

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra pěstování lesů

**Analýza režimu disturbancí v horských smrkových lesích ve střední
Evropě
– jaká je role disturbancí?**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.
Autor bakalářské práce: Jiří Zelenka

2012

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením Doc.
Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D. na základě vědecké literatury.

Děkuji Doc. Ing. Miroslavu Svobodovy, Ph.D. za věcné rady, které mi byly nápomocné při tvorbě této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je literární rešerše, zaměřená na disturbance horských smrkových lesů střední Evropy. Osvětluje odborné pojmy a popisuje základní disturbanční činitele v horských lesích. Z těch se nejvíce věnuje těm, které jsou nejvíce významné pro střední Evropu. Těmi jsou z abiotických činitelů vítr a biotických lýkožrout smrkový (*Ips typographus*). V práci je popisován vývoj a reakce lesa při působení těchto vlivů. Rozebírá jejich sílu, vliv na porost, intenzitu či vývoj po disturbanci. Dále práce seznamuje s vnímáním uvolnění zápoje z pohledu dendrochronologie a následně s jejími výzkumnými metodami. Zvláště se pak věnuje metodám klouzavých průměrů.

Klíčová slova: dynamika lesa, disturbance a dendrochronologie.

Abstract

This bachelor thesis is a literary search focused on disturbance of the spruce mountain forests of central Europe. It explains specialized terms and describes basic disturbance factors in mountain forests. Among those factors mainly the most important ones for central Europe will be examined. These are wind as an abiotic factor and the bark beetle (*Ips typographus*) as a biotic factor. Within the work is described the development and reaction of forest during the influence of these factors. It analyses its force, its influence on the vegetation, intensity or the development after the disturbance. Furthermore the work informs about the perception of the release of the crown canopy from the dendrochronology point of view and subsequently about its research methods. The thesis especially deals with the method of sliding diameters.

Key words: forest dynamics, disturbance, dendrochronology.

Obsah

Abstrakt.....	4
Abstract.....	5
Obsah.....	6
1. Úvod.....	7
2. Dynamika lesa.....	7
3. Disturbance a její význam.....	9
3.1.1. Přístup k narušení podle historie.....	11
3.1.2. Vliv, síla, intenzita a důsledek narušení.....	13
3.1.3. Hlavní disturbanční činitelé.....	15
3.2. Lýkožrout smrkový (<i>Ips Typographus</i>).....	16
3.2.1. Vliv lýkožrouta na smrkové porosty.....	17
3.2.2. Faktory ovlivňující průběh disturbance.....	19
3.2.3. Reakce a vývoj lesa po napadení kůrovcem.....	21
3.3. Vítr.....	21
3.3.1. Stabilita porostů a příčina disturbance.....	22
3.3.2. Síla větrných disturbancí a jejich frekvence.....	23
3.3.3. Vývoj lesa po vichřici.....	25
3.3.4. Narušení větrem - Šumava Kyrill.....	26
4. Dendrochronologie.....	28
4.1. Uvolnění z pohledu dendroekologie.....	29
4.2. Dendrochronologické metody měření.....	30
4.2.1. Metody klouzavých průměrů.....	31
5. Závěr.....	33
6. Seznam literatury.....	35

1. Úvod

Cílem této práce je vypracování literární rešerše o horských smrkových lesích, jejich výzkumech a významu ve střední Evropě se zaměřením na Šumavu a Bavorský les. Těmto pohořím se též říká „Zelená střecha Evropy“. Součástí této práce bude osvětlení pojmů dynamika lesa, disturbance a dendrochronologie. Velký vliv na les mají disturbance, které se rozdělují podle svého původce a rozsahu. Jsou to náhlé přechodné události, narušení, která postihují jedince i celé porosty. Jinak řečeno jsou to katastrofy porostu. Ovšem toto označení platí pouze z pohledu člověka na hospodářský porost a význam pro něj. Pro přirozené lesy je disturbance jen jedna část vývoje porostu. Les je neustále ovlivňován různými vlivy (větrem, sněhem, světlem, škodlivým hmyzem, houbami apod.), které jsou níže blíže popsány.

Předmětem této práce bude vysvětlení pojmu dynamika lesa a jejího dělení na malý a velký cyklus. Dále prozkoumání problematiky disturbancí, jejich vlivů, příčin a významu se zaměřením na nejvýznamnější typy v horských smrčínách ve střední Evropě (větrné a způsobené hmyzem *Ips typographus* (lýkožrout smrkový)). Třetí částí této studie bude věnována vysvětlení oboru dendrochronologie. Způsobu jakým zjišťuje stáří, historii, vývoj porostů a poté rozdělení metod se zaměřením na dnes nejpoužívanější

2. Dynamika lesa

Dynamika, čili jinak řečeno vývoj lesa, včetně všech jeho cyklů a procesů v něm probíhajících, můžeme rozdělit do dvou cyklů (Míchal 1983) - malý a velký cyklus. Velký cyklus souvisí vždy s velkou katastrofou porostu. Například při vichřici, přemnožením herbivorů či po lesním požáru. Některá společenstva jsou přímo na tyto katastrofy vázána. Například borové lesy v Severní Americe. Často za velký rozpad porostu může vliv člověka (imise, těžba, požár). Po velkém rozpadu porostu následuje sukcese, ztrácí se charakter a mikroklima lesa. Mění se fyzikální vlastnosti, dočasně se zvyšuje zásoba živin, roste intenzita a amplituda radiace, zvětšují se tepelné rozdíly,

zvyšuje se mineralizace a vlhkost, vedoucí někdy až k zamokření půdy (Míchal 1983, Míchal & Petříček 1999, Podrázský 1999).

Do uvolněného prostoru pak nalétávají pionýrské dřeviny. Ve vývoji velkého cyklu se rozlišují určitá stádia.

Fáze přípravná je charakteristická velkým počtem pionýrských dřevin. Tyto dřeviny jsou světlomilné a na ploše působí jako přípravné. Mezi ně se řadí borovice, bříza, osika, olše a různé keře. Přípravné proto, že obsazují bezlesé území a plochu „připravují“ na budoucí klimaxový les. Vytváří řídké porosty, mají rychlý rozpad humusu, vytváří lesní mikroklima a mají široké letokruhy (Míchal 1983, Míchal & Petříček 1999, Podrázský 1999).

Fáze přechodná je již složitější. Má větší zápoj a dvě etáže, kdy se pod pionýrskými dřevinami začínají zmlazovat dřeviny klimaxového stádia. Ty mají pomalejší růst a jsou citlivější k vnějšímu prostředí, proto potřebují pionýrské dřeviny jako prvotní ochranu. Mají též hustší letokruhy. Dále rostou oba typy dřevin společně až do doby, kdy dřeviny klimaxového stádia dosáhnou horní etáže a začnou vytlačovat krátkověké pionýrské dřeviny. Ty se už dále nemohou zmlazovat, jelikož klimaxové dřeviny mají hustý zápoj a není pod nimi dostatek světla (Míchal 1983, Míchal & Petříček 1999, Podrázský 1999).

Fáze klimaxového lesa je typická svou složitou vnitřní strukturou a různověkým porostem. Ekosystém je v tomto stádiu stabilní s dynamickou rovnováhou, která zajišťuje odolnost a produktivitu (Míchal 1983, Míchal & Petříček 1999, Podrázský 1999).

Klimaxové stádium lesního ekosystému je výsledek fylogenetického vývoje lesa (Míchal 1983).

Malý vývojový cyklus se odehrává v rámci porostu. Jednotlivé fáze vývoje se dělí podle věku. Rozeznáváme fázi dožívání, což jsou stromy v maximální výšce a blížící se věkové hranici dosažitelné na daném stanovišti. Hromadí se dřevní hmota – živá i mrtvá, porost se proředňuje a začíná se objevovat zmlazení. Fáze optima je tvořená stromy ve věku 80 až 200 let v hlavní úrovni porostu. Porost je tloušťkově a věkově diferencovaný. Má maximální stabilitu a zásobu dřevní hmoty. Pro fázi dorůstání jsou typické stromy v podrostu s výčetní tloušťkou 4 až 15cm. Tvoří společně mlaziny,

tyčkoviny nebo se nalézají jednotlivě po porostu. Tato fáze je nejvíce výškově i věkově diferencovaná. Jednotlivé fáze se časově překrývají (Míchal 1983, Korpel 1989, Podrázský 1999).

Míchal, v článku z roku 1983, rozděluje porosty podle původu. Dělí je na neporušené, které jsou nedotčené člověkem ani přírodními katastrofami, na porosty přírodní uchovávací si svou pralesovitou strukturu a člověkem jsou ovlivněny jen nevýznamně a dále na porosty přirozené, zahrnující široký rozsah vlivu člověka od lesů obnovených přirozeně či umělou výsadbou. Ovšem jejich prostorová a věková výstavba má menší diferenciaci než lesy přírodní (Míchal 1983).

Člověk vždy ovlivňoval přírodu a lesy. Z toho plyne nezbytnost spojovat zkoumání dynamiky ekosystémů s historickými událostmi a procesy (Míchal 1983).

Dynamika horského lesa je charakterizována pomalými a jemnými procesy na jedné straně a náhlými destruktivními procesy na straně druhé. Tyto procesy mohou být sníh, laviny, vítr či přemnožení lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Následná mladá fáze lesa je velmi ohrožena sněhovými pohyby, okusem zvěří, konkurencí ostatní vegetace a i výskytem patogenních hub. (Schönenberger 2001)

3. Disturbance a její význam

Disturbance je přirozený přírodní a užitečný jev vyskytující se v každém lese. Tímto pojmem se rozumí událost přechodného charakteru, která zabije či naruší jednoho nebo více jedinců. Je to důležitá součást dynamiky lesa (D'Amato 2008). Mohou být dvojího typu, a to přirozené způsobené přírodním faktorem jako je vítr, či umělé - například po těžbě. Rozsah jednotlivých disturbancí můžeme označovat jako „malé, střední a velké“. Malé jsou například spadnutí jednoho či dvou stromů v porostu. Velké oproti tomu zničí velké části porostu. Svým působením vytváří mozaikovitě porosty s věkovou rozrůzněností a složením (Košulič 2009, Storch 1998). „Jak mohou disturbance pozitivně ovlivňovat přírodu? Základní princip spočívá v tom, že přímo likvidují jednotlivé organizmy a snižují tak populační početnosti těch druhů (nebo jejich životních forem), které by jinak ve společenstvech převládly a zatlačily ty ostatní. Díky disturbancím může ve společenstvech vedle sebe existovat větší počet forem organizmů“ (Storch 1998). Obecně je zřejmý oboustranný vztah mezi velikostí

postižených ploch a silou disturbance. Dá se předpokládat, že pokud je porost dosti členitý a různorodý, disturbance nedosáhne ničivé síly na celý porost a omezí se pouze na malé plošky. Tato skutečnost, ale může být změněna například velikostí intenzity disturbance (Storch 1998). Projev každé disturbance je zcela odlišný. Například při napadení porostu lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*) zůstává dřevní hmota stát a jedná se o odstranění vrchního patra v porostu. U větru se dostává ihned na zem, kde tlí a kmeny jsou zde lépe přístupné zmlazení. Disturbance způsobená ohněm má za následek zničení spodního patra (nejedná-li se o korunový požár). To znamená zpopelnění dřevní hmoty, zničení přirozeného zmlazení a následná obnova bude více vyhovovat rostlinám snášející zástin mateřského porostu. Z toho vyplývá, že každá disturbance bude mít i jiný průběh obnovy. Bude se jinak utvářet složení budoucího porostu (Wulder & Franklin 2007).

Už prvním pohledem na přirozený les můžeme zjistit, zdali se jedná o porost narušovaný disturbancemi s větší či menší severitou. Pokud složení dřevinného patra odpovídá stejnověkému porostu s převahou světlomilných dřevin, jedná se o prvně jmenovaný případ. Pokud je porost nestejnověký a rozrůzněný, můžeme se domnívat, že se jedná o disturbancemi méně ovlivněný (Frelich 2002).

Disturbance se označují podle svého původce. Jsou například vzniklé úmyslným vypalováním či přírodním ohněm, záplavami, suchem, sopečnou erupcí, větrnou smrští, tornádem, zemětřesením, škůdci, těžbou, hnojením, aplikací pesticidů, stavbou lidských sídel, silnic a dálnic. Porozumění těmto procesům a důvodům vzniků, nám pomůže k pochopení dynamiky lesa a následné možné efektivnější ochraně hospodářských porostů (Ross et al. 2001).

Nerozeznáváme pouze původce disturbance, ale i její způsob podle místa vzniku. Exogenní způsob znamená, že narušení pochází z vnějšího prostředí. Oproti tomu u endogenního způsobu se jedná o vnitřního činitele (Rogers 1996).

Poznávání režimů dynamiky a disturbancí lesa je velmi důležité vzhledem k udržení lesního hospodářství. V severní Evropě proběhl výzkum zkoumající dynamiku boreálních lesů a vliv hospodářských zásahů do tohoto prostředí. Z výsledků vyplynulo, že z dlouhodobého hlediska je takto hospodářsky udržovaný les trvale neudržitelný. Alespoň na úrovni diverzity. Ruší přírodní cykly a tím přirozený vývoj lesa. Proto je

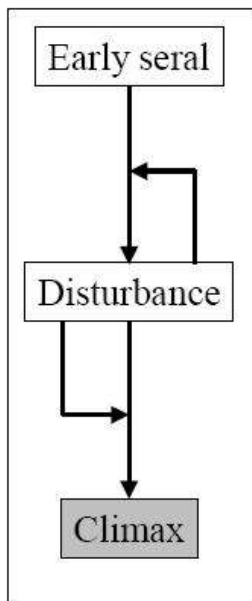
důležité chápat les jako ekologický celek a podle toho na něm také hospodařit (Kuuluvainen 2009).

3.1.1. Přístup k narušení podle historie

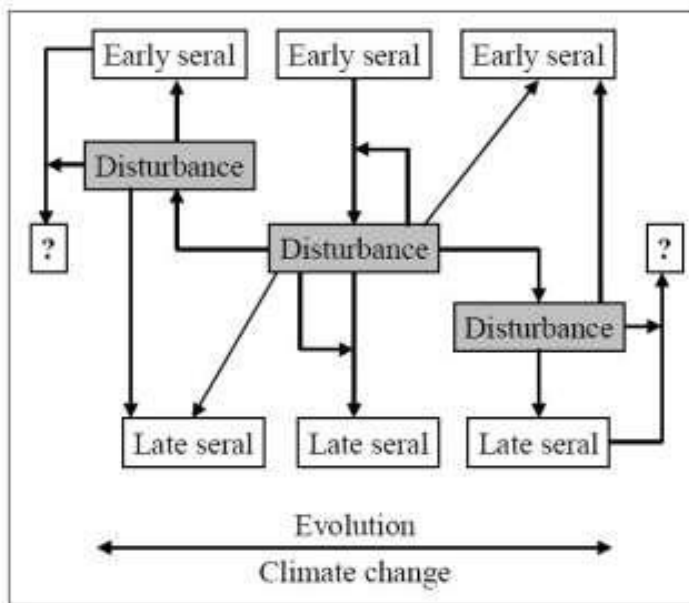
Horské smrkové lesy pokrývající hory střední Evropy mají dlouhou historii lidského využívání, ať se už jedná o produkci dřeva, ochranu půdy proti lavinám a jiným vlivům či ochraně lidské populace a infrastruktury. Postupné uvědomování si stále většího významu lesa a rostoucí obavy o jeho další budoucnost byly také jedním z důvodů pro založení dvou národních parků chránících horské smrčiny na Šumavě. Jeden je v Německu (Národní park Bavorský les) a druhý v České republice (Národní park Šumava). Dohromady zaujímají rozlohu více než 100 000 ha zalesněné půdy. Založením těchto národních parků vznikla příležitost k provádění mnoha vědeckých prací a výzkumů, týkajících se vývoje lesa, lesní dynamiky, disturbancí a ostatních lesních procesů (Svoboda et al. 2010).

Lesní disturbance jsou již dlouhou dobu chápány jako důležitý přirozený jev ovlivňující vývoj lesa. Ovšem až v posledních dvaceti letech se jimi začali zabývat vědci. V roce 1900 byly disturbance považovány jen za dočasné poruchy. Les se vždy a nevyhnutelně vyvíjel do klimaxového stádia. To bylo dáno podnebím, půdními podmínkami, topografií a na daném místě i historií evoluce živočichů. Při této skutečnosti se vývoj porostu posunuje vpřed a vzad po předem dané vývojové ose. Tyto katastrofy jsou navzájem spolu propojené. Například je-li někde způsobená disturbance kůrovcem (*Ips typographus*), následně je zde zvýšené riziko lesního požáru. Lesník tuto skutečnost vždy ovlivňoval proředěním porostu. Tím změnil mikroklima a posílil zbylé stromy na obranu. Dnes už víme, že disturbance může nejen obnovit proces sukcese, ale též pozměnit její směr vývoje ke klimaxovému stádiu, který by bez ní nenastal. Toto je také důvod, proč se dnes vědci věnují pochopení těchto procesů. Následné výsledky studií se mohou využít v efektivnějším lesním hospodářství (Ross et al. 2001).

Následující schéma na obr. 1 zachycuje vnímání disturbance dříve a dnes. Je zde vidět, že se chápání nejen rozšířilo, ale i prohloubilo.



Obr. 1 Toto schéma zobrazuje vnímání ekologické dynamiky kolem roku 1900, s důrazem na rostlinné dědictví a cílové klimaxové stádium (Ross et al. 2001).



obr. 2 Zde je zobrazení dnešního pojetí disturbance jako komplexního lesního ekosystému s důrazem na určování narušení struktury systému, složení a procesů (Ross et al. 2001).

3.1.2. Vliv, síla, intenzita a důsledek narušení

Každý, kdo se zabývá výzkumem v lese, musí umět rozlišovat intenzitu a závažnost poruch vznikajících v lesním porostu. Intenzita je množství energie uvolněné při fyzickém porušení porostu. Závažnost poruchy je poměr mezi celkovým rostlinným krytem a jedinci disturbancí usmrčenými v dané oblasti (Frelich et. al. 2002). Ve střední Evropě nejvíce škodí disturbance způsobené větrem a lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*). Ty se zde vždy vyskytovaly v hojném měřítku. V 17. a 18. století zapůsobili na Šumavu vichřice takové intenzity a síly, že to ovlivnilo nejen porosty člověkem pozměněné, ale i zcela přirozené lesy (Svoboda 2008).

Podle Frelicha se dají disturbance rozdělit do tří kategorií.

1. Narušení s nízkou intenzitou působí pouze místně v jednotlivých částech porostu. Příkladem mohou být vichřice, které mohou náhodně odstranit z porostu jednotlivé vzrostlé stromy. Tím se vytváří porosty mozaikového typu (Frelich 2002).

2. Střední narušení zničí většinu porostu, ale ponechá významnou regenerační zásobu ve formě zmlazení a vzrostlých stromů. Jedná se například o vichřici, která odstraní vrchní patro porostu, ale zanechá podrost více méně neporušený, či o nadměrný okus zvěří, která při průchodu pasekou značnou část mladých stromků zkouše, ovšem některé zůstanou netknuté (Frelich 2002).

3. Velké narušení znamená celkové zničení porostu se všemi jeho etážemi. Nejlepším příkladem jsou korunové požáry nebo po velkoplošné holoseči pálení klestu (Frelich 2002).

Obmýtlí „Rotation period“ je definováno jako doba, za kterou bude porost narušen ať již úmyslně či přírodními procesy. Dá se vypočítat pro narušení jakéhokoli druhu. Ať jde už o těžbu, vítr, oheň apod. Tím pádem můžou mít některé porosty více period. Přírodní periody poukazují většinou na životnost nějakého druhu. Zato obchodní periody „commercial rotation period“ jsou nastaveny na největší produkci daného druhu. Hlavní rozdíl je takový, že přirozená perioda se řídí přírodními zákony a je člověkem neovlivněná, tudíž více náhodná než obchodní, která je cílevědomá (Frelich 2002).

Pro určení intenzit a četností se dá použít metody, při které si představíme, že každý případ uvolnění či náhlý prudký přírůst stromů nalézajících se v mezerách představuje událost, odhadující narušení v daném desetiletí. Míra závažnosti se při této metodě určí

jako procento všech vzorových stromů v porostu s počátečním zápojem vždy na začátku každého desetiletí. Výsledná chronologie je přibližný odhad poměru stojících stromů tvořících zápoj k porostním mezerám v dané dekádě. Metoda je primárně určena k rozlišení střední a velké intenzity disturbance, jelikož při četnosti malých mezer může být podceněna. Avšak tato metoda dobře vystihuje a zobrazuje zapojení stromů, ať už při fázi s malými mezernatými narušeními, či velkými disturbancemi. Jelikož jsou některé stromy starší, než je doba započetí měření chronologie a ostatní stromy se mohou uvolnit i více než jednou, nemusí být intenzita disturbancí vždy 100% pro danou plochu (Frelich & Lorimer 1991).

Důsledkem narušení je regenerace, rozrůzněnost a věková variabilita. Toto narušení je v horských lesích způsobeno nejčastěji větrem, sněhem a náletem lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Ve Švýcarsku byl uskutečněn výzkum, jakým způsobem lze tyto procesy omezit či je využít. Těmto procesům se zabránit nedá, ale dají se zmírnit a přizpůsobit jim využívání lesa. Studie prováděná ve Švýcarsku zjistila, že aktivní zalesňování a péče o les je z ekonomické stránky neúnosná. Zažité zásahy do porostu po disturbanci byly i sanitární těžby. Ty se už v dnešní době nepovažují za zcela nejlepší řešení. Zde se ovšem musí zvážit důsledek těžby či ponechání dřevní hmoty v porostu, a to z hlediska ochrany porostu. Ponechání dřevní hmoty může zlepšit strukturní rozmanitost, tvoří mikroklima, podporuje odolnost zmlazení proti sněhové pokrývce. Ovšem má to i svá rizika. Dřevní hmota se může stát ohniskem výskytu lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Brání v přístupu do lesa lesní mechanizaci. Snaha lesníků o nový přístup k lesnímu hospodářství vychází ze změny vnímání a požadavků veřejnosti na lesní porosty. Též významnou roli hraje ekonomická situace (Schönenberger 2001).

3.1.3. Hlavní disturbanční činitelé

Studie na disturbance ve střední Evropě jsou relativně vzácné, jelikož neexistuje dostatek velkých porostních ploch přirozených horských smrčín. V dlouhé historii střední Evropy je těžké rozlišit přírodní či antropogenní vlivy. Například studie vlivu ohně jako disturbančního činitele na horské smrkové porosty nemá pro střední Evropu velkého významu. Zde nás zajímají jiní disturbanční činitelé (Svoboda et al. 2010).

Mezi hlavní disturbanční činitele ve střední Evropě patří vítr a hmyz. Jelikož chybí rozsáhlé celky pralesů je zde obtížné pozorovat čistě přírodní procesy. Mezi nejčinnější zdroje poznání těchto procesů patří bezpochyby historické prameny. Ty nám mohou objasnit frekvenci a sílu disturbancí. Například na území České republiky se ničivé vichřice o rychlosti 120 – 160 km/h opakují průměrně jednou za 100, 200 až 300 let (Svoboda 2008). To dokazuje i tabulka 1 s daty o posledních dvaceti vichřicích v Národním parku Šumava silnějších než je 32,5 m/s. Červeně označen v roce 2007 je poslední orkán Kyrill (Kyrill 2008).

Tabulka 1: Data vichřic silnějších než 32,5 m/s. (Kyrill 2008).

> 32,5	m/s
12.11.1977	33,0
26.11.1983	33,1
23.11.1984	38,0
24.11.1984	41,1
20.1.1986	37,1
20.10.1986	33,0
19.12.1988	33,7
13.12.1989	36,0
22.12.1989	32,9
25.1.1990	32,6
4.2.1990	33,0
26.2.1990	36,9
1.3.1990	44,4
9.3.1990	33,3
23.12.1991	32,5
24.1.1993	34,4
9.12.1993	34,0
22.1.1995	33,6
23.1.1995	37,4
27.1.1995	34,4
26.10.2002	32,5
18.1.2007	38,0

Nezanedbatelným faktorem je fakt, že výskyt lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) je velmi úzce spjatý s ničivými vichřicemi. V padlé dřevní hmotě je lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) schopen namnožit se do takové míry, že napadne i zdravý porost a velikost původní disturbance o mnoho zvětší (Svoboda 2008). Obzvláště nedávné ničivé vichřice v letech 1986, 1999, 2007 a 2008, které způsobily obrovský nárůst lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) upozornily na důležitost těchto disturbancí. (Svoboda et al. 2010).

3.2. Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*)

Lýkožrouti se řadí do čeledi Scolytidae a jsou jedněmi z nejnebezpečnějších škůdců v lesnictví. V Evropě se vyskytuje asi 154 druhů a škodí na různých druzích stromů. Ovšem nejzávažnější problémy pro lesnictví střední Evropy představuje lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) (Lauscha 2010). Je velmi často skloňovaný ve spojení s disturbancemi v Národním parku Šumava a Národním parku Bavorský les. Přesto, že je to nejspíše nejznámější hmyzí škůdce, není dostatečně probádán. Touto problematikou se zabývá německý vědecký pracovník Prof. Dr. Reinhard Schopf. Zaměřil se především na zatím ne zcela probádané vlastnosti tohoto škůdce, kterými jsou letové schopnosti a jeho šíření (Schopf 2009).

Dospělý jedinec brouka je dlouhý mezi 4,2 až 5,5 mm válcovité načervenalé, nahnědlé až černé tělo (Lauscha 2010). Začátek životního cyklu je rojení. To začíná na jaře, jakmile teploty přesáhnou 16°C. Kůrovec je schopen za příznivých podmínek zvládnout i „sesterská pokolení“. To nastává, když se brouk po 3 týdnech vývoje vyrobí a hned napadne sousední strom. Obvykle má lýkožrout 2 hlavní pokolení do roka. Spolu s jevem čím dál tím dříve přicházejícího jara je nestálá doba rojení velkou překážkou v obraně proti tomuto škůdci (Schopf 2009).

Při páření snubní komůrku vytváří samec. Do té naláká samici. Ta poté vytvoří mateřskou chodbičku s malými jamkami po stranách. Do těchto jamek poté naklade vajíčka. Do každé jamky 1 vajíčko. Klade jich přibližně 50. Vylíhlé larvy dělají žír kolmo na mateřskou komůrku. Larvální chodbička končí v kukelné komůrce (Lauscha 2010). Larvy procházejí třemi stádii. Po projití všemi těmito stádii se zakuklí a vylíhnou se z nich prozatím světlí dospělci. Ti nevy létávají, nýbrž začnou konat tzv. „zralostní žír“ trvající přibližně 40% času z celkového vývoje (Schopf 2009). Celá generace od páření do dospělce trvá od 7 do 11 týdnů (Lauscha 2010). Přezimování je převážně na napadeném stromě ve formě dospělců s ukončeným „zralostním žírem“. Pouze při vysokém přemnožení a činnosti datlovitých ptáků může přezimování probíhat na zemi u paty stromu (Schopf 2009).

Způsob jeho šíření je vzduchem. Ovšem pouze na velmi malé vzdálenosti. Z pozorování v Národním parku Bavorský les od roku 1989 spolu s testováním v laboratoři se zjistilo, že 65% nově napadených stromů je pouze ve 100 metrech od ohniska rojení a 95% ve vzdálenosti do 500 m (Schopf 2009).

Délka letu je ovlivněna i tím, v jakém lýku se jedinec lýkožrouta jako larva vyvíjel. Kvalita lýka totiž určuje velikost tukového tělíska dospělého. Jedinci s malým tělískem většinou zůstávají na stromě. Zato ti s větším tělískem létají (Skuhravý 2002).

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) patří mezi brouky, kteří ve stádiu svého optima napadají pouze oslabené a nemocné stromy smrku ztepilého (*Picea abies*). Avšak při přemnožení začne napadat i jedince zdravé a i v místech jejich růstového optima. Je to nejvýznamnější škůdce na smrkových porostech ve střední Evropě. Například v Národním parku Bavorský les je již 25 let přemnožen. Zde taky vznikla podrobná studie jeho životních cyklů od Prof. Dr. Reinharda Schopfa (Schopf 2009).

3.2.1. Vliv lýkožrouta na smrkové porosty

Studie na toto téma vznikla v Národním parku Bavorský les. Od roku 1988 až do roku 2000 byl Národní park letecky fotografován. Tyto fotky byly poté v roce 2001 naskenovány a v roce 2004 převedeny do digitální podoby. Pomocí počítačů byly vytvořeny mapy, na kterých bylo zřetelné šíření kůrovce. Výsledkem této studie bylo rozdělení pozorování na 5 období (Baier et al. 2007).

I období (1990-1993) Latentní infikování prorostu po bouři na podzim roku 1983-1984

II období (1993-1996) Střední celoroční gradace

III období (1996-2000) Silná celoroční gradace

IV období (2000-2004) Po rozpadové období po vlně veder v roce 2003

V období (2004-2007) Vytrvalá příkrá gradace stále po vlně veder v roce 2003

Ohniska výskytu lýkožrouta se převážně nalézají na místech narušení po silné vichřici a s příznivými klimatickými podmínkami. V poslední době má velký růst početnosti lýkožrouta ničivý dopad nejen na porosty, ale i na ekonomiku lesního hospodářství, vzhledem k znehodnocování dříví, nutnosti nahodilých těžeb a sanitárních opatření (Baier et al. 2007).

Jako příklad si můžeme vzít kácení stromů ve Slovinsku. Tam bylo v roce 2005 vytěženo nahodilými těžbami kvůli kůrovci 747 000 metrů krychlových dřeva což je 22,9% z celkového objemu pokáceného dříví, nebo 9,9% z celkové těžby Slovinska (Ogrisa 2009). V roce 2007 postihl Národní park Šumava větrný orkán Kyrill. Ten měl naměřenou nejvyšší rychlost 38m/s na meteorologické stanici Churáňov, 18.1.2007. Tato ničivá síla dohromady s porosty narušenými předchozími zásahy a těžbou za

účelem zpomalení šíření kůrovce měla ničivý dopad. Velikost poškození na plochu je v tabulce 2 (Kyrill 2008).

Tabulka 2.: Rozloha lesních porostů ve druhých zónách ochrany přírody dle údajů lesní hospodářské evidence (LHE) tabulka ze zprávy o orkánu Kyrill od NP Šumava (Kyrill 2008).

	celkem ha	6.LVS (ha)	7.LVS (ha)	8.LVS (ha)
Rozloha porostů ve II. zónách	41.815	18.465	15.551	7.799
Orkáнем Kyrill bylo ovlivněno	22.573	11.300	7.859	3.414
Celková redukovaná holina z nahodilé těžby vzniklá	695	182	222	291

Díky tomuto orkánu se v Národním parku Šumava namnožil kůrovec do takového množství, že napadl zbylé stojící smrky ať již zdravé či poškozené. Toto je dobře patrné z tabulky 3, která zobrazuje odchyt kůrovců do lapačů na 7 lokalitách rok po orkánu Kyrill (Kyrill 2008).

Tabulka 3: napadená aktivní hmota v roce 2008 (Kyrill 2008)

Lokalita	% napadení	Celkem m ³ - hmota ponechaná samovolnému vývoji	Celkem m ³ - hmota napadená kůrovci (aktivní v roce 2008)
Kalamitní svážnice pod Trojmeznou	100	16 000	14 600
Modravské slatě	100	800	700
Černá hora	70	2 500	1 600
Plesná	27	11 250	2 700
Jelení Skok	10	10 000	900
Ždánidla	22	4 950	1 000
Polom	25	15 000	3 500
Celkem		60 500	25 000

3.2.2. Faktory ovlivňující průběh disturbance

Jakýkoli porost neustále ovlivňují biotické a abiotické podmínky prostředí. Biotické podmínky jsou genetické vlastnosti jednotlivých stromů, celkový zdravotní stav porostu i s jeho prostorovým uspořádáním, hustotou a věkovou rozrůzněností. Celkový zdravotní stav má značný vliv na výskyt hub a jiných škodlivých patogenů. V neposlední řadě nesmíme též zapomenout na vztahy mezi kůrovci a jejich vývojovými stádii. Z faktorů abiotických se jedná o teplotu, vítr, klimatické podmínky a půdní vlastnosti. Velmi významný vliv mají též dlouhodobé vlivy. Ať se jedná o imise, kyselé deště či dlouhodobá změna průměrných teplot. Tyto podmínky oslabují jedince i celý porost, snižují vitalitu a mohou mít za následek i opad jehlic či úhyn celých porostů (Skuhravý 2002).

Takový případ se stal v České republice v pohoří Krkonoše. Velké zatížení porostů imisními podmínkami a turismem byly jedny z hlavních příčin rozpadu celých porostů. Krkonoše se nalézají na hranicích s Polskem, ve kterém tepelné elektrárny ještě na konci osmdesátých let produkovaly 900 tisíc tun SO₂ ročně. Nesmí se ale zapomínat ani na produkci z české strany. Tato zátěž dohromady s drsnými klimatickými podmínkami, nevhodnou skladbou druhovou, věkovou i prostorovou, která měla za následek také změnu poměrů v půdě a celkově snížená obranyschopnost proti chorobám a škůdcům, měla za následek rozsáhlé těžby. Do roku 1994 bylo imisní těžbou vytěženo 7 000 ha lesa (<http://www.krnap.cz/historie-vlivu-cloveka/>).

Zvyšující se teplota ve vegetačním období má za následek více pokolení lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*). Místo jedné generace za rok se při nadstandardních podmínkách mohou vyrojít tři. Nezanedbatelné zvýšení též způsobují sesterská pokolení. Největší vliv na to, kolik bude generací do roka, má teplota na jaře a velikost průměrných teplot během roku. Teplota totiž urychluje vývoj. Ovšem neplatí pravidlo, že pokud je teplé jaro, bude gradace lýkožrouta. To samé platí i naopak. Jeli chladné jaro, gradaci to nevyklučuje (Skuhravý 2002).

Důvodem, proč je teplota tak důležitá je ten, že způsobuje vysychání buněk stromů. Tím se snižuje obranyschopnost stromu. Nejvíce se tento jev projevuje v přirozeně vlhkém prostředí. V sušším prostředí jsou na tento stav stromy přivyklé. A to tím způsobem, že mají hluboký kořenový systém. Oproti tomu na vlhkých stanovištích mají kořenový systém blíže k povrchu. Když se sníží hladina spodní vody i na kratší dobu je to citelná změna (Skuhravý 2002).

Je obecně známo, že lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) je sekundární škůdce. Tudiž jeho prvotní gradace je závislá na disturbancích abiotického charakteru. Ty bývají nejčastěji způsobeny větrem, sněhem a námrazou. Vítr způsobuje vývraty, či na venek neznatelné potrhání kořenového vlášení. V tom případě je oslabujícím článkem až následný přísušek. Sníh a námraza způsobují vrcholové zlomy, což je poškození vhodnější pro výskyt lýkožrouta lesklého (*Pityogenes chalcographus*) (Skuhravý 2002). Genetické vlastnosti a schopnost se adaptovat na dané podmínky, jsou základním předpokladem obranyschopnosti a dobré vitality smrku. Strom se náletu lýkožroutů brání tím, že je zalévá pryskyřicí. Ovšem je-li strom oslaben či je příliš vysoká populace lýkožrouta, nedokáže se ubránit (Skuhravý 2002).

3.2.3. Reakce a vývoj lesa po napadení kůrovcem

První co se projeví po disturbanci je uvolnění stávajícího zmlazení. Velké objemy suchého dřeva v porostu zvyšují možnost výskytu lesního požáru. Pozorováním je však dokázáno, že pro vznik velkého rizika požáru, by se musela kůrovcová kalamita opakovat několik let po sobě. Ovšem dřevní hmota zůstávající v porostu, obohacuje lesní půdu o tlející dřevo, které je důležité pro obnovu (Kulakowski et al. 2004). Tato skutečnost se především vztahuje na oblast Severní Ameriky, kde bylo pozorování prováděno.

3.3. Vítr

V posledních letech rapidně vzrostl počet přírodních katastrof. V porovnání mezi lety 1990-1999 vzrostl počet velkých katastrof až čtyřikrát, oproti letům 1950-1959. Nejčastější jsou zemětřesení a povodně. Vichřice jsou hned za nimi na třetím místě. Ačkoli není prokázána vazba, předpokládá se, že existuje vztah mezi rostoucí intenzitou a frekvencí katastrof a globálním oteplováním. Toto ovšem může být způsobeno pouze zvýšenou pozorností lidské populace na tyto jevy, díky rozvoji informačních technologií či vyšší vnímavosti k meteorologickým jevům. Vítr je ve střední Evropě jeden z nejzávažnějších meteorologických jevů. Často jsou silné větry doprovázeny ztrátami na majetku, jako jsou polomy či poničené budovy a někdy i ztráty na životech. Vyskytují se zde dva typy větrných jevů. První je v letním období od dubna do září a označuje se jako konvektivní bouře. Druhý typ je ve formě vichřic podél tlakového gradientu s výskytem v zimních měsících od října do března. První typ letního větru je spojen s bouřkovými mraky silných bouří trvající většinou jen krátce a tvoří jen pomístné škody (Brázdil 2003).

Pro řádné pochopení cyklů větrů potřebujeme dlouhodobé pozorování. Jelikož moderní záznamy o počasí nejsou dostatečné, musí se dlouhodobé záznamy čerpat z kronik, soukromých deníků, korespondence, zápisků o pozorování novin a podobně. I když tyto data mají různou věrohodnost a vypovídací hodnotu, dají se podle nich sestavit přibližné chronologie silných větrů (Brázdil 2003).

Škody způsobené větrem můžeme rozdělit na přímé a nepřímé. Přímé jsou způsobeny samotným větrem na budovách, domech či jiných objektech (sloupky elektrických linek,

poškození střechy). Nepřímé škody vznikají unášenými předměty, jakými mohou být třeba části střech, v důsledku povalení jeřábu na nějaký objekt či vykořeněním stromů (Brázdil 2003).

V původních lesích pěstovaných podle přírodního vzoru bylo méně katastrof. Les byl odolnější proti silným větrům. Ovšem na přelomu osmnáctého a devatenáctého století se zavedl nový způsob hospodaření. Byla zvýšena produkce, ovšem rozšíření monokultur smrku a výsadba dřevin v nevhodných přírodních a klimatických podmínkách znamenala, že rozsah orkánů a tornád byl daleko ničivější (Brázdil 2003).

3.3.1. Stabilita porostů a příčina disturbance

Jak bylo zmíněno výše, stabilitu nejvíce ovlivnil člověk na přelomu osmnáctého a devatenáctého století tím, že vysazoval dřeviny mimo jejich optimum, do pro ně nevhodných přírodních podmínek. To mělo za následek následnou sníženou vitalitu a stabilitu porostů (Brázdil 2003).

Stabilitu a odolnost porostu ovlivňují místní poměry biotických a abiotických podmínek. Také ale intenzita bouře nebo geografie terénu při nárazu větru. Biotickými faktory ovlivňující nárazy větru jsou druhová skladba, hustota porostu a velikost jednotlivých stromů a vztahy k ostatním patogenům porostu. Abiotické vlastnosti ovlivňující větrné škody jsou rychlost samotného větru, topografie a půda (Evans 2007). Nejlepší stabilitu poskytují písčité půdy, jelikož umožňují dobré prorůstání do hloubky. Poté jsou hlinité s nánosy usazenin jemného písku. Dále jsou to jílovité a rašelinné (Frelich 2002). Velký vliv mimo druhu půdy hraje taky její momentální stav. Je-li půda suchá, rozměklá či zmrzlá. Toto vede k závěru, že vítr o síle 75 km/h může některé porosty poškodit, ale na druhé straně jim poškození způsobit nemusí. Vichřice je definována působením rychlosti 75 km/h větru po dobu alespoň deseti minut. A takovéto vichřice se vyskytují téměř každý rok (Valenta 2007).

Odolnost porostu vůči větru se v průběhu růstu mění. Nízké a pružné semenáčky jsou odolnější nežli dospělé stromy. Stromy rostoucí v podrostu, které jsou utlačované dominantami a tudíž rostou pomaleji, jsou vůči větru odolnější než dřeviny dominantní. To je způsobeno lepším poměrem výšky a tloušťky. Poškození porostů se liší podle druhu dřeviny (Evans 2007).

Vzrostlé smrky s výčetní tloušťkou ≥ 46 cm jsou 1,5 krát častěji vyvráceny a lámány než stromy stejné výšky a věku o výčetní tloušťce 26 až 45,9 cm. Ty jsou ovšem 1,5 krát častěji postiženy vyvrácením než stromy mladé ve stádiu tyčoviny o tloušťce 11 až 25,9 cm. Toto tvrzení je podloženo třemi důvody (Frelich et al. 1991).

1. Pro rozložení síly větru je potřeba pružného a ohebného kmene. To je důvod, proč se porosty stávají stářím méně stabilní. Čím širší kmen, tím méně pruží. Pokud strom nedostatečně pruží, má to za následek, že celý poryv větru procházející stromem působí na bázi. Toto přetížení působí jako páka. Výsledkem tohoto jevu je poškození, vyvrácení či zlomení stromu (Frelich 2002).

2. Velké a staré stromy mají velkou pravděpodobnost, že jsou postiženy hnilobami. Ty nejčastěji napadají báze kmene či oblasti kořenového krčku. Tudíž části kmene, které jsou nejvíce namáhány. Některé druhy stromů se stávají dutými. To má za následek snížení hmotnosti kmene, tím zmenšení velikosti působících sil na kritických místech a strom se i přes svou tloušťku může při větrných smrštích kymáčet (Frelich2002).

3. Vítr dosahuje vyšších rychlostí u špiček stromů v korunách v horní části zápoje než v porostu (Frelich2002). Jako příklad autoři uvádějí disturbanci, která odstraní 20% zápoje porostu. Z toho by odstranila přes 9% z korunového patra plně vzrostlých stromů, přibližně 6% vyzrálých stromů a 4% stromů mladých. Nově otevřené části porostu bez hlavních jedinců se náhle dostávají do fáze regenerace a těmi hlavními se zde stávají semenáčky a mladé stromky. Tento jev vede obzvláště u starší vývojové fáze k rozptýlení starších jedinců mezi mladší stromy (Frelich & Lorimer 1991, Frelich 2002).

3.3.2. Síla větrných disturbancí a jejich frekvence

Větrná disturbance není to samé co vichřice. Za vichřici považujeme každý vítr silnější než 75 km/h působící po dobu minimálně deseti minut. To je sice už bořivá síla větru, ale nemusí to znamenat, že porost poškodí. Důvody tohoto jevu, již byly uvedeny výše. Vichřice se ve střední Evropě vyskytují každý rok (Valenta 2007).

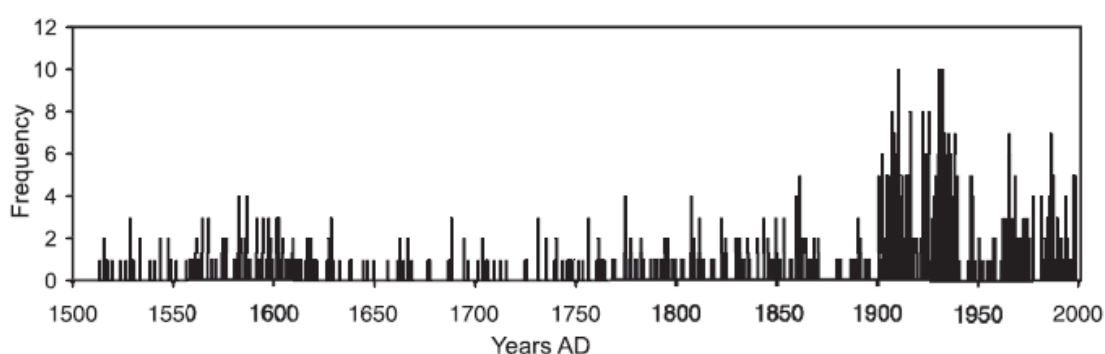
V tabulce 1. je názorné zobrazení maximálních sil bouří ve střední Evropě (Kyrill 2008).

Rychlost větru vzrůstá lineárně od svého normálu mezi 10-20km/h po 100km/h. Stejným způsobem roste i síla větru působící na porost. Čím je větší síla větru, tím jsou stromy aerodynamičtější a začínají vytvářet proudnicové tvary. Nejprve se ohýbá listí. Následně se silícím větrem se začínají ohýbat i větve. Tento jev seřadí větve i listy do pozice minimálního tření. Tím je dosaženo minimální plochy, na kterou působí vítr. Některé jehličnany jsou schopny snížit působení větru až o 45% při rychlosti větru 40 km/h . Při stále rostoucí síle větru, už nemůže strom vyhovět snižováním plochy. Proto na strom začne vítr působit silou, která narůstá s druhou mocninou rychlosti větru (Frelich 2002).

Na vytvoření modelu, jehož výsledkem by byla frekvence a síla disturbancí na daném místě, je zapotřebí dlouhodobého pozorování. Takové pozorování můžeme pouze odvodit z historických zdrojů. Například na území České republiky pochází první věrohodný záznam o vichřici od Kosmasa v roce 1119 (Brázdil 2003).

Všechny zaznamenané případy silného větru v České republice pocházející z historické dokumentace, jsou rozděleny podle tří hledisek, a to podle typu události, rozsahu a charakteru poškození. Jen tornáda mají vlastní kategorii. Na obrázku 1 je zobrazena frekvence silných větrů na území České republiky.

Obr. 1. Pozorování výskytu silných větrů v České republice 1500 až 1999. V souvislosti s výskytem konvektivních bouří.



Tento obrázek zobrazuje silné větry v České republice od roku 1500 do roku 1999. Stoupající frekvence bouří od šestnáctého století, může být způsobeno lepší kvalitou získaných historických pramenů. Jsou však zde patrné dvě maxima, a to v šestnáctém a osmnáctém století. První maximum se nalézá na přelomu šestnáctého a sedmnáctého století. Druhé v letech 1800 a 1870. První maximum je více zřetelné a odpovídá i v té

době zhoršeným klimatickým podmínkám ve střední Evropě. Druhá polovina šestnáctého století je popisována výskytem chladnějšího a vlhčího léta oproti první polovině tohoto století. Takovéto podmínky mohou být spojeny s intenzivnějším prouděním západního vzduchu, což vedlo k silnějším bouřím (Brázdil 2003).

3.3.3. Vývoj lesa po vichřici

Vichřice vždy ovlivňovaly vývoj, dynamiku a složení lesního porostu. Pokud vichřice zasáhne porost stinných dřevin, který má dostatečnou zásobu semen v půdě či semenáčků, zpravidla dochází k udržení daných dřevin na lokalitě. Ovšem pokud není dostatečná zásoba, začnou se prosazovat náletové světlomilné pionýrské dřeviny. Toto nastává ve chvíli, je-li postižený porost buď mladý a není ještě schopen semenné produkce, či se jedná o starý porost s hustým korunovým zápojem, který znemožňuje odrůstání semenáčků (Korpel' 1989).

V roce 1999, se v Německé oblasti Rotwald prohnal orkán Lothar. V letech 2001 až 2009 zde probíhal výzkum na vývoj lesa v nově zřízené rezervaci o rozloze 107 ha.

Následná obnova po orkánu se i přes značný tlak okusu zvěře prosazovala na vývratových plochách, které propouštěly světlo. Nejvíce ze zvýšené nabídky světelných podmínek těžily světlomilné dřeviny. Převážně jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*). Zmlazení je ovšem velice rozdílné. To závisí na stavu obnovy před disturbancí, vlastnostmi půd a reliéfu mikrostanoviště. Strukturní diverzitu zvyšuje prostorově a časově odstupňovaná obnova (Reich et al. 2010).

Na velkých vývratištích zvěř nezabraňuje obnově lesa. Avšak selektivní výběr loupání a okusu určitých druhů dřevin spolu s rozdílnými podmínkami stanoviště, určují ráz budoucího lesa. Pro semenáčky smrku ztepilého (*Picea abies*) je nejvýznamnější přítomnost tlejícího dřeva v porostu, jelikož je významným stanovištěm pro klíčení. To se obzvláště týká zamokřených stanovišť, kde je tlející dřevo pro obnovu nezbytností. I po deseti letech po bouři nejsou v borových lesích plošně odumřelých kůrovcem žádné mladé stromy. Obnova na těchto místech vyžaduje více času (Reich et al. 2010).

V roce 2003 dosáhla gradace lýkožrouta svého vrcholu. Ale záhy na to ustupuje a od roku 2005 neusychají žádné stromy (Reich et al. 2010).

V jižní tajze dochází k obnově ve smrkových porostech prostřednictvím pionýrských dřevin a to především jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) a břízy bělokoré (*Betula pendula*). Jsou to pionýrské dřeviny, kterým vyhovuje obnažená půda, a proto nejlepší podmínky pro počáteční vývoj nalézají na vyvrácených stromech. Po 80 až 100 letech nastává stabilizace rostlinné skladby a po 300 až 500 letech mizí i známky po disturbanci z mikroreliefu. Tímto způsobem větrné disturbance formují a vytvářejí mozaikovitý ráz krajiny. To znamená také zvětšení rostlinné diverzity a věkové různorodosti porostů (Gromstev 2002).

Horské smrkové lesy rostoucí na rozsáhlých plochách měli vždy sklony k velkoplošnému rozpadu. Tak na ně působí i běžné orkány, které obvykle způsobují jen občasné vývraty a polomy v mezerách a pásech, časté pouze na exponovaných stanovištích. V horských polohách dochází k rozpadu v důsledku vysoké rychlosti při proudění vzduchu, které vznikají díky členitosti terénu. Zcela jinak tomu je v pásmu boreálních lesů. Ty se rozkládají na rovinných terénech, proto zde velkoplošný rozpad nenastává vlivem větru nýbrž ohněm. Nevýhoda této disturbance spočívá v tom, že nenechává dřevní hmotu k zetlení a k následné obnově. Po disturbancích způsobených větrem zůstává dřevní hmota, ze které může následně vznikat les zcela jiné struktury (Valenta 2007).

3.3.4. Narušení větrem Šumava Kyrill

Druhovou skladbu silně ovlivňují nejen klimatické podmínky ale i lidská činnost. Původní dřevinné složení horských porostů mělo skupinovitý výskyt smrku, buku a jedle. Pouze ve výškách nad 1200 m. n. m. a v inverzních a podmáčených mrazových polohách šumavských plání zcela dominoval smrk. Vlivem člověka a jeho potřeb byly zásahy do původního složení čím dál tím větší. Jako následná obnova se sázel pouze smrk, nejlépe vyhovující potřebám společnosti. To mělo za následek změnu v zastoupení smrku z původních 50% na 80%. Tyto porosty jsou labilnější a inklinují k velkoplošnému rozpadu, ať způsobeného větrem či lýkožroutem. Toto tvrzení bylo potvrzeno nejen historií ale i nedávným orkánem Kyrill v roce 2007 (Kyrill 2008).

Orkán Kyrill proběhl z 18. na 19. ledna 2007. Maximální nárazové rychlosti byly kolem 30 m/s (108 km/h) Nejvyšší pak byla naměřena 38m/s (137 km/h). Na německé straně

Šumavy byly naměřeny nárazové rychlosti kolem 40 m/s (144 km/h) a nejvyšší rychlost pak 47m/s (169km/h). Údaje jsou z meteorologické stanice Churáňov a Grosser Arber. Kyrill způsobil velké škody na porostech nejen díky vysokým rychlostem, ale i nestabilitě porostu. Ta byla mimo jiné způsobena ochrannými opatřeními proti kůrovci. Po orkánu byly na postižených místech zavedeny speciální managementy ochrany. V tabulce 2 je zobrazena postižená plocha v II zóně. Likvidace následků po Kyrillu probíhala dvěma způsoby. Těžbou harvestorem o rozsahu 46,05 % z celkového objemu, což činilo 344 893 m³. Zbýlých 53,95% bylo vytěženo motorovou pilou. Objem vytěžený touto technologií byl 403 990 m³. Celkově se vytěžilo 748 883 m³ dřeva (Kyrill 2008).

Tabulka 4 zobrazuje zpracované dříví k 31.12.2007.

Tab. č. 4. Zpracované dříví.

Odhad	867 586 m ³
Z toho těžba	748 883 m ³
Přibližování	621 375 m ³
Odvoz	603 095 m ³
Zpracovaná dřevní hmota ponechaná k zetlení	128 695 m ³
Z toho dřevní hmota na územích ponechaných samovolnému vývoji, tj. vývraty a polomy ponechané bez zpracování a bez asanace proti podkornímu hmyzu	109 657 m ³
Chemická asanace proti podkornímu hmyzu	101 177 m ³
Mechanická asanace proti podkornímu hmyzu	92 894 m ³

V národním parku Šumava se dělily porosty po Kyrillu na dvě části. Jedny byly ponechány samovolnému vývoji a druhé byly usměrňovány managementem. Usměrňované plochy byly podpořeny sítí či výsadbou přípravných dřevin, zejména jeřábu, olše, břízy a jívy.

Orkán Kyrill způsobil rozsáhlé disturbance ve vyšších polohách táhlých hřbetů Šumavy (Kyrill 2008).



Obr. č. 2 Oblast I.zóny Plesná následkem orkánu Kyrill prakticky nepřístupná. Zdroj (Kyrill 2007)

4. Dendrochronologie

Dendrochronologie je vědní disciplína, která získává informace o vývoji porostu z radiálního přírůstu dřeva. Takto se zjišťují informace o stáří stromu, životním prostředí, ve kterém se strom vyskytuje a o konkurenčních bojích na stanovišti. Této vědní disciplíny se dá využít nejen v lese, ale i v jiných odvětvích, kde je potřeba získat informace ze dřeva (Velinský 2003).

Nejdůležitější informací získávanou z radiálního přírůstu dřeva je jeho věk (Lorimer & Frelich 1991).

Budoucnost struktury lesa se formuje vždy aktuálním ovlivněním cyklů, fyzikálními a biologickými charakteristikami životního prostředí a nahodilými událostmi, které se mění v prostoru a čase. Informace o těchto faktorech mají zásadní význam pro obnovu

lesa v chráněném území či pro trvale udržitelné hospodářství. Poznání věkových struktur a jejich historie vývoje mohou poskytnout vzorové informace o tom, co způsobilo úspěšnou regeneraci. Mohou to být jak mezery v zápoji, tak vliv velké disturbance. Historie vývoje lesa může být rekonstruována pomocí dendrochronologické techniky a následným vyhodnocením výsledků ze získaných dat (Black & Abrams 2004).

Dendrochronologie má množství podoborů, kterými jsou například dendroklimatologie, dendrohydrologie, dendroarcheologie a dendroekologie (Drápala & Zach 1995).

K řešení otázek využívá tato vědní disciplína změny v rychlosti růstu dřeva v radiálním směru, které jsou způsobeny vlivem prostředí okolo zkoumaného stromu (Rubini & McCartney 2004).

Jako všechny vědní disciplíny se i tato stále vyvíjí. Dnes se používají speciální přístroje, vyvinuté pouze pro tento obor. To usnadňuje, zrychluje a zpřesňuje práci vědeckých pracovníků (Rubini & McCartney 2004).

4.1. Uvolnění z pohledu dendrochronologie

Uvolnění se v dendrochronologii poznává například podle překročení určitého prahu v radiálním přírůstu o 25%, 50% nebo 100%. Toto uvolnění ovšem musí být znatelné v určitém časovém rozmezí například 5 nebo 10 let. Rozpoznávání letokruhů a posuzování uvolnění je zatíženo proměnnými chybami ve vývoji jedince. Ty ovlivňují radiální růst. Například to je velikost a pozice koruny, vzdálenost okolních stromů, velikosti mezer v porostu a doba jejich zarůstání, druh dřeviny, i to jaký byl předchozí růst stromu jeho věk, průměr a v neposlední řadě i podnebí. Pozice koruny je jedna z nejvýznamnějších proměnných. Rozdílný přírůst je dán spolupůsobením většího množství růstových faktorů. Těmi jsou světlo, voda, živiny a prostor. Všechny tyto faktory zvyšují přírůst a většinou následují nějaký druh disturbance. Opakem podmínek zvyšujících přírůst je zástin a utlačování vrchním patrem stromů. Po náhlém uvolnění následuje dramatický nárůst přírůstu dřevní hmoty, jako reakce na vhodné podmínky. Uvolnění se mezidruhově velmi mění. Důvodem tohoto jevu je rozdílná fyziologie dřevin a jejich reakcí na uvolnění. Značně též působí změny klimatu. Pokud se krátkodobá změna klimatu projeví současně s disturbancí, může značně ovlivnit

reakci dřevin na tento fakt. Z toho též vyplývá, že klimatické podmínky nepřímo ovlivňují přírůst dřevin. To je důvod proč klimatické podmínky v některých případech ovlivňují přírůst dřevin více než náhlé uvolnění (Black & Abrams 2004).

4.2. Dendrochronologické metody měření

Dendrochronologické metody měření často pracují s detekováním uvolnění. Úkolem těchto metod je posuzování a zjišťování délky období, po které musí uvolnění trvat a stanovení hranice, která bude určovat již vyhovující uvolnění. Využitím delšího pozorovacího období například 15 až 20 let se vyhneme započítání krátkodobých vlivů změn klimatických podmínek. Reakce na boční stín od stromů vedle mezery a na defoliaci zápoje hmyzem. Pokud se ovšem využije krátkého intervalu například jen 5 let, dají se rozlišit pomalu rostoucí stromy od rychle rostoucích pouze v malém časovém horizontu. Problematika zde tkví v tom, jak stanovit hranici pro snížení vlivu klesajícího radiálního růstu, vyskytujícího se u starších stromů. Hranice musí být nastavená tak, aby nebrala v úvahu chvilkové zlepšení podmínek a zároveň neopomněla reakci na případné uvolnění (Frelich 2002).

Rubini a McCartney (2004) rozdělily metody detekující uvolnění do skupin. Porovnávali 30 metod a na základě této studie je rozdělili do pěti skupin.

1) První skupina jsou metody statistické využívající k určení uvolnění kritické letokruhové šířky. Pokud se tato šířka překročí v určitém daném počtu let jdoucích po sobě, je perioda uznána za uvolnění. Tyto kritické hodnoty (šířky a roky) jsou stanoveny empiricky pro známá období uvolnění a potlačení. Využití těchto metod je ovšem vhodné pouze pro dřeviny světlomilné. Ty nejsou schopny tolerovat zástin. Proto mají stálou růstovou odezvu. Naproti tomu stín tolerantější dřeviny mohou mít v průběhu života odezvu proměnlivou.

2) Druhou skupinu představují metody založené na odstranění růstového trendu, čili standardizaci, či detrendovaných letokruhových sérií k určení trvalého navýšení v rychlosti růstu. Tento trend je zapříčiněn například dlouhodobou změnou klimatu. Je to výhodná metoda pro vyhledání uvolnění, avšak nárůst radiálního růstu není vždy dobře

čitelný, což se považuje za závažný problém. Tento jev nastává, je-li rychlost růstu spojena se zahuštěním zápoje porostu či mylným odhadem průměrné rychlosti růstu. Analýzy tohoto typu jsou například časové řady podle studie Druckenbrod (2005). (Drápala et Zach 1995, Rubini & McCartney 2004).

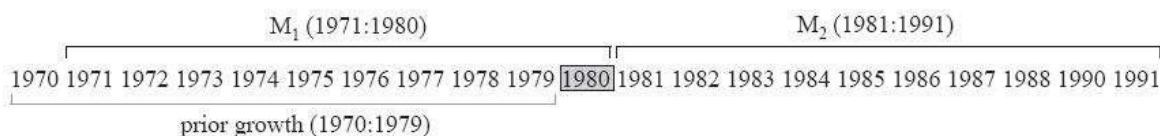
3) Další metody používají průměrnou rychlost růstu. Uvolnění je zde určováno na základě zaznamenaných období růstu, která jsou větší než průměrný roční přírůst.

4) Čtvrtou skupinou metod jsou metody používající klouzavé průměry. V dnešní době jsou nejčastěji používanou metodou. Tento typ metod zachycuje prudké zvýšení v průměrném růstu v určitém roku vzhledem k průměrům ostatních letokruhů předešlých i následujících. Tato metoda představuje relativně jednoduchý způsob získání dat o významnosti uvolnění. Též dosahují dobrých výsledků, jelikož jimi zaznamenané uvolnění se shoduje s reakcí porostu po disturbanci či jiné události snižující konkurenci sousedních jedinců. Autoři ovšem upozorňují na vliv konstantního počtu let, používaných na výpočet klouzavého průměru a na stanovování procentuálních hranic při detekci disturbancí. Tyto dvě veličiny mohou zásadním způsobem ovlivnit úspěšné používání těchto metod.

5) Pátou a poslední skupinou metod jsou takzvané „event response methods“. Ty se podobají metodám klouzavých průměrů. Porovnávají šířky letokruhů s průměrem letokruhů minulých. Ovšem autoři uvádějí, že tyto metody neodrážejí správný režim disturbancí, ale poukazují na krátkodobé výkyvy způsobené klimatickými změnami.

4.2.1. Metody klouzavých průměrů

Tyto metody oddělují přírůstové a disturbanční změny, na základě prudkosti, době trvání a velikosti změny (Splechna et al. 2005). Poměrná veličina PGC (percent grow change), zavedená Nowacki a Abrams (1997), se vypočítá podle vzorce $PGC = (M2 - M1)/M1$. M1 zde reprezentuje průměrnou šířku letokruhu za posledních 10 let. M2 je průměrný růst, který proběhl v následujících 10 letech. Toto je znázorněno na obrázku č. 3.



Obr. č. 3. Grafická kalkulace přírůstu

Tento postup uděláme pro každý letokruh zvlášť. Získaná data poté vložíme do grafu, kde vytvoří křivku, na které budeme moci rozlišit jednotlivé vrcholy, jenž představují jednotlivé potencionální disturbance. Ve vrcholových bodech je největší rozdíl v přírůstech v daném desetiletí (Black & Abrams 2004).

Black & Abrams (2003) vytvořili zcela novou metodu k vysvětlení uvolnění spojeného věkem, velikostí, stanovištěm a druhem dřeviny. Metoda si vytváří takzvanou „boundary line“ určenou z průměrného ročního přírůstu a změnou oproti průměrnému přírůstu let předchozích (Black & Abrams 2003).

Studie nejen těchto autorů potvrdily vysokou vypovídací hodnotu a univerzálnost metody. Tyto vlastnosti vycházejí z druhové specifikace a určení maximálních fyziologicky možných růstových reakcí po definovaném předešlém růstu (Black & Abrams 2003). Každá pozorovaná událost na letokruhu je porovnávána s křivkou „boundary line“, a pokud přesahuje 20% jejího průběhu, jedná se o uvolnění. Závažnost disturbance stanovovaná pomocí „boundary line“ lépe zohledňuje růstové podmínky z pohledu struktury porostu, tak i klimatických podmínek stanoviště. Je to dnes často používaná metoda (Black & Abrams 2003, Black & Abrams 2004).

Použitá metoda má dva kroky. První krok je vytvoření „boundary line“ pomocí vztahu mezi procentuelní růstovou změnou „Percent growth change (PGC)“ a předchozím průměrným růstem „Prior growth (PG)“ podle vzorce $(M_2 - M_1) / M_1$ (M_1 je průměrný růst za předchozích 10 let a M_2 odpovídá průměrnému růstu v následujících deseti letech). Tím se zachytí největší možné reakce určitého druhu při dané hodnotě růstu předešlého. Toto se vypočte pro všechny stromy v porostu a pro každý letorost. Vztah mezi procentuelní růstovou změnou a předchozím průměrným růstem je rozdělen do 6 skupin podle hodnot průměrného předchozího růstu: 0-0,49, 0,50-0,99, 1,00-1,49, 1,50-1,90 2,00-2,44, 2,50+ mm. Poté v každé z těchto skupin vybereme 10% nejvyšších bodů a zprůměrujeme. Z výsledných bodů vytvoříme křivku, námi hledanou „boundary line“.

Druhým krokem je posouzení potenciaálních stromů, jestli vyhovují kritériím pro uvolnění podle ročního přírůstu. Pro vyhodnocení použijeme série s procentuální růstovou změnou, zjištěnou podle metodiky Nowacki & Abrams (1997), které překročily limit 10%, 20% či 25% PGC. Dále se vybere lokální vrchol z „peak“ hodnoty PGC. Z této hodnoty odečteme předchozí růst a vynesem vztahu PGC a PG získáme bod, který porovnáme s křivkou „boundary line“. Z tohoto bodu odečteme finální procento z maximální možné reakce, kdy 100% představuje „boundary line“ (Black & Abrams 2003, Black & Abrams 2004, Nowacki & Abrams 1997).

5. Závěr

Ze všech disturbancí vyskytujících se v lesních porostech jsou pro střední Evropu nejvýznamnější ty způsobené vichřicemi, lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*) a sněhem. Disturbance vždy ovlivňovaly vývoj a dynamiku lesa, ať se již jednalo o porosty člověkem ovlivněné či nikoli. Nejčastěji se tyto jevy projevují v horských smrkových lesích. To je zapříčiněno horskou polohou, složením porostu a klimatickými podmínkami. Právě disturbance mají velký podíl na regeneraci a obnově porostu. Studiem těchto procesů lépe porozumíme vývoji lesa. Takto nabyté poznatky můžeme následně uplatnit v pěstitelských a zalesňovacích činnostech v hospodářských lesích. Rozpad dřevní hmoty po disturbancích je důležitým zdrojem živin a stanovištěm pro následující obnovu. Obzvláště to platí pro smrkové lesy, kde je regenerace vázána na přítomnost tlející dřevní hmoty v porostu.

Moderní dendrochronologické metody jsou založeny na posuzování uvolnění za účelem zjištění historie porostu. Tyto metody zjišťují narušení v porostu, podle kterého následně sestavují historický průběh vývoje. Posuzováním šířky letokruhů se určí zda-li rostl strom v zástínu či nikoli. Existuje několik druhů metod. Ty se liší nejen podle stanovení kritické hranice, která musí být překročena, aby se jednalo o uvolnění, ale i velikostí intervalu, ve kterém je uvolnění počítáno.

Pochopení procesů probíhajících v lesních porostech je jednou ze základních znalostí pro lesníky. Disturbancím v historii nebyl přikládán velký význam. Až v relativně nedávné době se o toto téma začali lidé zajímat. I z tohoto důvodu se disturbancemi a

dendrochronologií budu zabývat v diplomové práci. V té již budou zpracovány výsledky z terénního průzkumu a laboratorního zpracování vývrtů.

Seznam literatury:

Baier P., Pennerstorfer J., Schopf A.: Phenips – A comprehensive phenology model of *Ips typographus* (L.) (Col. Scolytidae) as a tool for hazard rating of bark beetle infestation, *Forest Ecology and Management* 249, 2007, s. 171–186.

Black, B.A., Abrams, M.D.: Use of boundary-line growth patterns as a basis for dendroecological repase kriteria. *Ecological Applications*, 2003, roč. 13, č. 6, s. 1733-1749.

Black, B.A., Abrams, M.D.: Development and application of boundary-line repase kriteria. *Dendrochronologia*, 2004, roč. 22, s. 31-42.

Brázdil R., Dobrovolný P.: Documentary evidence on strong winds related to convective storms in the Czech Republic since AD 1500. *Atmospheric Research* 67– 68, 2003, s. 95– 116.

Drápala, K., Zach J.: Dendrometrie (Dendrochronologie). 1. vydání. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1995. s. 152.

D'Amato, A. W., & Orwig, D. A.: Stand and Landscape-Level Disturbance Dynamics in Old-Growth Forests in Western Massachusetts. *Ecological Monographs*, 2008, 78(4), s. 507-522.

Evans, A.M., Camp, A.E., Tyrrell, M.L., Riely, CH.C.: Biotic and abiotic influences on wind disturbance in forests of NW Pennsylvania, USA. *Forest Ecology and Management*, 2007, č. 245, s. 44-53.

Frelich, L.E., Lorimer, C.G.: Natural disturbance in hardwood forests of the Upper Great Lakes region. *Ecological Monographs*, 1991, roč. 61, č. 2, s. 145-164.

Frelich, L.E.: Forest dynamics and disturbance Regimes – Studies from temperate evergreen-deciduous forest. 1. vydání. New York: Cambridge University Press, 2002, s. 266.

Gromtsev, A.: Natural disturbance dynamics in the boreal forests of European Russia: a review. *Silva Fennica*, 2002, roč. 36, č. 1, s 41-55.

Korpel', Š.: Pralesy Slovenska. Bratislava: Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied. 1989 s. 322.

Košulič Milan.: Disturbance neboli narušení [online] Vystaveno: Ne, 04/01/2009
Dostupné z : <<http://prirozenelesy.cz/node/26>>

Kulakowski, D., Bebi, P.: Range of variability of unmanaged subalpine forests. *Forum für Wissen*, 2004, s. 47-54.

Kuuluvainen T.: Forest Management and Biodiversity Conservation Based on Natural Ecosystem Dynamics in Northern Europe: *The Complexity Challenge* 2009, s. 309-315.

Kyrill: Zpráva Národního parku Šumava o orkánu Kyrill 2008 (nepublikovaná zpráva)

Lauscha A., Fahse L., Heurich M.: Factors affecting the spatio-temporal dispersion of *Ips typographus* (L.) in Bavarian Forest National Park: A long-term quantitative landscape-level analysis: *Forest Ecology and Management*, 2011, s. 233–245

Míchal, I.: Dynamika přírodního lesa II. *Živa*, 1983, č. 2, s. 48-51.

Míchal, I., Petříček, V. a kol.: Péče o chráněná území II. Lesní společenstva. Praha: Vydala Agentura ochrany přírody a krajiny ČR 1999 s. 27-35.

Ogrisa N., Jurcb M.: Sanitary felling of Norway spruce due to spruce bark beetles in Slovenia: A model and projections for various climate change scenarios, 2009, s. 290–302.

Podrázský, V.: Dynamika a management lesních ekosystémů I., *Ekologie lesa*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a environmentální, Katedra pěstování lesů, 1999, s. 98

Reich T., Lässig R., Wohlgemuth T.: Waldentwicklung nach Windwurf im Waldreservat Rorwald, Kanton Obwalden. Projektbericht 2001 bis 2009. [Published online 1.9.2010] <www.wsl.ch/dienstleistungen/publikationen/pdf/10509.pdf>

Rubini, D.L., McCarthy, B.C.: Comparative analysis of dendroecological methods used to assess disturbance events. *Dendrochronologia*, 2004, roč. 21, č. 3, s. 97–115.

Ross, D.W., Daterman, G.E., Boughton, J.L., Quigley, T.M.: Forest health restoration in south- central Alaska: A problem analysis. Portland: United States Department of Agriculture, Pacific northwest research station, 2001, s. 38

Rogers, P.: Disturbance ecology and forest management: a review of the literature. Ogden, UT: United States Department of Agriculture, Forest service, Intermountain research station, 1996, s. 16

Schopf Reinhard.: Überwinterungsort und Flugkapazität des Buchdruckers *Ips typographus*: Lehrstuhl für Tierökologie, Technische Universität München 2009.

Schönenberger, W.: Trends in mountain forest management in Switzerland, *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 152, 2001, s. 152–156.

Skuhravý, V.: Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Praha : Agrospoj, 2002, s. 196

Splechtna B., Gratzer G., Black B.: Disturbance history of a European old-growth mixed- species forest – A spatial dendro-ecological analysis, *Journal of Vegetation Science*. 2005, s. 511-522

Storch David.: O katastrofách malých a velkých, Disturbance, publikováno: *Vesmír*, 1998, roč. 77, č. 10, s. 558

Svoboda M, Fraver S, Janda P, Bace R, Zenahlikova J.: Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest, *Forest Ecology and Management* 260, 2010, s. 707–714.

Svoboda M.: Efekt disturbancí. *Ochrana přírody*, 2008, roč. 1, č. 1. s. 31-33.

Valenta, M.: Orkán Kyrill - „katastrofa“ století? *Šumava*, 2007, roč. 12, č. 1, s. 9-10.

Velinský, F. Dendrochronologie - co skrývají letokruhy? [online]. 21. března 2003 [cit. 2012-2-11]. Dostupné z <<http://scienceworld.cz/biologie/dendrochronologie-co-skrývají-letokruhy-3149>>

Wulder, M.A., Franklin, S.E.: Understanding forest disturbance and spatial Pattern – Remote sensing and GIS approaches. Boca Raton : CRC Press, Taylor & Francis Group, 2007, s. 246.

<<http://www.krnep.cz/historie-vlivu-cloveka/>>