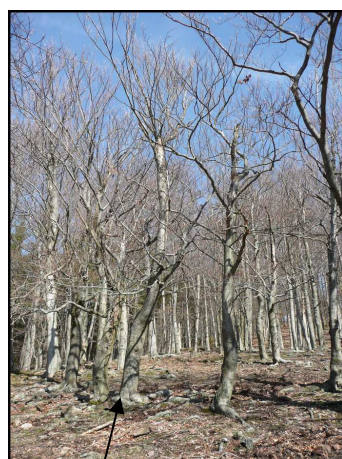
3) NPR TÝŘOV – JZ od vrcholu „U TŘÍ SKALEK“ (ploška: skalní výstup u hranice rezervace)



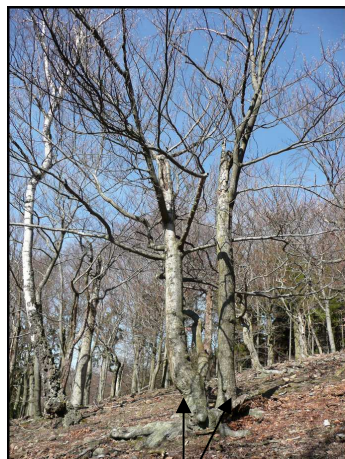
3					sklon (°)	17°	
pozice	hl. (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	230°	
střed	25	60	RN	k+t	geologie	ryolit	
pod	18	70	RN	k+t	typ lesa	pařezina + výst.	
vpravo	25	60	RN	k+t	druhy	bo,bk,db,bř,sm	
nad	20	70	RN	k+t	typologie	2Z	
vlevo	15	75	RN	k+t	geobiocén	Fagi-querceta humilia	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
1	BUK 1	88	22	7,3	výstavek	velmi kroucený	102
2	dub 1	75	23,9	4,6	výstavek	nad bukem	137
3	dub 2	65	20,7	7	výstavek	nad bukem	110-115

Pozn.: Půdy typu ranker mají kambický horizont a jejich hloubka nepřesahuje kritérium subtypu litického, proto se jedná o RN k+t

4) NPR TÝŘOV – Západně pod vrcholem „U TŘÍ SKALEK“ (ploška: bučina nad lesní cestou)



buk 1/



buk 2/



buk 3/

4					sklon (°)	14-21°	
pozice	hl. (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	240-251°	
střed	33	65	RN	k	geologie	ryolit	
pod	32	65	RN	k	typ lesa	pařezina + výst.	
vpravo	25	65	RN	k+t	druhy	bk,db,bř,sm, md	
nad	38	65	RN	k	typologie	3Z	
vlevo	30	75	RN	u	geobiocén	Querci-fageta humilia	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
1	BUK 1	55	17,5	6,6	výstavek		175
2	buk 2	58	18,5	9,35	2 kmeny		129
3	buk 2	69	22	7,1	- II -		143
4	buk 3	58	18,5	7,7	výstavek		142
5	dub 1	67	21,3	9,8	výstavek		145
6	dub 2	63	20	8,35	výstavek		120

5) PR JOUGLOVKA – JZ cíp rezervace (ploška: levý okraj hřebenu nad balvanitou sutí)



5					sklon (°)	30°	
pozice	hloubka (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	180°	
střed	35	65	RN	k	geologie	buližník a kvarcit	
pod	-	-	-	-	typ lesa	pařezina + výstavky	
vpravo	-	-	-	-	druhy	bk,bo,db,bř	
nad	20	85	RN	k+t	typologie	3Z/0Z	
vlevo	14	60	RN	t	geobiocén	Querci-fageta humilia/ Pineta quercina	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
1	BUK 1	139	44	13,3	výstavek		169
2	ďub 1	143	45,5	10,4	výstavek		187
3	ďub 2	107	34	7,35	výstavek		189

Pozn.: Jedná se o oligotrofní kambické rankery. Levý výkopek u reliktní borovice má však pod humusovým horizontem světlý šedohnědý horizont podobný podzolovému.

6) NPR TÝŘOV – Na VÁPENNÉM VRCHU (ploška: jižně od hlavní pleše)



6					sklon (°)	33°	
pozice	hloubka (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	270°	
střed	20	65	RN	t	geologie	paleoandezit	
pod	18	65	RN	t	typ lesa	výstavky	
vpravo	18	70	RN	t	druhy	db, bo, bk, hl	
nad	20	70	RN	t	typologie	2Z	
vlevo	24	70	RN	t	geobiocén	Fagi-querceta humilia	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
1	BUK 1	74	23,6	8,85	2 kmeny		min.90
2	BUK 1	67	21,3	7	- II -		99
3	dub 1	91	29	8,85	výstavek		134
4	dub 2	81	25,8	6,6	výstavek		152

7) NPR TÝŘOV – Na svahu VÁPENNÉHO VRCHU (ploška: skalnatý výstup pod předchozí lokalitou)



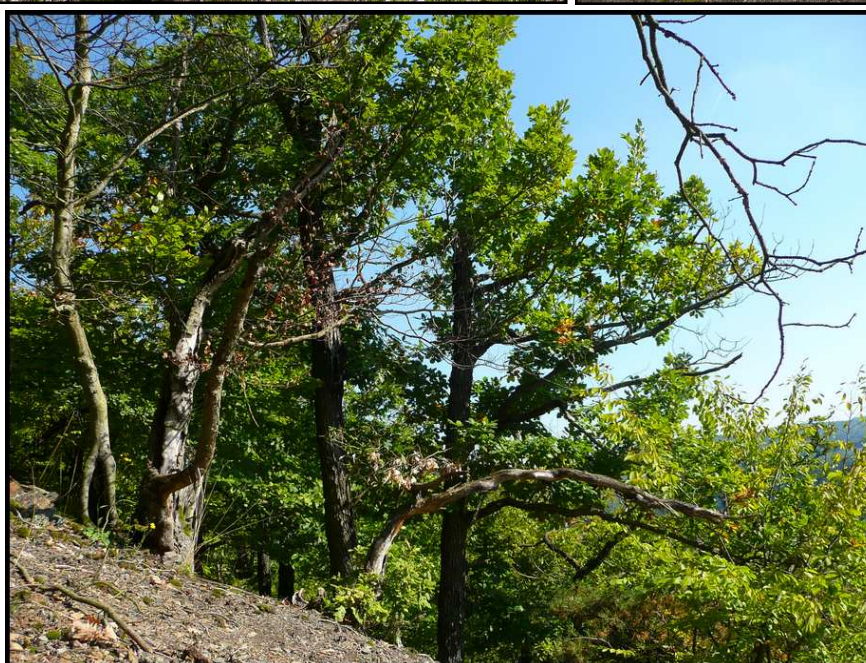
7					sklon (°)	38°		
pozice	hloubka (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	210°		
střed	7	10	LIT	m	geologie	paleoandezit		
pod	8	35	LIT	m	typ lesa	pařezina s výstavky		
vpravo	6	5	LIT	m	druhy	db, br, bk, js		
nad	20	15	KA	t	typologie	2Z		
vlevo	15	15	KA	t	geobiocén	Fagi-querceta humilia		
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka		věk
1	BUK 1	71	22,6	5,5	výstavek			min.80
2	dub 1	66	21	6,6	výstavek			115
3	dub 2	93	29,6	8,8	výstavek			160

8) PR NEZABUDICKÉ SKÁLY – Západní část rezervace (ploška: na hraně úzkého hřebenu)



8					sklon (°)	27° a pod nim 41°	
pozice	hloubka (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	170°	
střed	-	-	-	-	geologie	proterozoické břidlice	
pod	3	-	LIT	m	typ lesa	pařezina s výstavky	
vpravo	11	-	LIT	m	druhy	db, hb, bo, bř	
nad	17	5	RN	t	typologie	2Z	
vlevo	7	-	LIT	m	geobiocén	Fagi-querceta humilia	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
x	BUK 1	70	22,3	1,8	5 kmenů	zlomený	x
x	BUK 1	37	11,8	6,3	-II -		x
1	BUK 1	73	23,2	7,1	- II -		109
2	BUK 1	46	14,6	7,1	- II -		67
3	BUK 1	53	16,9	5,85	- II -		130
4	dub 1	45	14,3	5,05	výstavek		46
5	dub 2	86	27,4	7,8	výstavek		107

9) PR NEZABUDICKÉ SKÁLY – Západní část rezervace (ploška: na strmém srázu)



9					sklon (°)	32°	
pozice	hloubka (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	175°	
střed	25	75	RN	t	geologie	Proterozoické břidlice	
pod	30	70	RN	t	typ lesa	Pařezina s výstavky	
vpravo	20	75	RN	t	druhy	db,bk,br,hb	
nad	4	-	LIT	m	typologie	2Z	
vlevo	30	75	RN	t	geobiocén	Fagi-querceta humilia	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
x	BUK 1	22,5	7,2	1,4	4 kmeny	zlomený	x
x	BUK 1	47	15	3	- II -		x
3	BUK 1	30	9,6	4,1	- II -		min.45
4	BUK 1	25	8	4,6	- II -		min.48
4	Dub 1	34	10,8	3,9	výstavek		90
5	Dub 2	43,5	13,9	5,6	výstavek		97

10) PR STŘÍBRNÝ LUH – Severní část rezervace (ploška: nad cestou)



buk 1

buk 2

10					sklon (°)	32°	
pozice	hloubka (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	235°	
střed	24	60	RN	k+t	geologie	paleoandezit	
pod	28	60	RN	k+t	typ lesa	pařezina s výstavky	
vpravo	47	30	KA	d	druhy	db, bo, hb, bk	
nad	34	60	RN	k	typologie	2Z	
vlevo	29	65	RN	k+t	geobiocén	Fagi-querceta humilia	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
1	BUK 1	53	16,9	3,65	výstavek		89
2	buk 2	54	17,2	5,25	výstavek		78
3	dub 1	49	15,6	5,1	výstavek		70
4	dub 2	69	22	9,7	výstavek		90

11) PR STŘÍBRNÝ LUH – Severní část rezervace (ploška: pod cestou v blízkosti hranice rezervace)

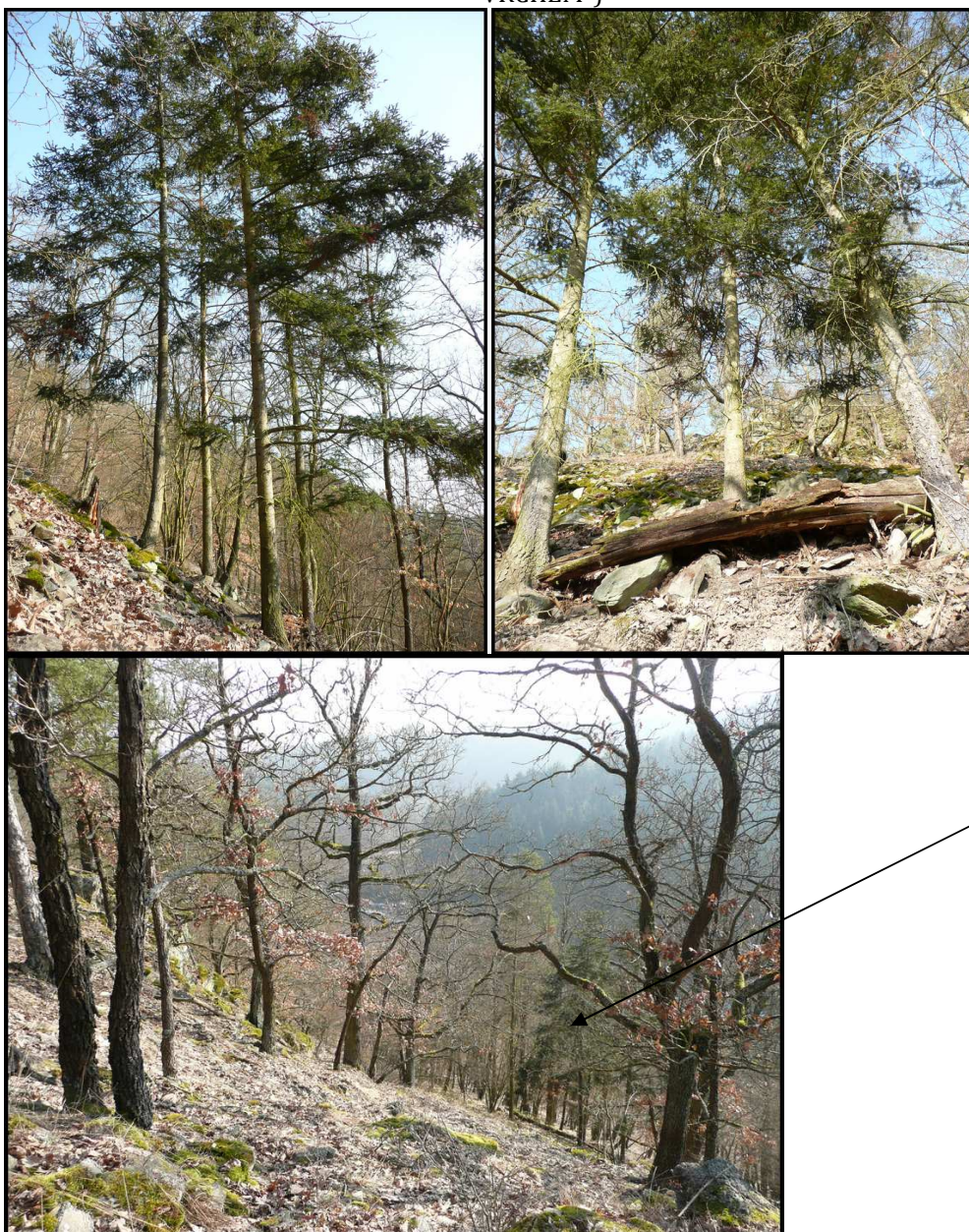


dub 1



11					sklon (°)	40°	
pozice	hloubka (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	250°	
střed	3	40	LIT	m	geologie	paleoandezit	
pod	25	70	RN	k+t	typ lesa		
vpravo	40	70	RN	k	druhy	jlv, db, bk, bo	
nad	6	-	LIT	m	typologie	2Z	
vlevo	2	-	LIT	m	geobiocén	Fagi-querceta humilia	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
1	BUK 1	67	21,3	5,3	Výstavek	obv.měřen cca v 50 cm	75
2	dub 1	58	18,5	3,7	Výstavek	obvod měřen v 60 cm	80
3	dub 2	64	20,4	9,3	výstavek	obvod měřen v 60 cm	73

12) POTOK JAVORNICE - SZ od obce Modřejovice (ploška: JZ pod skalnatým „OSTRÝM VRCHEM“)



12					sklon (°)	35°	
pozice	hloubka (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	195°	
střed	44	60	RN	k	geologie	split	
pod	41	50	KA	r	typ lesa	pařezina s výstavky	
vpravo	37	50	KA	m	druhy	hb, bo, lp, db, bk, lsk	
nad	40	80	RN	s	typologie	2C	
vlevo	38	75	RN	m	geobiocén	Querceta fagina	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
1	JEDLE 1	62	19,7	13,2	výstavek		80-83
2	JEDLE 2	60	19,1	11,65	výstavek		69
3	JEDLE 3	54	17,2	10,2	výstavek		95
4	dub 1	63	20	11	výstavek		53
5	dub 2	55	17,5	7,65	výstavek		46

13) POTOK JAVORNICE - JJV od „ČERTOVÉHO KOPCE“ (ploška: malý skalní výstup nad potokem)



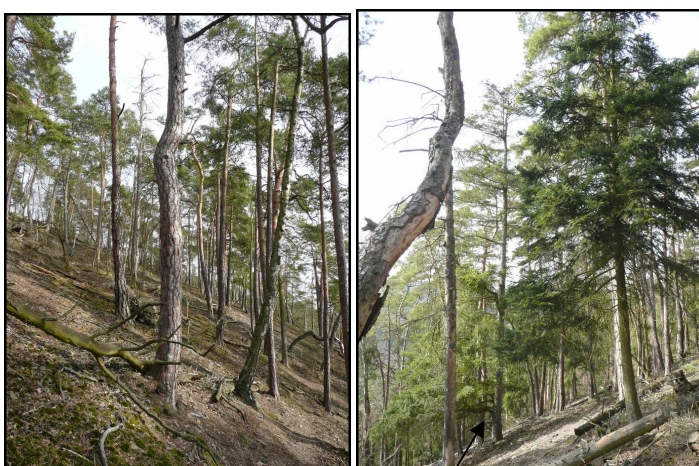
13					sklon (°)	28°	
pozice	hloubka (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	180°	
střed	20	60	RN	d+t	geologie	proterozoické břidlice	
pod	35	10	KA	d+t	typ lesa	výstavky	
vpravo	38	25	KA	d+t	druhy	bř, bo, sm,md	
nad	16	20	KA	t	typologie	0M	
vlevo	14	20	KA	t	geobiocén	Pineta lichenosa (Cladonio-Pinetum)	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
1	JEDLE 1	65	20,7	11,7	výstavek		91
2	bříza	60	19,1	11,9	výstavek		min.50
3	borovice	58	18,5	13,5	výstavek		73

14) POTOK JAVORNICE - JZ od „ČERTOVÉHO KOPCE“ (ploška: SZ od předešlé plošky)



14					sklon (°)	37°	
pozice	hloubka (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	242°	
střed	44	80	RN	d	geologie	proterozoické břidlice	
pod	45	80	RN	d	typ lesa	výstavky	
vpravo	46	10	KA	d	druhy	bo,bř,db,níže lsk,	
nad	38	25	KA	d+t	typologie	0M	
vlevo	40	15	KA	d+t	geobiocén	Pineta lichenosa (Cladonio-Pinetum)	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
1	JEDLE 1	61	19,4	14,1	výstavek		141
2	borovice 1	89	28,3	11,9	výstavek		172
3	dub 1	75	23,9	15,8	výstavek		66
x	dub 2	68	21,6	12,6	výstavek		
x	dub 3	77	24,5	13	výstavek		

15) POTOK JAVORNICE- JZ od „ČERTOVÉHO KOPCE“ (ploška: SSZ od předešlé plošky)



Pohled od jedle

15					sklon (°)	30°	
pozice	hloubka (cm)	skelet. (%)	typ	subtyp	expozice	223°	
střed	49	55	RN	z	geologie	proterozoické břidlice	
pod	46	50	RN	z	typ lesa	výstavky	
vpravo	34	30	KA	d	druhy	bo,sm,bř,jd,šp	
nad	44	70	RN	z	typologie	0M	
vlevo	42	50	RN	z	geobiocén	Pineta lichenosa (Cladonio-Pinetum)	
vývrt č.	druh	obvod (cm)	průměr (cm)	výška (m)	typ	poznámka	věk
1	JEDLE 1	95	30,2	15,6	výstavek		140
2	borovice 1	96	30,5	17,5	výstavek		125
3	borovice 2	90	28,7	17,15	výstavek		168