

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská



Bakalářská práce

2021

Karin Hilliová

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



Vliv abiotických činitelů na lesní porosty

Městských lesů Hradec Králové

Influence of abiotic factors on forests in Hradec

Králové

Bakalářská práce

Autor: Karin Hilliová

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Šrůtka, Ph.D.

2021



Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autorka práce:	Karin Hilliová
Studijní program:	Lesnictví
Obor:	Provoz a řízení myslivosti
Vedoucí práce:	doc. Ing. Petr Šrůtka, Ph.D.
Garantující pracoviště:	Katedra ochrany lesa a entomologie
Jazyk práce:	Čeština
Název práce:	Vliv abiotických činitelů na lesní porosty Městských lesů Hradec Králové
Název anglicky:	The influence of abiotic harmful factors to municipal forests of Hradec Králové
Cíle práce:	Zdokumentovat působení abiotických škodlivých vlivů v městských lesích Hradce Králové včetně nahodilých těžeb jimi způsobených. Zahrnout období posledních dvou decenií a recentní případy. Stanovit vliv abiotických činitelů na poškozování lesních porostů v závislosti na přírodních podmínkách a stáří porostů.
Metodika:	<ol style="list-style-type: none">1) Popsat zvolené území a jeho přírodní a hospodářské poměry2) Popsat hlavní škodlivé činitele, kteří se uplatňují na zvoleném území3) Uvést časové řady k jednotlivým škodlivým činitelům. Porovnání podílu nahodilých těžeb (na ha) v závislosti na stáří porostů a HS (anebo SLT) a nadmořské výšky pomocí provedení grafických výstupů, použít např. program ANOVA ve Statistice 12.04) Vypracovat prognózu k nejvýznamnějším škodlivým činitelům pro příští decenium
Harmonogram:	Červenec-říjen 2021 - řešerše problému a návrh struktury (kapitol) práce Listopad-prosinec 2021 - zpracování kapitoly Metodika,

excerpce dat z hospodářské evidence a literárních pramenů

Leden-únor 2022 - utřídění a zpracování dat, doladění finální struktury práce, výběr a zařazení příloh

Březen 2022 - dokončení práce a její předložení k finální kontrole

Doporučený rozsahpráce: 40 až 60 stran, podle potřeby

Klíčová slova: škodliví činitelé, nahodilé těžby

Doporučené zdroje informací:

- 1) Česká lesnická společnost, 2006: Plošné poškození lesů způsobené povětrnostními vlivy. Sborník ze semináře, 1-55
- 2) Hirschberger P., 2016: Forests ablaze: Causes and effects of global forest fires. WWF Deutschland: Berlin, 5-7
- 3) Kula E., 1985: Výskyt a příčiny lesních požárů v ČSSR (1979–1983). Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, série C, 54: 225– 246
- 4) Lundquist J. E., Camp A. E., Tyrrel M. L., Seybold S. J., Cannon P., Lodge D. J. 2011: Earth, wind, and fire: abiotic factors and the impacts of global environmental change on forest health. In: Castello S. D., Seale C. A, eds.:Forest health: an integrated perspective. New York: Cambridge University Press: 195-243
- 5) Mitchell s. J., 2013: Wind as a natural disturbance agent in forests: a synthesis. Forestry 2013; 86, 147–157
- 6) Savchenkova V., Vasiliev S., Nikitin V., Runova O. ,2020: The analysis of factors influencing thze sustainability of forest stands. E3S Web Conf., Vol. 164 (2020) 04001
- 7) Seidl R., Blennow K., 2012: Pervasive Growth Reduction in Norway Spruce Forests following Wind Disturbance.PLoS ONE 7(3): 1-8

Předběžný termín 2022 LS - FLD
obhajoby:

Elektronicky schváleno: 19. 3. 2021

Elektronicky schváleno: 24. 3. 2021

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.
Vedoucí katedry

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.
Děkan

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci na téma „Vliv abiotických činitelů na lesní porosty“ vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Petra Šrůtky, Ph.D. a použila pouze prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

Vdne:.....

.....
Karin Hilliová

Poděkování

Touto cestou bych chtěla poděkovat především svému vedoucímu práce doc. Ing. Petru Šrůtkovi, Ph.D. za odborné vedení, vstřícný přístup, cenné rady při tvorbě práce. Dále chci poděkovat společnosti Městské lesy Hradec Králové, zejména paní Ing. Anetě Bůžkové a Ing. Radku Jůzovi. Mé velké díky patří také mojí rodině a přátelům za podporu a optimismus.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou jedné z nejvýznamnějších skupin škodlivých činitelů na území České republiky – abiotickými činiteli. Tito činitelé způsobují značný stres lesnímu ekosystému a všem živým organismům v něm žijících. Abiotický stres je zodpovědný za značné vypětí lesního ekosystému. Tito činitelé byli předmětem zájmu již od pradávna, ovšem jejich vědecký výzkum začal až v devatenáctém století. Škody způsobené těmito činiteli jsou často výrazně vyšší ve srovnání s biotickými činiteli, kterými jsou například: Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) z řad dřevokazného hmyzu, nebo z řad dřevokazných hub např. nejběžnější václavka smrková (*Armillaria ostoyae*).

Práce se zabývá konkrétními škodami na území Městských lesů Hradec Králové.

Klíčová slova: abiotičtí činitelé, vliv abiotických faktorů na lesní porosty, Městské lesy Hradec Králové

Abstract

This bachelor thesis deals with the topic-issue of abiotic factors in Czech republic, which are one of the most important harmful factor, which make great stress on forest ecosystem and all live organisms inside. Abiotic stress is responsible for considerable strain. Abiotic factors were relevant issue since lately, but academic research started in beginning of 19th century. The importance of abiotic stress is significant, cause the most of harms in forest, also in comparison with biotic factors like *Ips typographus* from group wood-destroying insects and wood-destroying fungi like *Armillaria ostoyae*.

Deer, or anthropogenic factor has greater importance. Abiotic factors include wind, fire, drought, snow, water, mineral or water deficit, temperature, pollutants or sunshine. This thesis study deals with specific information from Městské lesy Hradec Králové.

Keywords: abiotic factors, influence of abiotic factors on forests, Hradec Králové Forests

Obsah

Úvod	1
1 Cíle práce	3
2 Rozbor problematiky	4
2.1 Abiotické faktory	5
2.1.1 Vítř	5
2.1.2 Voda.....	8
2.1.3 Sníh a teplota	9
2.1.4 Jinovatka	10
2.1.5 Ledovka a námraza	10
2.1.6 Sucho	12
2.1.7 Oheň.....	13
2.1.8 Blesk	15
2.2 Městské lesy Hradec Králové.....	16
2.2.1 Historie a charakteristika Městských lesů Hradec Králové (dále MLHK)	16
2.2.2 Činnosti a funkce Městských lesů Hradec Králové	17
2.2.3 Skladba lesních porostů	18
2.2.4 Turistika ve zdejších lesích.....	19
2.2.5 Těžební a pěstební činnost.....	20
2.2.6 Vzácné druhy fauny a flory	21
2.3 Abiotické a biotické faktory v MLHK	22
2.3.1 Abiotické faktory	22
2.3.2 Biotičtí činitelé.....	23
3 Metodika	26
4 Výsledky	27

Závěr	36
Seznam použitých zdrojů	37
Seznam použitých grafů, tabulek a obrázků	43

Úvod

Lesy jsou multifunkčními ekosystémy. Umožňují koloběh vody a živin, zároveň jsou domovem zvířat i rostlin a zdrojem práce pro mnoho lidí i společností. Přesto na lesy působí mnoho faktorů, jenž způsobují jejich poškození a následnou ztrátu mnoha významných hodnot lesů – ekonomickou, environmentální, sociální a plnění dalších funkcí lesa (Dreslerová et al., 2008). Škodlivé činitele můžeme rozdělit na dvě hlavní skupiny – biotické a abiotické. Z biotických vlivů jsou nejčastěji zastoupeny tyto organismy; rostlinní a živočišní škůdci z řad hmyzu, lesní zvěř, dřevokazné houby a nelze zanedbat ani škody způsobené člověkem (antropogenní škody).

Abiotických vlivů je mnoho, zcela zásadním abiotickým vlivem, působícím na lesní porosty, je počasí, které zahrnuje vítr, vodu a s ní spojené vlivy jakými jsou; oblačnost, dešť, mlha, sníh, sněhové bouře, hurikány, tornáda, sucho a další (Lundquist, 2011).

Odolnost dřevin vůči abiotickým vlivům se značně liší, záleží na mnoha faktorech, například na stáří porostu, zdravotním stavu porostu, na druhu dřevin. Podle studie Savchenkové (2020), která probíhala v části Národního Parku Losiny Ostrov v Rusku, se odolnost dřevin vůči větru snižuje s jejich věkem a závisí také na jejich výšce, velikosti a tvaru koruny. Byly zjištěny jisté odlišnosti v odolnosti dřevin vůči větru – podle růstových tříd, které jsou vymezeny výškou a vyvinutostí koruny. Ve většině případů se vývraty stromů týkaly především vyšších skupin stromů. Vyšší stromy s dobře rozvinutou korunou byly také poškozeny větrem, ale vývraty nebyly časté. Stromy středního a nižšího vzrůstu a dále podrost, postupně padaly dle obvyklého pořadí. Stav porostů se zhoršil v důsledku vývrátů jiných dřevin (Seidl, Blennow, 2012). Na odolnost dřevin má velmi pozitivní účinek výchova porostů, například zápoj korun. Při zanedbání řádné výchovy jsou dřeviny výrazně náchylnější na poškození škodlivými činiteli, např. škody sněhem, které se objevují v intervalech 2–3 let. Pokud panují extrémní klimatické podmínky – např. přetrvává vlhký sníh, dochází k úhynu nejslabších jedinců, tyto jevy byly pozorovány na smrkových porostech se zanedbanou výchovou (Slodičák, VÚLHM Opočno, 2006).

Abiotickými vlivy se zabývá široká škála vědeckých oborů, z toho důvodu, že bývají častou příčinou vychýlení dřevin z normálního zdravotního stavu a jiných rostlinných druhů do nežádoucího stresového stavu – dochází k vypětí organismu a následným

energetickým ztrátám v důsledku mobilizace imunitního systému, v extrémních situacích až k vyčerpání kompletních energetických zásob – úhynu.

Stres v tomto pojetí tedy představuje odchylku od normálního fungování organismu, při kterém organismus funguje za příznivých podmínek, s dostatkem zásobních látek a není tak vystaven žádnému stresovému faktoru. Pokud však dojde ke stavům vychýlení

z tohoto „normálního“ stavu, tak jsou vedlejší funkce kromě samotné existence upozaděny a fungování orgánů je také značně omezeno, pokud dojde k vyčerpání veškerých energetických zásob, dochází k úhynu organismu. Záleží na míře schopnosti těchto organismů adaptovat se vůči jednotlivým stresorům. Během vývoje se vytváří dva typy adaptace, stabilní a nestabilní adaptace. Ke stabilnímu typu tohoto procesu dochází, pokud se organismus přizpůsobuje skupině většího množství specifických podmínek vyskytujících se v dané oblasti. Opačný typ stabilního přizpůsobování probíhá v časovém úseku, během kterého dochází k ontogenezi, kdy jej ovlivňují vnější podmínky a určují intenzitu tohoto procesu. Zcela zásadním vlivem na lesy v České republice je vítr, jenž poškozují nejvyšší množství porostů a často je zodpovědný i za úhyn porostů. Obnova lesních ekosystémů po extrémních povětrnostních událostech závisí na závažnosti a rozsahu počátečního poškození a poté poškození jinými škodlivými činiteli, na růstových reakcích přeživších stromů, uvolnění stromů v podrostu a kolonizaci dostupného prostoru novou regenerací (Mitchell, 2013).

1 Cíle práce

Tato práce se zaměřuje na škody v lesních porostech způsobených biotickými vlivy (hmyzí škůdci, lesní zvěř, parazitické houby a rostliny, ...), ale především na škody způsobené abiotickými vlivy (vítr, sníh, námraza, jinovatka, sucho, oheň, polutanty a další). Práce se zabývá jejich základní charakteristikou, popisem nejčastějších činitelů a porovnáním četností a významností škod. Značná část této práce se zaměřuje na charakteristiku Městských lesů Hradec Králové, na jejich součásti, na popis daných lokalit formou grafického znázornění, porovnání škod způsobených jednotlivými faktory, na popis škodlivých činitelů a dále na popis mimoprodukčních funkcí lesa, které představují významnou funkci těchto lesů.

2 Rozbor problematiky

Faktory prostředí, které působí na organismy, mohou být prospěšné i škodlivé, každý organismus disponuje určitou mírou tolerance vůči škodlivému činiteli, tato tolerance závisí také na intenzitě působení škodlivým organismem.

Abiotické stresory můžeme rozdělit do několika skupin, z hlediska charakteru stresoru a lokality ve které působí. V ekosystému se vyskytuje mnoho faktorů současně, dochází tak ke vzájemnému ovlivňování, většinou působí více abiotických faktorů současně.

Podle Kúdely et al. (2013) můžeme aplikovat několik systémů členění abiotických faktorů:

Podle povahy stresorů:

- Fyzikální (deficit nebo abundance záření, teplota, mechanické účinky větru a těles).
- Chemické (deficit nebo abundance vody, živin, deficit kyslíku, přebytek iontů, toxické látky a plyny, pesticidy).

Podle místa původu nebo výskytu stresorů:

- Kosmické (sluneční, ultrafialové, infračervené a fotosynteticky aktivní záření).
- Atmosférické (toxické látky a polutanty).

Podle ekonomického a ekologického významu stresorů:

- Podle rizika ohrožení existence druhů a porušení rovnováhy ekosystému.
- Podle rizika porušení funkčního rovnovážného stavu organismu.
- Podle predispozice odolnosti rostlin a dřevin vůči původcům infekčních chorob.

Každý živý organismus toleruje určitý faktor prostředí v určitém rozpětí, jen do určité míry. Míra intenzity působení určitého faktoru na organismus určuje ekologická amplituda. Intenzita a rozsah působení určitého faktoru, šířku jeho optimálního vlivu určuje ekologická valence.

Biotické organismy jsou schopné výrazně kvalitnější existence díky procesu adaptace, tzn. přizpůsobení vlastností a chování (fyzikální nebo biochemické adaptace). To vše provádějí jako reakce na změny probíhající v prostředí s cílem přežití a kvalitnějšího bytí.

Vysoká druhová diverzita je důsledkem tohoto procesu, současně s procesem, ve kterém dochází ke štěpení druhů (Kúdela et al., 2013).

V lesních ekosystémech jsou nejčastější abiotické stresové faktory především vítr a sucho. Abiotické faktory jsou často doprovázeny biotickými. Pokud je lesní porost významněji oslaben určitým abiotickým stresovým faktorem, je výrazně náchylnější k napadení dalšími faktory např. z řad dřevokazného hmyzu, houbami a také člověkem.

2.1 Abiotické faktory

2.1.1 Vítr

Vítr je vzhledem ke geografickým a dalším přírodním podmínkám na území České republiky zřejmě nejdůležitějším vlivem ze všech abiotických vlivů – to znamená daleko významnější než voda nebo sucho, je původcem nejvyššího množství škod lesních porostů (Brázdil et al., 2004).

V severském lese vítr nejvíce škodí na okrajích otevřené krajiny sousedící s odlesněnými plochami a pokácenými, zejména staršími vzrostlými stromy (Laiho, 1987; Zubizarreta-Gerendiain et al., 2012). Vítr má výrazný vliv na mnoho dřevin, mezi nejnáchylnější druh dřevin však zřejmě patří smrk ztepilý (*Picea abies*) s mělkým kořenovým systémem, jenž se velice snadno vyvrátí. Z tohoto důvodu není tento druh již delší dobu doporučován odborníky k zalesňování porostních ploch na území České republiky, ale ani v jiných zemích, kde je vítr významnějším škodlivým činitelem. Hlavním argumentem pro vysazování smrku je ekonomické hledisko – z toho důvodu, že smrk poskytuje snadný zisk dřevní hmoty i jiných materiálů díky rychlejšímu růstu oproti jiným dřevinám. Ničivý vliv větru se však nevyhýbá ani jiným druhům dřevin, z jehličnanů je další v pořadí borovice lesní (*Pinus sylvestris*), z listnatých dřevin jsou na poškození větrem náchylné zejména tyto druhy: bříza bělokorá (*Betula pendula*), bříza pýřitá (*Betula pubescens*) a topol osika (*Populus tremula*). Citlivé jsou zejména v létě na rozdíl od pozdního podzimu a zimy, kdy jsou dřeviny holé a neolistěné (Laiho, 1987; Zubizarreta-Gerendiain et al., 2012).

Podle Mitchella (2013) má vítr jako přirozený rušivý činitel v lese na dřeviny širokou škálu vlivů – od akutních až po chronické. Některé z nich mohou mít částečně a jiné zcela letální následky. Proudění vzduchu skrze jehlice nebo listy usnadňuje transpiraci a výměnu oxidu uhličitého za kyslík mezi listy a atmosférou.

Pěstební zásahy v porostu vedou ke změnám růstu, jakými jsou například; zvýšený tloušťkový a výškový přírůst nebo rozvoj kořenové soustavy stromů. Tyto růstové reakce vedou ke vzniku silnějších kmenů a větví, zlepšené stabilitě stromů a ukotvení kořenových soustav v půdě, které lépe odolávají působení větru. Stromy si pak samy přetvářejí svou strukturu souběžně s jejich růstem a vývojem.

Stromy také vzájemně soupeří o přísun světla a živin, které poskytuje půda a při tom všem ještě musí efektivně hospodařit s energií potřebnou pro fotosyntézu. Ohýbání stromů pod úroveň jejich těžiště i ohýbání vlivem větru vede ke stresu v kambiu a vnějších vrstvách dřeva. Část fotosyntézy přidělená strukturálnímu přírůstku může být neefektivněji využita, pokud kambium produkuje nové dřevo způsobem, který vyrovná rozložení stresu podél vnějšího povrchu kmene. Tyto procesy označujeme pojmem „jednotná stresová hypotéza“.

Na vítr se až příliš často pohlíží jako na výjimečně katastrofického činitele více než jako na opakující se přírodní rušivý vliv, který spadá do spektra chronických a akutních účinků abiotických vlivů na lesy. Tento vliv přitom řídí ekosystémové vzorce a procesy (Kalina, 2002; Mitchell, 2013).

Příčinou vzniku větru je především rotace Země, a také nerovnoměrně rozložený příjem slunečního záření na Zemi. Záření ohřívá zemský povrch, následně je ohříván vzduch, a protože má teplý vzduch nižší hustotu než studený, stoupá nahoru, přičemž studený vzduch zůstává u zemského povrchu. Z tohoto důvodu vznikají tlakové výše a níže, takto vzniká horizontální tlakový gradient, který je základní příčinou vzniku zejména velkoprostorového proudění. Kromě síly tlakového gradientu, která působí směrem do nižšího tlaku vzduchu a jejíž velikost je úměrná velikosti tlakového gradientu, působí na vzduchové částice uchylující síla způsobená zemskou rotací (Coriolisova síla). V důsledku této síly vzniká tzv. geostrofické proudění. Toto proudění předpokládá přímočarý horizontální pohyb částice, rovnováhu mezi horizontální silou tlakového gradientu a horizontální složkou Coriolisovy síly. Důležitou vlastností geostrofického větru je, že proudí podél izobar a to tak, že na severní polokouli směřuje doprava od směru síly tlakového gradientu (Cetkovský et al., 2010).

Beaufortova stupnice silných větrů

Měří a udává směr a rychlost větru, na některých stanicích i nárazy větru. Směr větru je převládající směr světové strany, z které vane vítr. Rychlost větru společně se směrem

větru je průměrná hodnota rychlost větru měřená v časovém úseku 10 minut. Náraz větru je krátkodobé zvýšení rychlosti větru (po dobu alespoň 1 s, nejvýše však 20 s) o rychlosti nejméně 5 m/s nad průměrnou rychlost větru, zpravidla nad hranici 12 m/s (ČHMÚ, 2010).

Tab. č. 1 Beaufortova stupnice síly větru (ČHMÚ, 2020)

Stupeň	Rychlost větru		Tlak větru v kg/m ²	Slovní označení	Znaky na souši	Znaky na moři
	m/s	km/h				
0	0 - 0,2	0 - 1	0	bezvětří	kouř stoupá svisle vzhůru	moře je zrcadlově hladké
1	0,3 - 1,5	1 - 5	0 - 0,1	vánek	kouř už nestoupá úplně svisle, korouhev nereaguje	malá šupinatě zčeřená vlny bez pěno vých vrcholků
2	1,6 - 3,3	6 - 11	0,2 - 0,6	slabý vítr	vítr je cítit ve tváři, listí šelestí, korouhev se pohybuje	malé vlny ještě krátké ale výraznější, se sklovitými hřebeny, které se nelámou
3	3,4 - 5,4	12 - 19	0,7 - 1,8	mírný vítr	listy a větvičky v pohybu, vítr napíná prapory	hřebeny vln se začínají lámat, pěna převážně skelná. Ojedinelý výskyt malých pěnových vrcholků
4	5,5 - 7,9	20 - 28	1,9 - 3,9	dostí čerstvý vítr	vítr zvedá prach a papíry, pohybuje větvičkami a slabšími větviemi	vlny ještě malé ale prodlužují se. Hojný výskyt pěnových vrcholků.
5	8 - 10,7	29 - 38	4,0 - 7,2	čerstvý vítr	hýbe listnatými keři, malé stromky se ohýbají	dostí velké a výrazně prodloužené vlny. Všude bílé pěnové vrcholy, ojedinelý výskyt vodní tříště.
6	10,8 - 13,8	39 - 49	7,3 - 11,9	silný vítr	pohybuje silnějšími větviemi, telegrafní dráty sviští, je nesnadné používat deštník.	velké vlny. Hřebeny se lámou a zanechávají větší plochy bílé pěny. Trochu vodní tříště.
7	10,9 - 17,1	50 - 61	12,0 - 18,3	prudký vítr	pohybuje celými stromy, chůze proti větru obtížná	moře se bouří. Bílá pěna vzniklá lámáním hřebenů vytváří pruhy po větru.
8	17,2 - 20,7	62 - 74	18,4 - 26,8	bouřlivý vítr	láme větve, vzpřímená chůze proti větru je již nemožná	dostí vysoké vlnové hory s hřebeny výrazné délky, od jejich okrajů se začíná odtrhává vodní tříšť.
9	20,8 - 24,4	75 - 88	26,9 - 37,3	vichřice	menší škody na stavbách	vysoké vlnové hory, husté pásy pěny po větru, moře se začíná vařit, vodní tříšť snižuje viditelnost
10	24,5 - 28,4	89 - 102	37,4 - 50,5	silná vichřice	na pevnině se vyskytuje zřídka, vyvrací stromy a ničí domy	velmi vysoké vlnové hory s překlápející mi a lámajícími se hřebeny, moře bílé od pěny. Těžné nárazové valení moře.
11	28,5 - 32,6	103 - 117	50,6 - 66,5	mohutná vichřice	rozsáhlé zpuštění plochy	mimofádně vysoké pěnové hory. Viditelnost znehodnocena vodní tříští.
12	32,7 - ??	118 - ??	66,6 - ??	orkán	ničivé účinky odnáší domy, pohybuje těžkými hmotami	vzduch plný pěny a vodní tříště. Moře zcela bílé. Viditelnost velmi snižena. Není výhled.

Ochrana proti větru

Pro ochranu porostů proti větru, který je, jak již bylo zmíněno, nejvýznamnějším abiotickým činitelem, se používají tzv. závory, odluky a rozluky. Obranným opatřením proti působení větru se věnuje obor Pěstování lesů a Těžba lesů. Je nutné nenarušovat porostní plášť na návětrných okrajích porostů a s těžbami postupovat od východu k západu. Při zakládání nových porostů na větrem ohrožených lokalitách používáme dřeviny odolnější k poškození větrem (dub, buk, modřín a borovice). Do těchto porostů je vhodné začlenit již při jejich zakládání tzv. závory – pruhy lesa s řídkým sponem, vedené ve směru sever – jih (kolmo na směr převládajících větrů). Odluky a rozluky můžeme definovat jako pruhy mladšího porostu široké 20-30 m, které jsou orientované kolmo na směr bořivého větru.

Odluka se používá pro ochranu návětrné stěny mladšího porostu po odtěžení staršího porostu. Rozluka slouží k rozčlenění velkých stejnorodých porostů na menší části. Jejím účelem je zabránit rozšiřování případného polomu a jeho postupu až po závětrný okraj. Tyto ochranné prvky plní dobrou funkci v rovinách, nejsou ale vhodné pro porosty rostoucích na strmějších kopcích a v horách (Kunca et al., 2012). Význam ochranných lesních pásů, resp. větrolamů zmiňuje také Dufková (2007). Díky větrolamům klesá rychlost větru v oblastech před i za ním. Větrolam je víceúrovňový, složený ze dvou nebo více vrstev, nebo pater. Jako vhodné dřeviny používané do větrolamů jsou považovány následující; v nejvyšším patře topoly, konkrétně např. topol kanadský (*Populus canadensis*), v nižším patře jasaný, javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor mléč (*Acer platanoides*), javor jasanolistý (*Acer negundo*) nebo dub letní (*Quercus robur*). Pod stromovým patrem se obvykle nachází keřové patro tvořené druhy jako např. růže šípková (*Rosa canina*), hloh jednosemenný (*Crataegus monogyna*), bez černý (*Sambucus nigra*) nebo trnka obecná (*Prunus spinosa*).

2.1.2 Voda

Voda je esenciálním prvkem života na planetě Zemi. Veškerá fauna a flóra včetně lidské existence je podmíněna vodou, která umožňuje život a s ním spojený vývoj i život organismů. Voda společně s lesy pokrývá většinu povrchu planety Země. Mezi lesem a vodou je vzájemná silná vazba, protože les je, stejně jako všechny živé organismy, na vodě zcela závislý. Z tohoto důvodu se lesy vyskytují v lokalitách, jejichž roční úhrn srážek je minimálně 500 mm. Les jako ekosystém ovlivňuje koloběh vody skrze abiotické i biotické složky. Voda slouží jako transportní médium v lesním ekosystému. Stromy jako biotické faktory ovlivňují koloběh vody svými asimilačními orgány, kterými jsou listy a jehlice, dále pak svými kořeny. Tímto způsobem si lesní ekosystém zajišťuje výživu a získávání živin z půdy, zajišťuje si optimální fyziologické procesy (prevence přehřátí orgánů pomocí výparu) a vytváří si vhodné mikroklima. V mírném pásu je les převažujícím typem ekosystému. Hydrologický cyklus funguje zejména díky atmosférickým srážkám v různých formách, jakými jsou déšť, sníh a další (Hnilička, 2016).

Tvar rovnice pro hydrologickou bilanci je: srážky = výpar + odtok

2.1.3 Sníh a teplota

Důležitým faktorem pro zdraví lesního ekosystému je teplota, negativní formou teploty je mráz, sníh, námraza, ledovka a jinovatka. Fyziologické působení těchto faktorů usnadňuje přístup dalším škodlivým činitelům na rostlinné organismy. Sníh a výše zmíněné faktory způsobují škody, které jsou často výrazné až destruktivní. Závažnost škod ovlivňuje mnoho dalších faktorů, jakými jsou např. druh dřeviny a vliv vnějších podmínek. Velmi škodlivý je vlhký až mokrý sníh, tedy teploty těsně kolem 0 °C. Extrémní teploty však nezpůsobují odumření dřevin často (Pfeffer et al., 1961). Na škodlivé působení sněhu má významný vliv námraza, při které dojde ke spojení jehlic a sníh tak může snáze přetrvávat a způsobit tak výrazně vyšší škody. Vysoká vzdušná vlhkost je důležitá pro sníh, ledovku, jinovatku i námrazu.

Nejškodlivější z nich je zřejmě sníh a sněhové kalamity, kalamity většího typu se dějí jedenkrát za 4-5 let, přičemž kalamity destruktivního typu vznikají jedenkrát za cca 20 let. Sníh je škodlivý zejména v listopadu a v prosinci. Zároveň sníh způsobuje zlomy v korunách stromů, pokud je jeho vrstva 25 až 40 cm silná (Vicena et al., 1979).



Obr. č. 1 Sníh na borovici lesní (Fotosearch, 2019)

2.1.4 Jinovatka

Je počáteční námraza, je tedy jejím základem, co se týče jejího vzniku, podmínkou pro vznik jinovatky je snížení teploty pod cca -4 až -8 stupňů C, vzniká, když je vzduch nasycený nebo naopak přesycený vodní parou, na všech předmětech a na vegetaci, ale není nebezpečná. Je usazeninou ledu, co se týče tvaru, tvoří jemné šupinky, jehličky, kornoutky nebo sloupky. Můžeme ji snadno sklepat a tímto ji odstranit.

Na rozdíl od námrazy vzniká jinovatka tak, že vodní pára sublimuje rovnou na předmětech, námraza vzniká tím, že kapky mlhy v mrazu naráží do předmětů a poté k nim rovnou přimrznou (Králová, 2007). Jinovatka je nebezpečná, pokud panují časté mlhy, v tomto případě se vytvoří závěsy o délce 10–20 cm (Forst et al., 1985).

2.1.5 Ledovka a námraza

Definice ledovky, dle odborné encyklopedie je následující:

Ledovka je stejnorodá průhledná ledová usazenina s hladkým povrchem, která vznikne zmrznutím přechlazených kapiček mrznoucího deště nebo mrholení na předmětech, jejichž teplota je lehce pod 0 °C. Pokud přetrvávají vhodné podmínky, ledovka se vytváří na větvích i kmenech stromů.



Obr. č. 2 Ledovka na borovici černé – Pinus nigra,

Kapky dopadající na povrch splynou společně před zmrznutím a tím dojde k vytvoření souvislého ledového obalu, mohou se vytvořit i drobné rampouchy. Pokud se vytvoří silnější ledová vrstva a tloušťka ledové vrstvy je až několik centimetrů, dochází k lámání silných větví i celých stromů (Králová, 2007).



Obr. č. 3 Ledovka na Borovici černé – Pinus nigra.

Krystalická vrstva vody se nejčastěji tvoří za mlhy nebo při výskytu oblaku typu stratus, dotýkajícího se zemského povrchu. Vodní kapky při styku s předměty, které se nacházejí na zemském povrchu a mají teplotu v rozmezí -2 až -10 °C , rychle mrznou (Králová, 2007).

Při námraze jsou jednostranně zatíženy koruny stromů, pokud dojde k překročení dřevinou snesitelné meze, dochází k lámání větví, vrcholku, nebo kmene stromu. Lesní porosty na návětrných svazích, jenž jsou vystaveny jižnímu až jihozápadnímu proudění, jsou ohroženy nejvíce, pokud se vyskytují v polohách vyšších než 700 m. n. m. do cca 1100 m. n. m. Nejvíce bývají postiženy stromy úrovňové a nadúrovňové, druh dřeviny nemá zásadní význam. Z tohoto důvodu je zápoj porostů klíčový, porosty s horizontálním zápojem jsou teoreticky nejodolnější (Kalina, 2002).



Obr. č. 4 Námraza na dubu zimním – *Quercus petraea*(Flogaus-Faust, 2006)

2.1.6 Sucho

Jako sucho můžeme označit období, kdy se krajina nebo konkrétní oblast potýká s nedostatkem vody. Všeobecně k nedostatku vody dochází v důsledku dlouhodobě podprůměrného úhrnu srážek, dalšími důvody vzniku sucha jsou například: nadměrná zemědělská činnost, nadměrné zavlažování, odvodňování, odlesňování rozsáhlých ploch (často za účelem vzniku zemědělských ploch), což mimo jiné způsobuje půdní erozi. Sucho způsobuje snížení produktivity lesa (Dale et al, 2001).

Některé druhy dřevin jsou citlivější vůči poškození suchem než jiné, ve smíšených porostech bývají tyto druhy nahrazovány dřevinami odolnějšími. Souvislostí mezi věkem stromů, citlivostí k poranění a tím i případnou mortalitou, může být mnoho, souvislosti mohou být proměnlivé, patří mezi ně například intenzita a doba trvání sucha, předchozí působení sucha v dané oblasti, topografie, konkrétní druh dřeviny nebo struktura porostu. Schopnost přijímat vodu velmi závisí také na velikosti kořenového systému dřevin, nedostatečně rozvinutý kořenový systém semenáčků a mladých stromů značně limituje schopnost získávat půdní vodu, takže jsou výrazně zranitelnější než starší jedinci (Lundquist et al., 2011).

Důležitou prevencí sucha umožňují vodní nádrže a rybníky, kterých je konkrétně na území Městských lesů Hradec Králové v současnosti celkem 13. Jejich význam se zvyšuje vzhledem k extrémním suchům posledních let, značně také přispívají ke zlepšení mikroklimatu (Schmidt, 2017). Sucho má také, podle proměnlivých klimatických podmínek, vliv na nahodilé těžby. Na území České republiky patří mezi suchem dlouhodobě postižené tyto kraje: Středočeský, Jihomoravský, Moravskoslezský a Olomoucký (Ministerstvo zemědělství ČR, 2007).

2.1.7 Oheň

Vznik lesních požárů značně závisí na místních podmínkách, podle jejich rozsahu a četnosti v různé míře narušují stabilitu lesních ekosystémů. Na zasažených územích jsou patrné změny vodního režimu a na ohněm zasažených územích rovněž dochází ke změně skladby živin a jiných chemických látek, jejich koloběhu, fyzikálnímu a chemickému složení půdy (Boerner, 1982, Certini, 2005, Šomšák et al., 2009).

V mnoha regionech světa jsou lesní požáry přirozeným přírodním procesem, v takových případech mohou přinést značné benefity pro lesní porosty, například uvolnění semen ze šupin šišek poté, co jsou vystaveny intenzivnímu žáru, díky tomu může začít proces klíčení semen a následný vznik nových semenáčků. Lehké vání větru umožňuje semenům pohyb na dlouhé vzdálenosti přes sněhové krusty na území shořelých porostů a umožňuje tak regeneraci lesa. Požáry v boreálních lesech Severní Ameriky a Eurasie jsou pravidelně se opakujícím procesem nutným k samotné existenci lesa (Camp et al. 1997).

Kdykoliv jsou lesní požáry příliš intenzivní nebo se vyskytují na nesprávném místě a v nesprávném období nebo příliš často, jedná se o signalizaci faktu, že je ekosystém rovněž poškozen lidskou intervencí. V takovém případě lesní požáry představují vážnou hrozbu nejen pro lidskou populaci, ale také pro ekosystém. Lesní požáry můžeme rozdělit do několika fází: Nejdříve dojde ke vznícení trávy a suchého podrostu, což je podnět pro vznik velkého požáru, který je však snadno kontrolovatelný. Pokud ovšem nastane fáze, kdy se požár rozšíří až ke korunám stromů, dojde k značně komplikované situaci – vznikne korunový požár, jenž je neškodlivějším typem požáru, požár se rychle šíří a je velice obtížné mít jej pod kontrolou, v extrémních případech je skoro nemožné jej uhasit (Hirschberger, 2016).

Typy jednotlivých požárů

Šíření ohně značně závisí na druhu lesa. Rozlišujeme požáry pozemní, podzemní a korunové. Mohou působit společně i samostatně (Keeley, 2009).

Podzemní požáry

Jsou nejčastějším typem požárů na území ČR. Nejdříve dojde ke vznícení trávy a suché vrstvy porostu, další šíření probíhá jen na povrchu tohoto pozemního odumřelého porostu, takže požár postihuje pouze část kmene těsně nad zemským povrchem, případně také vyčnívající kořeny dřevin. U tohoto typu požárů rozlišujeme ještě další dva druhy –

tzv. rychlý a trvalý typ. Rychlý typ požáru postihuje nadzemní část vegetace, a to nejen odumřelou, ale i živou. Tento typ požáru se nazývá rychlý z toho důvodu, že k jeho šíření dochází velmi rychle, především v jarním období, kdy prosychá jen povrch a na něm vznětlivé materiály. Oproti tomu trvalý typ pozemního požáru se dostává i lehce pod povrch půdy a oheň tak spolu s kůrou postihne i kořeny stromu. Může k němu dojít nejdříve v létě až poté, co proschne nižší vrstva pod svrchní vrstvou půdy, aby se oheň mohl „prohořet“ níže pod povrch (Keeley, 2009).

Tento typ požáru zahrnuje hoření půdy až do hlubokých spodních vrstev půdy – humusu, který tvoří podloží lesních porostů. Vznik tohoto typu požáru úzce souvisí s pozemními požáry, při nichž hoří vrstva rašeliny. K tomuto typu požárů nedochází příliš často, podzemní požár se šíří pomalu, rozhodující je množství hořlavého materiálu a hladina spodní vody.



Obr. č. 5 Pozemní požár (Sundt, 2021)

Korunové požáry

Korunový požár můžeme charakterizovat jako požár, který se šíří po korunách stromů, shoří při něm jehličí, také tenké nebo i silnější větve stromů. Tento typ požáru vzniká přechodem z pozemních požárů v porostech dřevin, které mají nízké koruny stromů, na vzrostlé porosty. Nejčastější lokalitou tohoto typu požáru jsou horské lesy, kde se oheň šíří nahoru po příkrých stráních. Významnou roli zde hraje vítr, který může šíření požáru značně urychlit a tím zvýšit škodlivost požáru (Keeley, 2009). Existuje několik druhů tohoto požáru. Trvalý typ požáru probíhá, pokud se oheň po korunách šíří v závislosti na tom, jak rychle se šíří okraj pozemního požáru. Při tomto typu požáru shoří všechny

nadzemní části porostu včetně mladého porostu a oheň značně poškodí i kmeny dřevin, takto probíhá trvalý typ korunového požáru, jenž za sebou zanechá pouze ohořelé pozůstatky kmenů.

Oproti tomu rychlý typ požáru vzniká jen za silného větru. K jeho šíření dochází pomocí clon a v některých případech se dostane před okraj pozemního požáru (Keeley, 2009). Rychlému typu požáru velmi napomáhá vítr, přičemž šíření probíhá přes jiskry a rychlost požáru po korunách dosahuje rychlosti 15/20 km/h (Franci, 2007).



Obr. č. 6 Lesní požár (Sundt, 2020)

2.1.8 Blesk

Významnou roli hraje tvar terénu – nejvíce jsou postihovány lomy nad údolími, predispozice úderu blesku značně závisí na druhu dřeviny. Nejčastěji bývají poškozeny vysoké jehličnaté dřeviny, a to zejména smrk s borovicí. Z listnatých druhů dřevin jsou nejohroženější skupinou jilmy, duby a topoly na rozdíl od javorů, jeřábů, lip a bříz. Blesk může být nebezpečný i pro rostliny, pokud se blesk vybijí do půdy a následkem toho

dojde k odumírání rostlin v kruzích. Míra poškození je nejvyšší přímo v místě úderu blesku a klesá oddalováním od tohoto místa.

Není výjimkou, že v blízkosti úderu blesku odumřou okolní dřeviny v důsledku poškození kořenového systému, většinou v rozsahu několika arů. Výše škod závisí kromě intenzity blesku také na vlhkosti půdy, blesk je tedy významným činitelem pro vznik lesních požárů (Kůdela et al., 2013).

2.2 Městské lesy Hradec Králové

2.2.1 Historie a charakteristika Městských lesů Hradec Králové(dále MLHK)

Městu Hradec Králové byly lesy darovány od římského krále Albrechta roku 1307. V následujících staletích se jejich rozloha postupně zvětšovala. V roce 1931, odkoupením části panství markraběte Pallaviciniho, se výměra městských lesů zvětšila téměř na dvojnásobek. Dnes je vlastnictvím statutárního města Hradec Králové 3800 ha lesa, včetně rybníků a dalších pozemků. Od roku 1991 je obhospodařuje a spravuje příspěvková organizace Městské lesy Hradec Králové. V roce 2001 byla přeměněna na akciovou společnost Městské lesy Hradec Králové a.s.

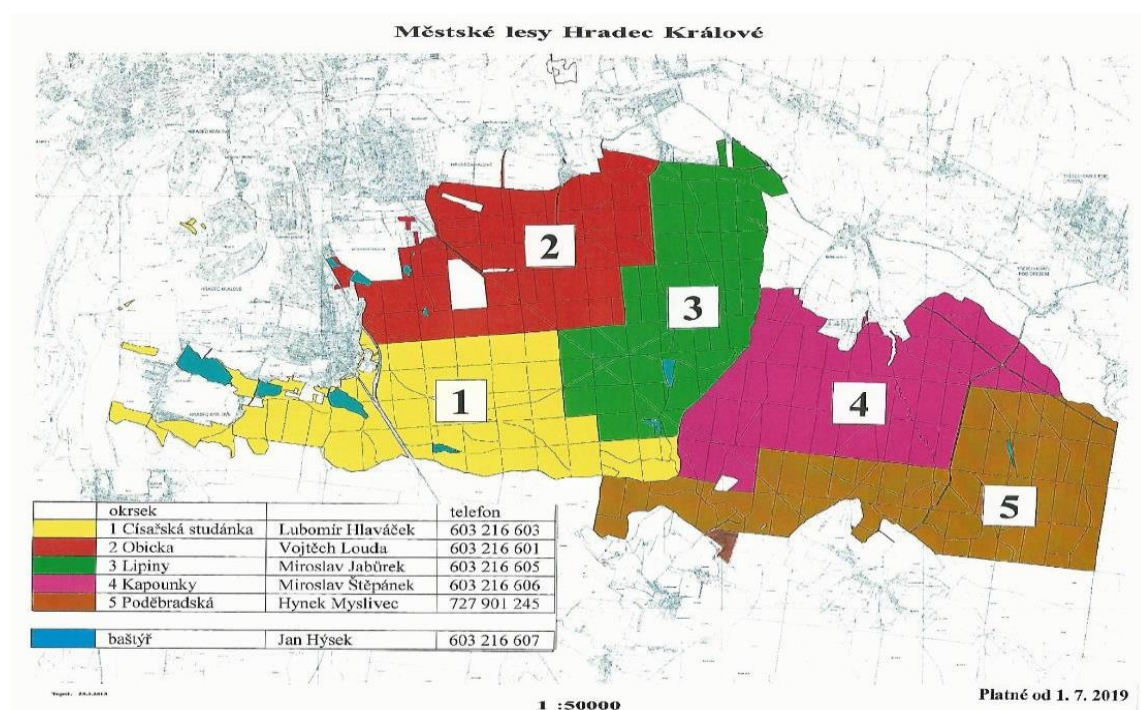
Tyto lesy jsou osvobozeny od placení pozemkové daně a jsou zvýhodňovány při čerpání dotačních titulů.

V 90. letech 20. století otevřením písníku Marokánka rozšířily činnost společnosti o těžbu šterkopísku. V roce 2011 MLHK přistoupily ke změně vizuální identity společnosti. Její nová podoba odráží současnou filozofii společnosti, tedy přiblížit městské lesy více lidem a vedle těžby dřeva, písku a rybníkářství posílit i rekreační funkci lesů. V roce 2012 zasáhla lesy rozsáhlá kalamita. Větrná smršť po sobě zanechala polámané porosty na ploše více než 200 ha. Odstranění jejích následků probíhá až do dnešních dnů.

Management společnosti usilovně buduje a stále zlepšuje firemní kulturu, přetváří Městské lesy Hradec Králové a.s. v moderní a dynamicky se rozvíjející společnost, realizuje teze schválené strategie a zvyšuje kvalitu služeb a zaměstnanecké odpovědnosti. Společnost je firmou středně velkou a významným podnikatelským subjektem Královéhradeckého regionu (MLHK, 2020).

Rozloha lesů zahrnuje také mnoho ostatních území, jakými jsou například rybníky, obory, kemp a další. V současnosti jejich rozloha činí 3700 m² a tvoří samostatný celek, totiž akciovou společnost. Lesy zvláštního určení tvoří 98 % území a zbylé 2 % tvoří les hospodářský.

Většinová část lesů – tedy lesy zvláštního určení, jsou lesy určené pro rekreační činnost s cílem přiblížit les široké veřejnosti a podpořit tím také vzdělávání o lese od nejmladších věkových skupin až po dospělé. Rekreační činnosti i vzdělávání veřejnosti umožňují objekty a prvky v místních lesích, konkrétně kemp Stříbrný rybník, naučné turistické stezky, výlovy v rybníku a další (Městské lesy Hradec Králové, 2020).



Obr. č. 7 Rozdělení městských lesů (MLHK,2020)

2.2.2 Činnosti a funkce Městských lesů Hradec Králové

Kromě těžby a prodeje dřeva se Městské lesy od 90. let dvacátého století zabývají také těžbou šterkopísku. Co se týče ekonomické stránky, lesy nemusí platit pozemkové daně.

Větrná bouře v roce 2010 po sobě zanechala polomy na ploše více než 200 ha. Odstranění jejich následků probíhá až do dnešních dnů.

2.2.3 Skladba lesních porostů

Vyskytují se zde zejména dřeviny 2. a 3. věkového stupně, tyčoviny.

Zdejší lesní porosty mají vysokou druhovou diverzitu, nejedná se o monokultury, oproti většině lesů na území České republiky netvoří smrk ztepilý (*Picea abies*) většinu, a dokonce ani významnou procentuální část lesa v porovnání s ostatními dřevinami.

Místní lesy tvoří z převážné části tyto druhy; borovice lesní (*Pinus sylvestris*), borovice vejmutovka (*Pinus strobus*), dub letní (*Quercus robur*), dub zimní (*Quercus petraea*) a smrk ztepilý (*Picea abies*). Zbytek lesa pokrývají listnaté druhy dřevin, kterými jsou: bříza bělokorá (*Betula pendula*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), modřín opadavý (*Larix decidua*) a olše lepkavá (*Alnus glutinosa*).

Charakteristika dřevin s nejčastějším výskytem v MLHK

Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

Je dřevina s širokou ekologickou valencí, jedná se o výrazně světlomilný druh, z tohoto důvodu ji omezuje pouze přísun světla. Tento druh je dlouhověký, standární stáří dřevin tohoto druhu bývá obvykle cca 300–500 let. Tvar kmene je válcovitého tvaru o průměru kolem 100 cm. Borcka je velmi odolná, šířky cca 3 cm, v mládí lehce oranžová. Kromě přísunu světla je rovněž citlivá na poškození sněhem a námrazou. Tento druh má dvě jehlice ve svazečku, jenž jsou obnovovány po dvou letech (Úradníček, 2009). Z důvodu širokého geografického rozšíření vzniklo mnoho typů, třemi základními typy jsou severská, kavkazská a východoasijská (Businský, Velebil, 2011). Dřevo *Pinus sylvestris* je rozdělené na jádro a běl, s výrazně ostrým přechodem letokruhů mezi jarním dřevem na letní. Na území České republiky nebývá borovice převažující dřevinou v lesních porostech, často se vyskytuje v porostech se směsí jiných dřevin, jakými jsou např. bříza, dub, buk, smrk nebo modřín (Durrant, De Rigo, Caudulo, 2016). Městské lesy Hradec Králové jsou z tohoto hlediska výjimkou.

Dub letní (*Quercus robur*)

Dorůstá výšky až 40 metrů, disponuje širokou, rozložitou korunou a silným kmenem, šířky až 1,5 m. Při příznivých životních podmínkách se může dožít až 500 let. Z hlediska působení abiotických činitelů je oproti jiným dřevinám odolnější vůči větru a hnilobě. Citlivý je na sníh a mráz. Z řad biotických činitelů bývá často poškozen druhy padlí dubové (*Erysiphe alphitodes*) a škůdci rodu žlabatkovití (*Cynipidae*).

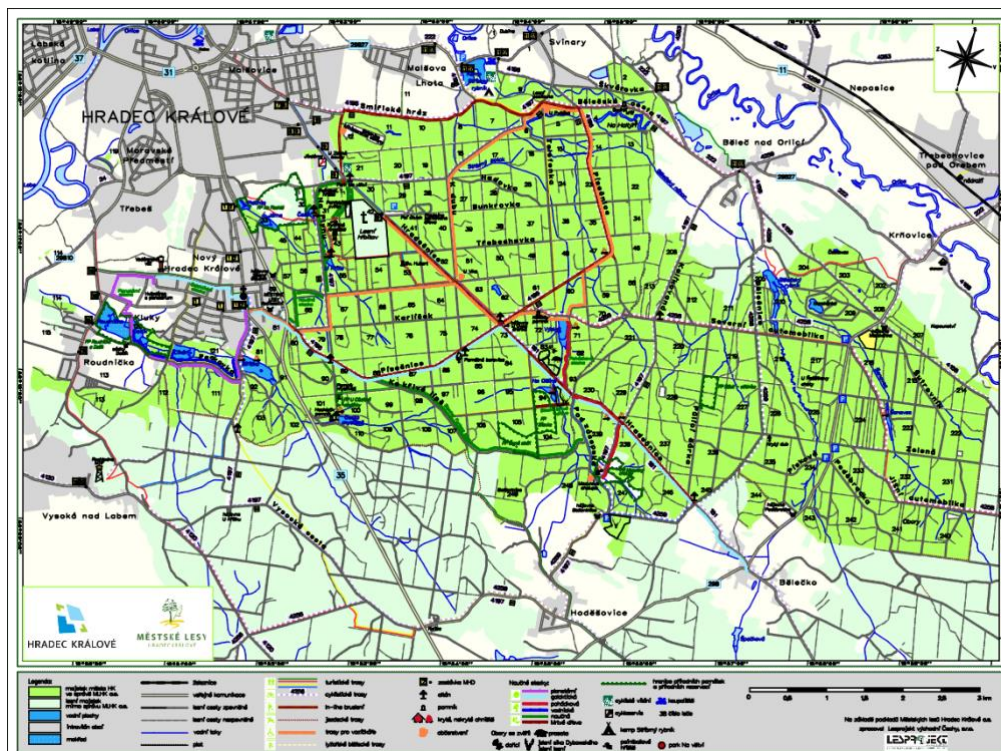
Pokud dřevina roste mimo porost, plodí až ve věku od 40 let na rozdíl od dřevin žijících v porostu, kde se doba prodlužuje na 70 let, přičemž plodí v nepravidelných intervalech přibližně tři až šest let. Má vysokou schopnost výmladnosti, areál jeho výskytu zahrnuje celou střední Evropu až po sever Španělska, Itálie a balkánských zemí. Tento druh se vyskytuje v prvním lesním vegetačním stupni, na území České republiky se vyskytuje zejména v nížinách (Úradníček, Chmelař, 1995).

Dub zimní (*Quercus petraea*)

Na rozdíl od dubu letního není tak mohutný, jeho koruna má nepravidelné členění, je protáhlá. Nedisponuje šířkou dubu letního, je štíhlejší, kmen má nepravidelný tvar a borka je hrubě rozbrázděná. Má schopnost vysoké výmladnosti, může se dožít velmi vysokého věku, až několik set let. Letorosty má lysé s lenticelami, které jsou drobné a řídké. Stejně jako *Quercus robur* je teplomilnou dřevinou, nároky na světlo jsou však o něco nižší. Z abiotických vlivů je velmi odolný vůči suchu, snáší ho bez problémů. Vyskytuje se na lesostepích, na skalních porostech i na spraších, naopak špatně snáší mrazy, z biotických faktorů je napadán ochmetem evropským (*Loranthus europaeus*). Areál jeho rozšíření je od západní Evropy přes střední až po jihovýchodní Evropu, na území ČR se vyskytuje ve smíšených lesních porostech teplých pahorkatin, zejména v povodí Berounky, dolním Povltaví, v teplé části Českého středohoří, spodních částech Krušnohoří aj. Na území Moravy je převažující dřevinou v oblasti pahorkatiny jižní Moravy, dále např. na Drahanské vysočině a na mnoha jiných oblastech Moravy (Úradníček, et al., 2001).

2.2.4 Turistika ve zdejších lesích

Management společnosti usilovně buduje a stále zlepšuje firemní kulturu, přetváří Městské lesy Hradec Králové a.s. v moderní a dynamicky se rozvíjející společnost, realizuje teze schválené strategie a zvyšuje kvalitu služeb a zaměstnanecké odpovědnosti. Společnost je firmou střední velikosti a významným podnikatelským subjektem místního regionu.



Obr. č. 8 Orientační mapa Městských lesů Hradec Králové (Městské lesy Hradec Králové, 2020)

2.2.5 Těžební a pěstební činnost

Hospodářské záměry vlastníka odpovídají i hlavním zásadám evropské lesnické organizace PRO SILVA propagující přírodě blízké hospodaření. Lesy města Hradec Králové jsou v ní prezentovány jako demonstrační objekt přírodě blízkého hospodaření na štěrkopískových stanovištích (MLHK, 2020).

V lesích města Hradec Králové se na ploše 3 771 ha nacházejí rozsáhlé porosty borovice lesní (zastoupení 67 %). Tyto porosty rostou na chudých štěrkopískových nánosích řeky Orlice s výškou nánosů od hladiny spodní vody okolo 8 až 15 m. V tomto kraji je nízký úhrn dešťových srážek. Roční úhrn srážek dosahuje jen cca 550 mm vodního sloupce, přesto zdejší porosty dosahují vysoké kvality, téměř nejlepší v České republice.

Historický výskyt borovice na Královéhradecku i nepřímo potvrzují názvy místních obcí, jakými jsou např. Bor nebo Borovinka aj. První záznamy o výskytu borovice pocházejí až z 16. století, kdy již byly mnohé lesy záměrně člověkem přeměněny, a lze jen obtížně zjistit, jaké zastoupení tato dřevina ve smíšených lesech měla.

Hlavním směrem hospodaření na těchto stanovištích se štěrkopískovými nánosy je v co největší míře využití přirozené obnovy vysoce kvalitního ekotypu východočeské borovice při kopírování přírodního procesu obnovy lesa „při požáru“. Clonné seče se v podmínkách na spravovaném území vlivem malého úhrnu srážek a snížení slunečního záření projeví jako nevhodné. Borové porosty zachycují intercepci okolo 30 % úhrnu srážek a další vodu odjímají z půdy svými kořeny (desukce). Tím je ztížena jejich obnova pod mateřským porostem.

2.2.6 Vzácné druhy fauny a flory

V lesním komplexu Holické vyvýšeniny se vyskytuje mnoho vzácných rostlinných, živočišných i mykologických druhů, tento komplex se rozkládá na území od jihovýchodního okraje Hradce Králové až po Choceň, Městské lesy Hradec Králové jsou součástí tohoto komplexu. Podloží tohoto komplexu tvoří štěrkopískové pleistocenní terasy, jež jsou navrstvené s různou mocností na křídových slínech. Různé typy podloží předurčují charakter vegetace, na slínu – vápnitém jílu, je přirozeným stanovištěm stanoviště typu jedlové a bukové habřiny. Na štěrkopísku a vátých píscích se daří chudým borovým doubravám s borůvkovými bory. Zdejší stanoviště ovlivněná vodou, jakými jsou terénní deprese a okolí rybníků, pokrývají březové a jedlové doubravy, na podmáčených stanovištích olšiny. Nacházejí se zde lesní chráněná území – U Císařské studánky, Sítovka, Černá stráň a U Sítovky. Chráněné území, dále CHÚ U Císařské studánky, bylo založeno v roce 1960.

Spolu s borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) toto CHÚ na kyselém stanovišti tvoří bukový porost. Na dubech byl opakovaně zjištěn krasec (*Corabeus undatus*), na světlínách vzácný motýl přástevník užankovitý (*Hyphoraia aulicea*). V CHÚ Černá stráň byla nalezena houba pavučinec natřený (*Cortinarius delibutus*) a motýl srpokřídlatec olšový (*Drepana curvatula*). Významnou součástí Městských lesů jsou rybníky v celkovém počtu 13 (Schmidt, 2017).

2.3 Abiotické a biotické faktory v MLHK

2.3.1 Abiotické faktory

Oheň

Oheň v místních lesích nepředstavuje významný vliv, škody ohněm jsou zde minimální. Nepálí se zde klest. Místní obyvatelstvo je ukázněné. Ukázněnosti obyvatel napomáhá opatření společnosti MLHK, která na ploše rekreačních území umístila dostatečné množství ohnišť, ve kterých je povoleno zakládat oheň a provázet s ním spojené činnosti. Toto opatření, až na vzácné případy, vylučuje důvody k zakládání ohňů mimo daná stanoviště za účelem rekreace. Mimo tato místa se zde oheň vyskytuje výhradně při udržování tradic – konkrétně při tzv. „pálení čarodějnic“ v dubnu. U této činnosti je vždy přítomen hasičský sbor, jenž důkladně dohlíží na bezpečné používání ohně a celkový průběh celé akce. Navíc zde společnost MLHK vybudovala tři retenční nádrže sloužící jako alternativní zdroj vody v případě vzniku rozsáhlejšího požáru, navíc tyto nádrže zadržují spodní vodu v lese a udržují tak vlhkost v okolí (MLHK, 2018).

Voda

V roce 2010 zasáhla město Hradec Králové povodeň včetně území MLHK a způsobila rozsáhlejší škody, naštěstí nebyly likvidační (Archiv MLHK). Kromě této události na území MLHK voda není škodlivým činitelem a na lesy nemá mimo běžných základních funkcí významnější vliv na rozdíl od větru.

Vítr

Mezi lety 2005-2020 byla nejničivější větrnou kalamitou pro MLHK větrná bouře v roce 2012, jenž zasáhla území na ploše větší než 200 ha. Tato bouře způsobila rozsáhlé škody, zničila více než 30 000 m³ dřeva a způsobila tak finanční ztráty přes 15 milionů Kč. Odstraňování následků této bouře trvalo několik měsíců, téměř rok, bouře způsobila neprůchodnost cest a nebezpečný pohyb po značné části Městských lesů, z toho důvodu byl vyhlášen kalamitní stav a při případném porušení opatření hrozba sankce (Vinklář, 2014).

O ničivosti této bouře referuje rovněž Český hydrometeorologický ústav ve své výroční zprávě pro rok 2012 – první červencový týden se na území ČR- téměř každý den vyskytovaly silné bouřky spolu s tropickými teplotami a 8. 7. 2012 přišla nejsilnější

větrná bouře současně s kroupami na mnoha územích, která způsobila značné škody a vysoké ekonomické ztráty včetně území MLHK (Dvořák, 2013).

2.3.2 Biotičtí činitelé

Kromě abiotických činitelů působí na místní lesy také biotičtí činitelé, mezi nejvýznamnější zdejší druhy patří: lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) a lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*), dále krasec borový (*Phaenops cyanea*), (archiv MLHK).

S biotickými faktory, jež poškozují lesní ekosystémy, je složité bojovat, protože po použití různých chemických obranných prostředků se rychle přizpůsobí a prostředky tak přestanou účinkovat. Biotické organismy jsou schopny výrazně lepší existence díky procesu adaptace tím, že přizpůsobují své vlastnosti ať už fyzikálního nebo biochemického typu (Kůdela et al., 2013).



Obr. č. 9 Krasec borový – *Phaenops cyanea*- larva (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.2016)

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*)

Řád brouci (*Coleoptera*), čeleď nosatcovití (*Curculionidae*), rod *Ips*.

Zástupci tohoto druhu jsou brouci s délkou těla 4 až 5,5 mm, tmavohnědé až černohnědé barvy, po stranách s dlouhým zlatavým ochlupením. Zadní strana krovek je řídká a jemně tečkovaná, na okrajích vroubená, krovky mají na konci prohlubeň, která je lemována 4 páry tupě kuželovitých zubů, z nichž zuby 3. páru shora jsou největší.

Jedná se o druh, vyvíjející se pod kůrou smrků, výjimečně i pod kůrou borovice a modřínu. Jeho původním prostředím ve střední Evropě byly vždy horské smrčiny (do 2000 m. n. m.), odkud se s uměle vysazovaným smrkem rozšířil i do nížin.

V ČR má obvykle dvě pokolení do roku. V nižších polohách se brouci poprvé rojí koncem dubna, ve středních polohách v první polovině května, ve vysokých nadmořských výškách v horských oblastech až ve druhé polovině května.

Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) jinak nazývaný výrazem „kůrovec“, k svému vývoji potřebuje silnější vrstvu čerstvého nebo mírně zavadlého lýka. Proto ideální prostředí nalézá pod kůrou 60–100letých smrků, vyvrácených větrem nebo polámaných sněhem, podzimními, zimními nebo jarními vichřicemi. S oblibou nalétávají také na dřeviny čerstvě pokácené a velmi často také na dřeviny fyziologicky oslabené, trpící nějakou chorobou nebo jinak poškozené, ideálně čerstvě odumřelé. Pokud dojde k silnému přemnožení, osidlují dřeviny zcela zdravé, v některých případech také dřeviny mladších věkových tříd.

Místa závrťů na ležících kmenech jsou během prvních týdnů napadení snadno rozpoznatelná díky malým hromádkám hnědých drtinek. Na živých kmenech je poté zpočátku kapkovitý výron pryskyřice, později (při opakovaném náletu) také hnědavé drtinky. Lýkožrout smrkový je polygamní druh. Má podélný dvouramenný požerek. Snubní komůrky se obvykle nacházejí v kůře, a proto nejsou po jejím sloupnutí na vnitřní straně lýka patrné. Při slabším výskytu jsou matečné chodby vždy delší, požerky jsou většinou dvouramenné nebo třiramenné. Při kalamitním výskytu jsou matečné chodby kratší, a požerky bývají většinou jednoramenné. Celková doba vývoje od zavrtání samečků do kůry až po výlet dospělých brouků je 7 až 13 týdnů (v horách i déle). Lýkožrout smrkový je nejčastějším kůrovcem v dospívajících a dospělých smrčinách, s bekyní mniškou (*Lymantria monacha* L.) je nejškodlivějším hmyzím škůdcem v našem lesním hospodářství. Jedná se o sekundární druh, který se za příznivých povětrnostních podmínek (zejména během teplého a suchého léta) rychle přemnožuje na stromech poškozených bořivým větrem, sněhem, ledovkou a námrazou a také na stromech pokácených či oslabených dlouhotrvajícím suchem, václavkou smrkovovou (*Armillaria ostoyae*), kořenovníkem vrstevnatým (*Heterobasidion annosum*) apod. Nenalézají-li nově vylíhlí brouci pro svůj vývoj vhodné mrtvé či oslabené stromy, stává se lýkožrout smrkový primárním škůdcem (Křístek, Urban 2004).

Krasic borový (*Phaenops cyanea*)

Řád brouci (*Coleoptera*), čeleď krascovití (*Buprestidae*).

Postihuje zejména borovici lesní (*Pinus sylvestris*) ale i další druhy borovic, také postihuje smrk ztepilý (*Picea abies*) a druh modřín (*Larix*), zavrtává se do dřeva a kůry. Velikost dospělých jedinců je cca 0,7 až 1,2 mm, oválného tvaru, barva dospělce je lehce fialová až modrá jak už napovídá druhové latinské jméno, oproti larvám, které jsou bělavé s hnědou hlavou, už u larev jsou rozpoznatelná kusadla, díky menší velikosti oproti jiným druhům krasce vyskytujícím se na jiných druzích dřevin, je tento druh lépe rozpoznatelný. V požerku jsou typické obloukovitě uspořádané světlé a tmavé drtinky.

Vývoj tohoto druhu trvá jeden rok, stadium larvy ukončuje uvnitř povrchových vrstev dřeva nebo kůry. Stejně jako lýkožrout nejhojněji škodí na poškozených stromech (ÚKZÚZ, 2021).

Lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*)

Řád brouci (*Coleoptera*), čeleď nosatcovití (*Curculionidae*), rod *Ips*.

Je oligofágním druhem borovice lesní a borovice černé, napadajícím s oblibou oslabené jedince, zřídka se vyskytuje na douglasce a na smrku, jeho velikost se pohybuje kolem 2,2 až 3,5 mm u dospělých. Žír larvami je podkorní. Typickým znakem dospělého jedince jsou pouze tři zoubky na zadní části krovek. Napadá vrcholky dřeviny tenčích rozměrů, požerky jsou vyplněné drtinkami a trusem. Poškozuje stromy jako jiní zástupci rodu *Ips* (ÚKZÚZ, 2021).

Mezi další biotické škodlivé činitele patří dřevokazné houby, mezi nejškodlivější patří václavky (*Armillaria* spp.). Jednou z nejčastějších je václavka smrková (*Armillaria ostoyae*) škodící na smrku, dále kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum*).

Tyto druhy způsobují značné porušení kořenového systému dřevin, protože způsobují hnilobu. Protože je hniloba dlouhodobá, poranění je vážné. Působí až do hloubky kmene, narušuje se tím stabilita dřeviny, tímto se stávají náchylnější k poškození jinými činiteli, zejména větrem, ale také sněhem a námrazou, pokud hniloba zasahuje značnou část kmene do hloubky. Kvůli závažnému narušení kořenového systému jsou napadené dřeviny citlivější na poškození větrem, dochází tak snáze k vývrátům (Vicena. 2001).

3 Metodika

Bakalářská práce „Vliv abiotických činitelů na lesní porosty Městských lesů Hradec Králové“ je zaměřena především na zpracování vědecké literatury, odborných článků a knih. Toto zpracování poskytne vhodné teoretické východisko pro zpracování již existujících dat. Tato data jsou získána přímo od Městských lesů.

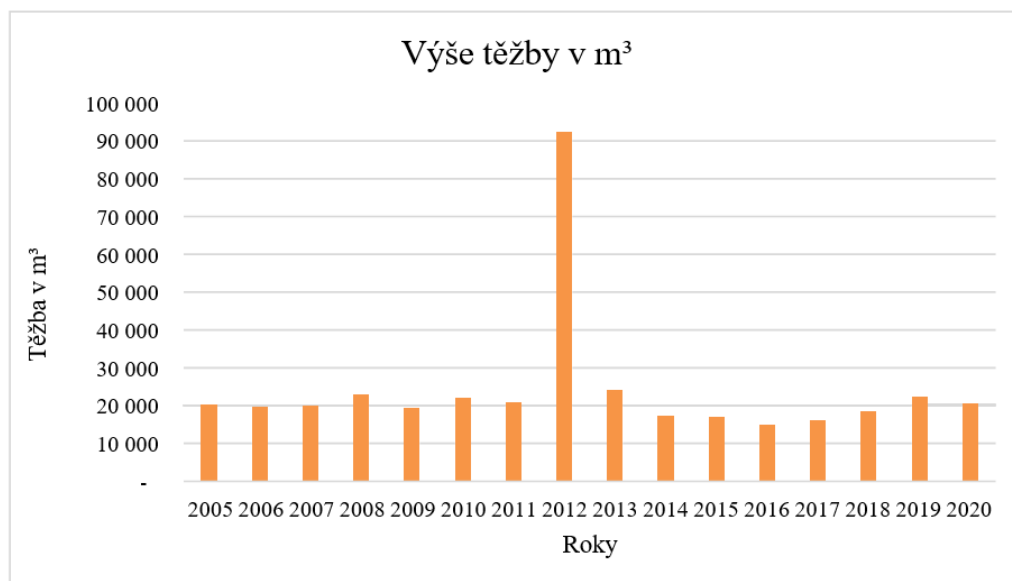
Poskytnutá data: výše plánovaných a nahodilých těžeb, charakteristika a výše nahodilých těžeb (způsobené abiotickými i biotickými faktory), druhová skladba porostů, byla odborně zpracovaná do přehledných tabulek, grafů a následně popsána textem. Veškerá data byla zpracovaná na základě údajů uvedených v archivu a ostatních záznamech poskytnutých přímo od Městských lesů Hradec Králové (MLHK).

4 Výsledky

Spolu s teoretickou částí této práce byla zároveň zpracována data z evidence dokumentů Městských lesů Hradec Králové, přičemž byla zjišťována data jako například kvantita a druhy škod způsobených abiotickými činiteli na území místních lesů.

Škody způsobené dřevokaznými houbami, konkrétně václavkou smrkovou (*Armillaria ostoyae*) jsou tak nepatrné, že je MLHK nevidují, stejně jako podrobnější členění škod způsobených vodou, tzn. jinovatkou, námrazou a ledovkou. Rovněž škody vzniklé okusem zvěří jsou drobné a z tohoto důvodu nejsou evidovány.

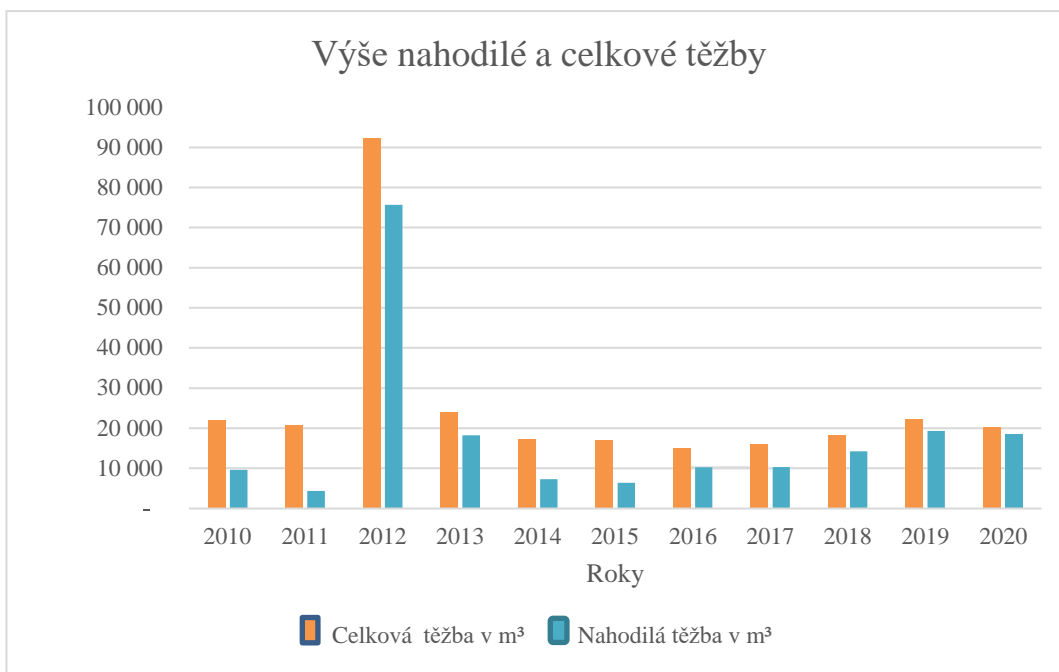
Údaje z evidence Městských lesů Hradec Králové ukazují, že obvyklá výše těžby je cca 20 000 m³ ročně. Výjimkou je rok 2012, kdy byly místní lesy 5. července 2012 značně poškozeny větrem, který v některých úsecích dosahoval rychlosti až 220 km za hodinu. Tímto abiotickým činitelem bylo poničeno 170 ha lesa a několik rekreačních objektů (Fremuth, 2013).



Graf č. 1 Výše těžby dřeva v letech 2005-2020 (vlastní zpracování dle archivu MLHK)

Tato událost způsobila uzavření MLHK pro veřejnost po dobu, po kterou byly následky kalamity odstraňovány. Díky vhodnému managementu MLHK byly brzy vytěženy poškozené stromy a následně vysázeny nové sazenice. Během jednoho roku bylo vysázeno přes 1,5 milionu sazenic místo obvyklých 100 tisíc sazenic za rok.

Takto velké škody, způsobené abiotickými činiteli byly naposledy v MLHK v letech 1988 (Fremuth, 2013, Vinklář, 2014).



Graf č. 2 Celkové vs. nahodilé těžby (vlastní zpracování dle archivu MLHK)

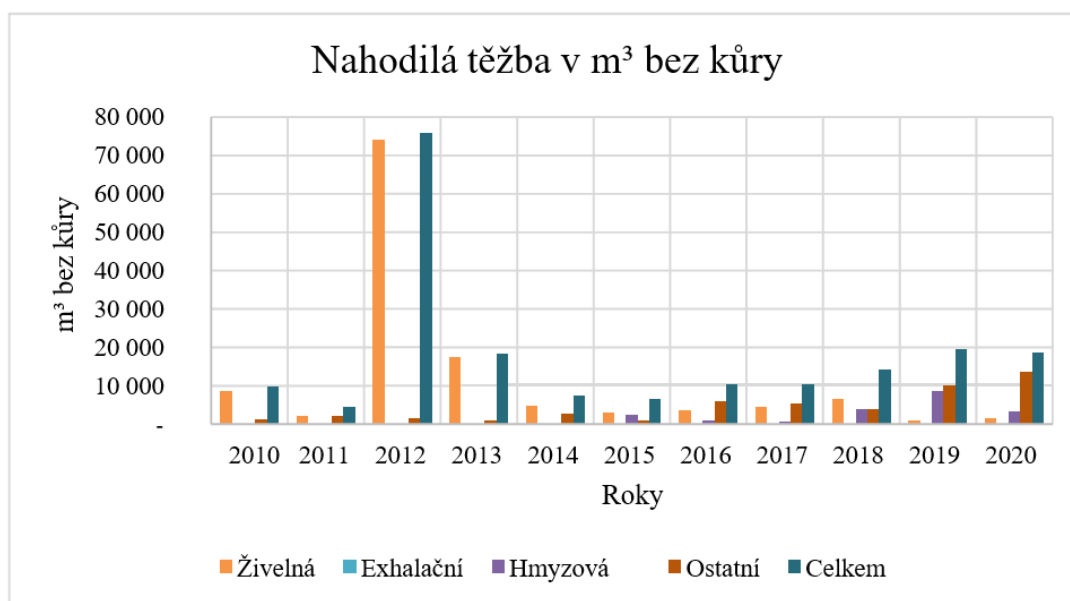
V grafu č. 2 můžeme porovnat celkové vs. nahodilé těžby způsobené abiotickými a biotickými činiteli v MLHK. Z grafu je zřejmé, že nahodilá těžba tvoří obvykle pouze jednu až dvě třetiny z celkové těžby. Takto nízké hodnoty jsou způsobeny faktem, že hlavní funkcí MLHK je funkce rekreační, která převyšuje ekonomické funkce lesa (Vinklář, 2014).

MLHK řadí těžby do následujících skupin: Nahodilé těžby; způsobené abiotickými činiteli (voda, vítr, ...), biotickými činiteli (lýkožrout smrkový, bekyně mniška, krásek borový...) a ostatními činiteli (škody způsobené zvěří, člověkem, ...). Škody způsobené ostatními činiteli jsou natolik nízké, že je MLHK nevidují. V tabulce č. 2 a v grafu č. 3 lze vidět, že v letech 2010–2013 bylo nejvíce škod způsobeno biotickými činiteli v letech 2016–2020 byli nejvýznamnějšími činiteli ostatní činitelé.

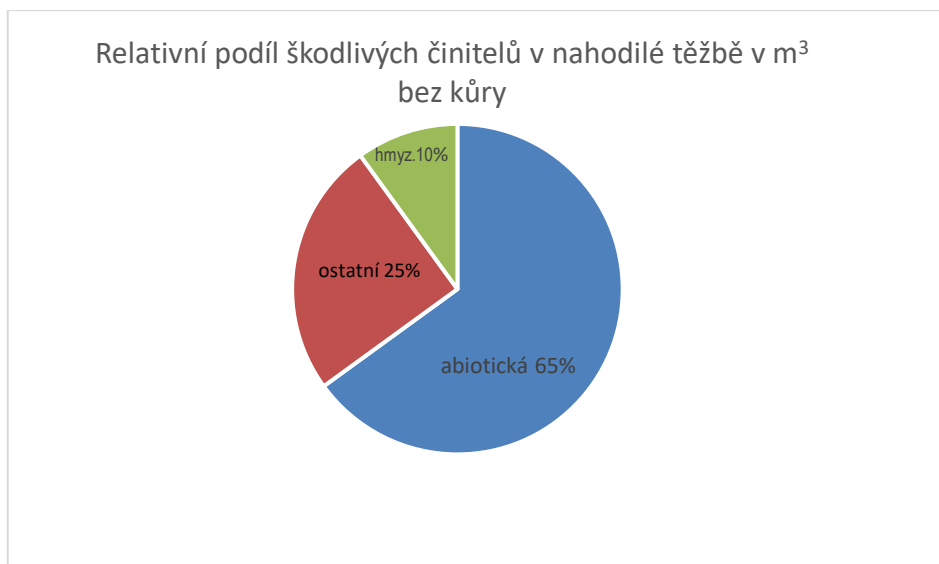
Z grafu č. 4. je zjevné, že 65 % z celkové těžby je způsobeno abiotickými škůdci, 25 % ostatními faktory a cca 10 % hmyzími škůdci.

Tab. č. 2 Nahodilá těžba (vlastní zpracování dle archivu MLHK)

Nahodilá těžba v m ³ bez kůry (122)				
Rok	Živelná	Hmyzová	Ostatní	Celkem
2010	8 456	40	1 124	9 620
2011	2 117	147	2 124	4 388
2012	74 156	14	1 541	75 711
2013	17 425	11	825	18 261
2014	4 571		2 754	7 325
2015	3 015	2 455	946	6 416
2016	3 567	915	5 819	10 301
2017	4 423	594	5 318	10 335
2018	6 563	3 923	3 760	14 246
2019	764	8 541	10 066	19 371
2020	1 530	3 343	13 604	18 477
Celková nahodilá těžba	126 587	19 983	47 881	194 451



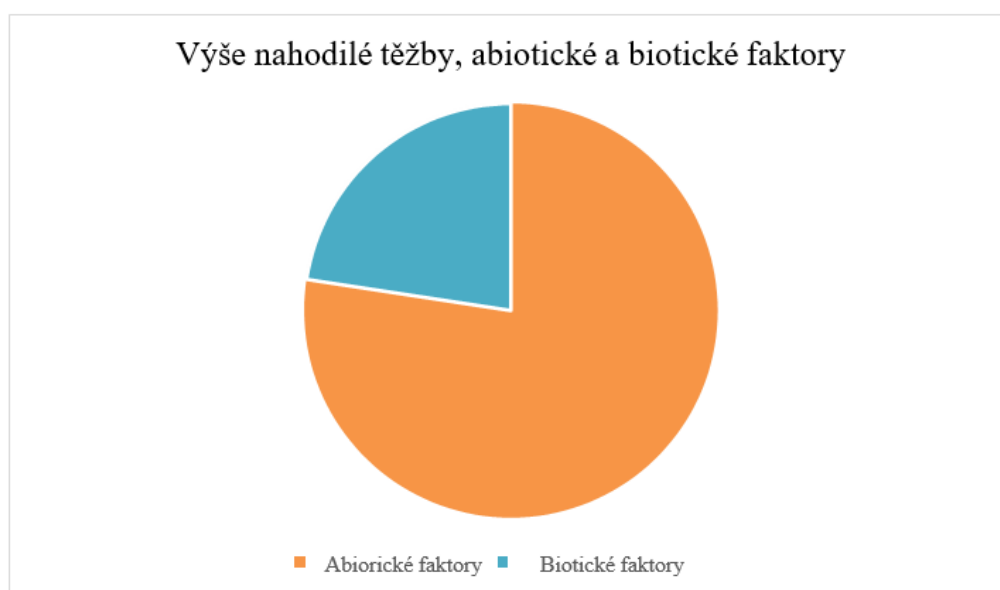
Graf č. 3 Nahodilé těžby mezi lety 2010-2020 (vlastní zpracování dle archivu MLHK)



Graf č. 4 Relativní podíl škodlivých činitelů v nahodilé těžbě (vlastní zpracování dle MLHK)

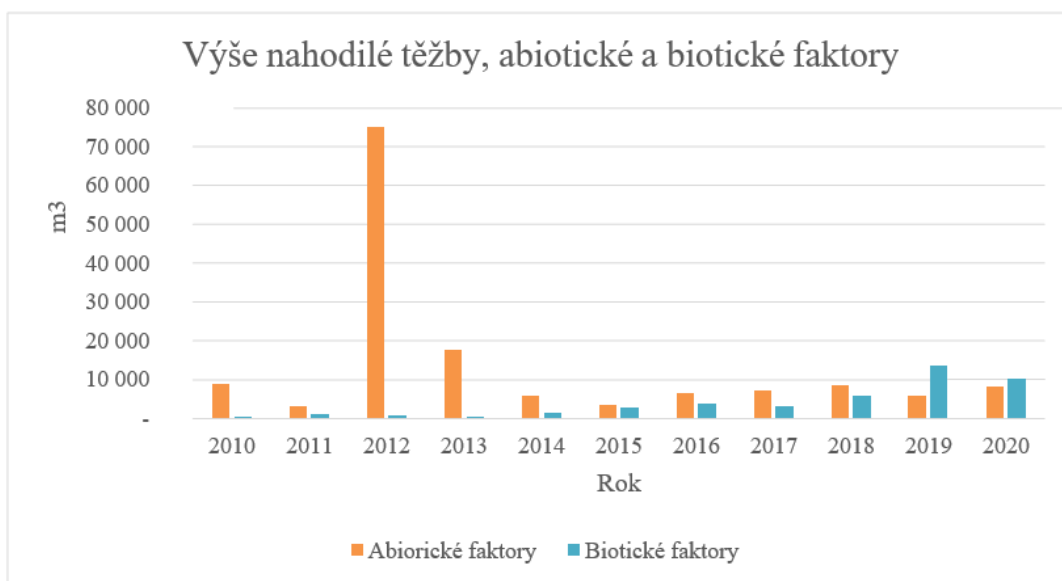
V práci dále porovnávám výši nahodilé těžby způsobenou abiotickými a biotickými činiteli. Z grafu č. 5: Celková výše nahodilé těžby způsobená abiotickými a biotickými faktory, je patrné, že tři čtvrtiny nahodilé těžby jsou způsobeny abiotickými činiteli, především větrem. Škody způsobené větrem jsou dle Lundquist (2011) v České republice nejvýznamnější, tento abiotický činitel má nejvyšší podíl v nahodilé těžbě, a to 65% oproti těžbám způsobených ostatními činiteli - 25% a hmyzími činiteli-10%, jak vyplývá z grafu č. 4.

Porovnání škod způsobených abiotickými a biotickými činiteli v jednotlivých letech nalezneme v grafu č. 6.

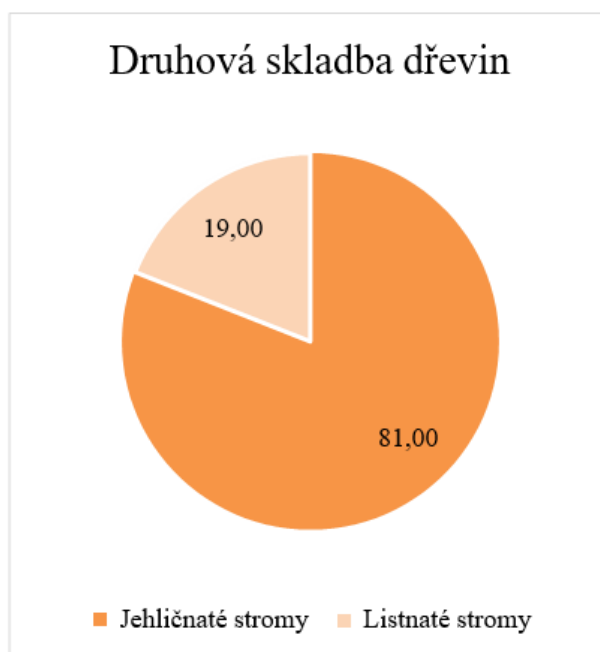


Graf č. 5 Celková výše nahodilé těžby v roce 2010–2020 způsobená abiotickými a biotickými faktory

(vlastní zpracování dle archivu MLHK)



Graf č. 6 Výše nahodilé těžby v jednotlivých letech dle abiotických a biotických faktorů (vlastní zpracování dle archivu MLHK)



Graf č. 7 Zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin v % porostní plochy (vlastní zpracování dle Archivu MLHK)

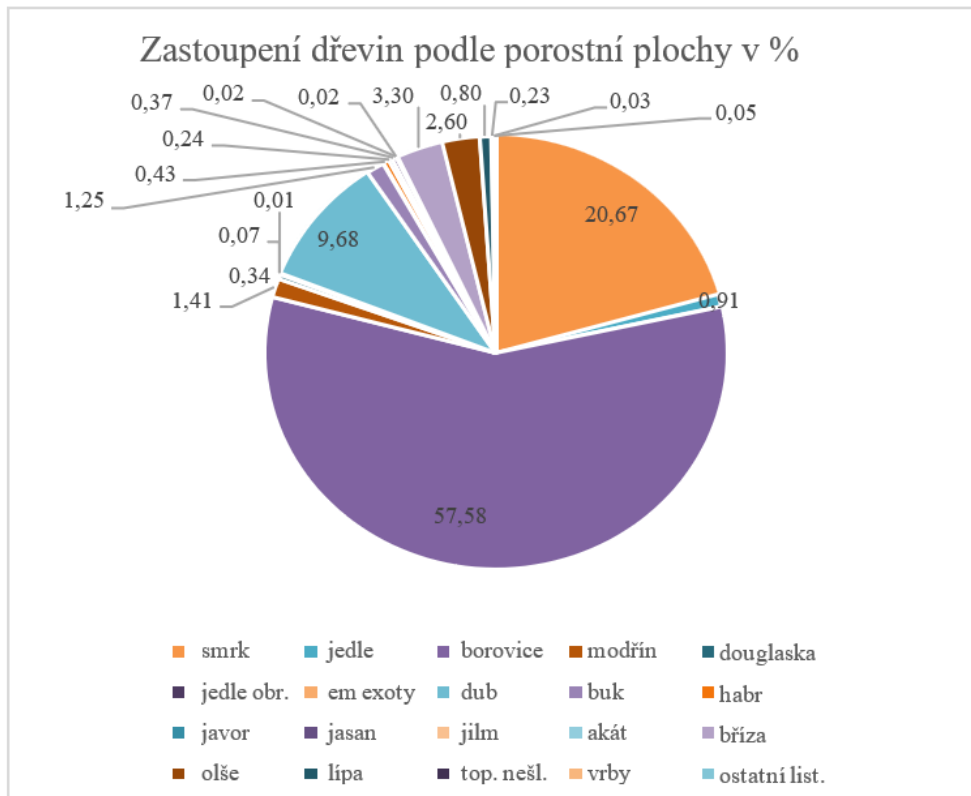
Dalším faktorem, kterým se ve své bakalářské práci zabývám v souvislosti s MLHK, je druhová skladba porostu. Z grafu č. 7. je patrné, že v MLHK převažuje výskyt jehličnatých dřevin.

Tab. č. 3 zobrazuje přesné údaje z roku 2019, zásoby jednotlivých dřevin MLHK a také velikost jejich porostní plochy. Z těchto údajů je zřejmé, že v tomto zájmovém území je

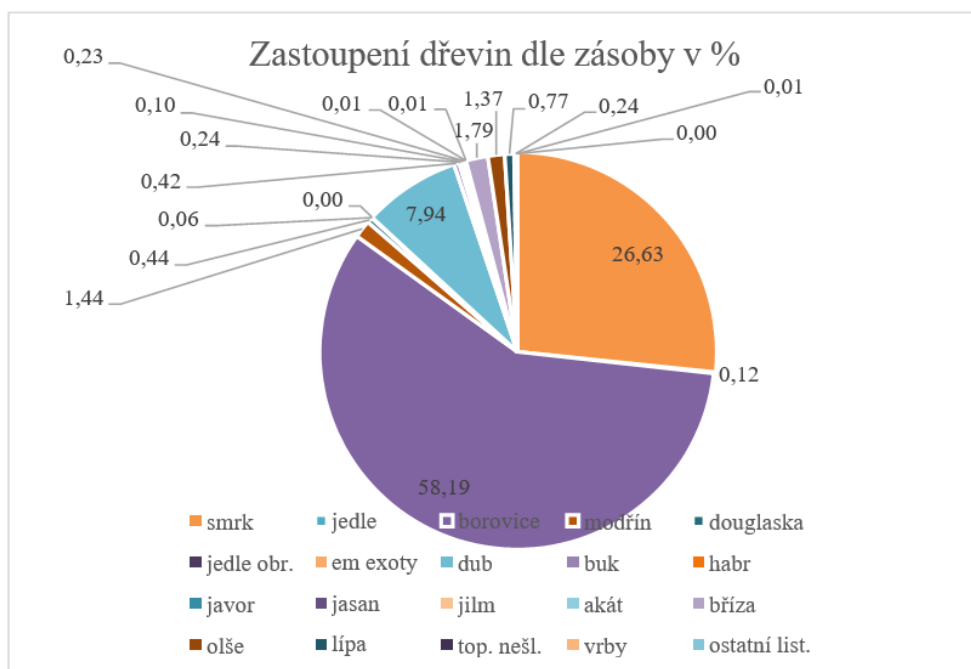
nejvíce zastoupena borovice, a to z více než z 55 %, následuje smrk – cca 25 %, dub – cca 8 % a poté ostatní dřeviny. Tyto údaje jsou znázorněny také graficky v grafu č. 8. a v grafu č. 9.: (druhov \acute{y} skladba dle zásob jednotliv \acute{y} ch dřevin).

Tab. č. 3 Podrobn \acute{a} druhov \acute{a} skladba dle zásoby a plochy (vlastn \acute{i} zpracov \acute{a} n \acute{i} dle archivu MLHK)

Dřevina	Bonita	Zásoba		Plocha	
		m ³ b.k.	%	ha	%
	1	2	3	4	5
smrk	28,71	204036	26,63	734,65	20,67
jedle	26,21	889	0,12	32,26	0,91
borovice	27,43	445869	58,19	2046,52	57,58
modřín	30,63	11027	1,44	50,15	1,41
douglaska	35,63	3392	0,44	12	0,34
jedle obr.	33,23	460	0,06	2,53	0,07
smrk exoty	29,01	16	0,00	0,23	0,01
Dub	26,12	60833	7,94	344,03	9,68
Buk	20,15	3244	0,42	44,52	1,25
habr	27,55	1856	0,24	15,44	0,43
javor	27,57	793	0,10	8,53	0,24
jasan	25,71	1735	0,23	13	0,37
Jilm	23,71	46	0,01	0,8	0,02
Akát	21,9	54	0,01	0,57	0,02
bříza	25,73	13737	1,79	117,33	3,30
Olše	25,29	10477	1,37	92,49	2,60
Lípa	26,45	5866	0,77	28,51	0,80
top. nešl.	27,96	1826	0,24	8,17	0,23
Vrby	21,94	60	0,01	0,95	0,03
ostatn \acute{i} list.	22,22	38	0,00	1,64	0,05
Celkem		766254	100	3554,33	100
holiny v ha				43,26	



Graf č. 8 Zastoupení dřevin podle porostní plochy v % (vlastní zpracování dle archivu MLHK)



Graf č. 9 Druhová skladba dle zásoby jednotlivých dřevin (vlastní zpracování dle archivu MLHK)

Tab. č. 4 Přehled požárů v MLHK (vlastní zpracování dle archivu MLHK)

Datum	Událost
26.09.2003	požár v oddělení 228 A, 1,30 ha
20.09.2003	požár v oddělení 37 B 10, 0,005 ha
30.03.2003	požár v oddělení 214 B 2, 0,20 ha
17.08.2004	požár v oddělení 202 A, 0,25 ha
29.04.2004	požár klestu v oddělení 203 B 11
20.06.2005	požár v oddělení 88 A 4 b, založeno úmyslně, trestný čin
20.06.2005	požár v oddělení 104 64 b, založeno úmyslně, trestný čin
20.06.2005	požár v oddělení 79 A2, založeno úmyslně, trestný čin
20.06.2005	požár v oddělení 238 C3, založeno úmyslně, trestný čin
31.07.2006	požár v oddělení 26 B, plocha 2 x 2 m
25.09.2007	požár v oddělení 208 C b
01.03.2007	probíhá průběžné pálení klestí
26.09.2008	nahlášeno zahoření v oddělení 219, hlídání do druhého dne
22.02.2010	nahlášení pálení klestu v oddělení 105
20.04.2011	požár v oddělení 20, roští
11.04.2011	nahlášeno zahoření v prostoru 120 A a (škoda do 5 000,- Kč)
13.09.2012	nahlášeno pálení lesního klestí
20.04.2012	nahlášeno zahoření v prostoru 92 A 4 a
18.03.2012	požár v oddělení 44 A 9, tráva
27.07.2013	požár lesního porostu v oddělení 40 A 28 b, hrabanka, hlídání do druhého dne
21.07.2014	požár stromu smrku v oddělení 35 A7, vznícení od blesku
16.06.2014	požár lesního porostu 54 A 10
23.03.2014	požár lesní louky, oddělení 33 A 11/6
14.07.2015	požár lesního porostu, oddělení 8. B9, 3 x 3 m
08.08.2015	požár lesního porostu, oddělení 1025 b, 5 x 5 m, hrabanka, zásah dohoření
03.08.2015	požár v oddělení 11 C8
01.10.2015	požár lesního porosty hrabanky, 43 B 10, 2x 3 m
17.08.2016	požár v oddělení 50.84, 2x3m (hrabanka)
23.10.2018	požár lesního porostu

Tabulka č. 4.: Jednotlivé požáry v MLH spolu s grafem č. 10.: Požáry v MLHK v letech 2003-2018 zobrazují jednotlivé požáry a jejich rozsah v letech 2003 až 2018. Tyto údaje pochází z Požární knihy MLHK. Z tabulky je zřejmé, že většina požárů je velmi malého rozsahu.



Graf 10 Požáry v MLH v letech 2003-2018 (vlastní zpracování dle archivu MLHK)

Závěr

Abiotičtí činitelé a jejich vliv na lesní ekosystémy jsou celosvětovým problémem a na území České republiky rovněž. Oproti biotickým činitelům způsobují výrazně vyšší poškození lesů a s nimi spojených území.

Hlavními škodlivými činiteli v MLHK jsou abiotické vlivy, jakými jsou vítr, sníh a oheň. V Městských lesích Hradec Králové se biotičtí činitelé vyskytují většinou na smrku ztepilém (*Picea abies*), dále pak na borovici lesní (*Pinus sylvestris*), těmito činiteli jsou lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) a krasec borový (*Phaenops cyanea*). Na jiných dřevinách se prakticky nevyskytují. Minimálně zde působí například dřevokazné houby – druh václavka smrková (*Armillaria ostoyae*), nepatrné škody způsobuje zvěř okusem.

Antropogenní vlivy jsou prakticky nulové, zdejší obyvatelstvo je ukázněné. K požárům dochází minimálně, většinou nedbalostí.

Seznam použitých zdrojů

BRÁZDIL, R. et al., 2004. *History of weather and climate in the Czech Lands*. Brno: Masaryk University. 238 s. ISBN 80-210-3547-1.

BUSINSKÝ, R.; VELEBIL, J., 2011. *Borovic v České republice. Výsledky dlouhodobého hodnocení rodu Pinus L v kultuře v České republice*. Průhonice: VÚKOZ. 180 s. ISBN

CETKOVSKÝ, S. et al., 2010. *Větrná energie v České republice: Hodnocení prostorových vztahů, environmentálních aspektů a socioekonomických souvislostí*. Brno: Ústav genomiky AVČR. 209 s. ISBN 978-80-86407-84-5.

ČHMÚ, 2010. *Beaufortova stupnice síly větru* [online] © 2010 [cit. 2021-04-10]. Dostupné z WWW: <<https://www.chmi.cz/>>.

ČHMÚ, 2013. *Výroční zpráva Českého hydrometeorologického ústavu*. Praha: ČHMÚ. xx s. ISBN 978-80-87-87577-18-9

ČTK, 2018. *Městské lesy Hradec Králové postaví tři retenční nádrže. O vodárenství* [online]. 2018-10-12 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.ovodarenstvi.cz/clanky/mestske-lesy-hradec-kralove-postavi-tri-retencni-nadrze>>.

DRESLEROVÁ, J. et al., 2008. *Ekologie a diverzita lesních ekosystémů asijské části Ruska: sborník příspěvků*. Kostelec nad Černými lesy, Czech Republic, 14.-18.2.2008. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 246 s. ISBN 978-80-7375-269-9.

DUPONT-ROUZEYROL M., 2015. Detection of Zika Virus in Urine. *Emerg Infect Dis*. Vol. 21, No. 1, s. 84–86, doi: 10.3201/eid2101.140894.

DURRANT, H. T; DE RIGO, D.; CAUDULO, G., 2016. *Pinus sylvestris in Europe: an outline on distribution, habitat, importance and threats*. In: *Online European Atlas of Forest Tree Species*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 133 s. (rozsah stran). ISBN

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR, 2007. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky k 31.12.2006* [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR [cit. 2021-03-11]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/file/6455/zelena_zprava_2006_cast_1.pdf>.

FLOGAUS-FAUST, R., 2006. Quercus petraea RF. *Wikimedia* [online]. 2006-02-03 [cit. 2021-02-09]. Dostupné z WWW: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Quercus_petraea_RF.jpg>.

FORST, M. et al., 1989. Youth In Prisons and Training Schools: Perceptions and Consequences of the Treatment-Custody Dichotomy. *Juvenile and Family Court Journal*. Vol. 40, No. 1, s. 1–14, doi: 10.1111/j.1755-6988.1989.tb00634.x.

FOTOSEARCH, [online] 2019 [cit. 2020-11-12]. Dostupné z WWW: <<https://www.fotosearch.com/AGE063/yn2-1756235/>>.

FRANCL, R., 2007. Lesní požáry v České republice z pohledu hasičů. *Lesnická práce* [online] © 2007 [cit. 2021-03-02]. Dostupné z WWW: <<http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-86-2007/lesnicka-prace-c-08-07/lesni-pozary-v-ceske-republice-z-pohledu-hasicu>>.

FREMUTH, J., 2013. Před rokem poničila větrná smršť královéhradecké lesy. Teď už jsou holiny připravené k výsadbě. *Český rozhlas* [online] 2013-07-04 [cit. 2021-04-02]. Dostupné z WWW: <https://www.irozhlas.cz/regiony/pred-rokem-ponicila-vetrna-smrst-kralovehradecke-lesy-ted-uz-jsou-holiny-pripravene-k-vysadbe_201307041403_mvdydrova>.

HIRSCHBERGER, P., 2016. *Forests ablaze: Causes and effects of global forest fires*. Berlin: WWF Deutschland, 5-7 (rozsah stran? Příspěvek v monografii?). ISBN

HNILIČKA, F., 2016. *Vliv abiotických a biotických, Stresorů na vlastnosti rostlin 2016, (sborník příspěvků)*. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby. 231 s. ISBN 978-80-813-2681-1.

HORÁK, J. *Phaenops cyanea*. *BioLib* [online] 2004-06-15 [cit. 2021-01-14]. Dostupné z WWW: <<https://www.biolib.cz/cz/image/id22302/>>.

IKONEN, I., 2020. Consumer effects of front-of-package nutrition labeling: an interdisciplinary meta-analysis. *Journal of the Academy of Marketing Science*. No. 48, s. 360–383, doi: 10.1007/s11747-019-00663-9.

KALINA, V., 2002. *Ochrana lesů*. Praha: CZU, xxx s. ISBN

KEELEY, J. E., 2009. Fire severity and burn severity: A briefreview and suggested usage. *International Journal of Wildland Fire*. Vol. 18, No. 1, s. 116–126. ISSN/DOI

- KRÁLOVÁ M., 2007. NÁMRAZA. *Techmania Science Center* [online]. © 2007 [cit. 2021-08-15]. Dostupné z WWW: <<http://edu.techmania.cz/cs/encyklopedie/fyzika/meteorologie/atmosfericke-jevy/namraza>>.
- KÚDELA, V. et al., 2013. *Abiotikózy rostlin: poruchy, poškození a poranění*. Praha: Academia. 568 s. ISBN 978-80-200-2262-2.
- KULA, E., 1985. Výskyt a příčiny lesních požárů v ČSSR (1979–1983). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 54, 225–246. ISSN
- KUNCA, A. et al., 2012. *Výskyt škodlivých činitel'ov v lesoch Slovenska za rok 2011 a ich prognóza na rok 2012*. Zvolen: Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen. 134 s. ISBN 978-80-8093-165-0
- LAIHO, M., et al., 1987. Oral health education in Finnish schools. *Scand J Dent Res*. Vol. 95, No. 6, s. 510–515, doi: 10.1111/j.1600-0722.1987.tb01967.x.
- LUNDQUIST, J. E. et al., 2011. Earth, wind, and fire: abiotic factors and the impacts of global environmental change on forest health. In: CASTELLO, S. D.; SEALE, C. A., (eds). *Forest health: an integrated perspective*. New York: Cambridge University Press. s. 195-243. ISBN
- MARTINEK, P., 2021a. Krasec borový. *ÚKZÚZ* [online] © 2021 [cit. 2020-11-05]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%229ab35e6cd7b228a352b755c36c1ee4d8%22#rlp|so|skudci|detail:9ab35e6cd7b228a352b755c36c1ee4d8|popis>.
- MARTINEK, P., 2021b. Lýkožrout vrcholkový. *ÚKZÚZ* [online] © 2021 [cit. 2020-11-05]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6d1d5b%22#rlp|so|skudci|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6d1d5b|popis>.
- MARTINEK, P., 2021c. Krasec borový. *ÚKZÚZ* [online] © 2021 [cit. 2020-11-05]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%229ab35e6cd7b228a352b755c36c1ee4d8%22#rlp|so|skudci|detail:9ab35e6cd7b228a352b755c36c1ee4d8|popis>.
- MARTINEK, P., 2021d. Lýkožrout vrcholkový. *ÚKZÚZ* [online] © 2021 [cit. 2020-11-05]. Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6d1d5b%22#rlp|so|skudci|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6d1d5b|popis>.

22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6d1d5b%22#rlp|so|skudci|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c6d1d5b|popis>.

MĚSTSKÉ LESY HRADEC KRÁLOVÉ, 2020. *Hlavní stránka* [online]. Hradec Králové, 2020 [cit. 2020-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.mestske-lesy.cz>

MITCHELL, S. J., 2013. Wind as a natural disturbance agent in forests: a synthesis, *Forestry. An International Journal of Forest Research*. Vol. 86, No. 2, s. 147–157, doi: 10.1093/forestry/cps058.

PELIKIA, P., 2001. Scots pine (*Pinus sylvestris*) stand (2a in Fig. 1) located in Tanila farm during Pyry storm. *ResearchGate* [online] 2001-11-01 [cit. 2021-04-06]. Dostupné z WWW: <https://www.researchgate.net/figure/Scots-pine-Pinus-sylvestris-stand-2a-in-Fig-1-located-in-Tanila-farm-during-Pyry_fig2_260282628>.

PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F.; KNÍŽEK, M., 2016. Biotičtí škodliví činitelé na borovici a sucho. *VÚLHM* [online]. © 2016 [cit. 2021-01-12]. Dostupné z WWW: <https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/12/2016_LOS-letak_BO-a-sucho.pdf>.

SAVCHENKOVA, V. et al., 2020. The analysis of factors influencing the sustainability of forest stands, Mytishchi branch of Bauman Moscow State Technical University, 2nd Baumanskaya str., 5, bld. 1, mytishchi, 141005, Russia 2 Bratsk State University, Makarenko str., 40, Bratsk, 665709, Russia, E3S Web of Conferences 164, 04001

SEIDL, R.; BLENNOW, K., 2012. Pervasive Growth Reduction in Norway Spruce Forests following Wind Disturbance. *PLOS ONE*. Vol. 7, No. 3, s. 1-8, doi: 10.1371/journal.pone.0033301

SCHMIDT, J., 2017. 700 let staré městské lesy v Hradci Králové jdou s dobou. Chystají první interaktivní lesní stezku. *Český rozhlas* [online] 2017-05-22 [cit. 2021-02-06]. Dostupné z WWW: <<https://hradec.rozhlas.cz/700-let-stare-mestske-lesy-v-hradci-kralove-jdou-s-dobou-chystaji-prvni-6120605>>.

SMITH, M. D., 2011. An ecological perspective on extreme climatic events: a synthetic definition and framework to guide future research. *J. Ecol.* Vol. 99, No. 3, s. 656–663, doi: 10.1111/j.1365-2745.2011.01798.x.

SPOHN, M.; SPOHN, R., 2013. *Stromy Evropy Margot a Roland Spohnovi*. Praha: Nakladatelství Beta Dobrovský Ševčík. 340 s. ISBN 978-80-7306-548-5.

SUNDT, N., 2021. Climate Change is a Burning Global Issue. *World Wildlife Fund* [online] © 2021 [cit. 2021-03-12]. Dostupné z WWW: <<https://www.worldwildlife.org/stories/climate-change-is-a-burning-global-issue>>.

ÚRADNÍČEK, L. et al., 2001. *Dřeviny České republiky*. Písek: Matice lesnická. 334 s. ISBN 8086271099

ÚRADNÍČEK, L., 2009. *Dřeviny České republiky*. 2. přeprac. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. 367 s. ISBN 978-80-87154-62-5.

ÚRADNÍČEK, L.; CHMELÁŘ J., 1995. *Dendrologie lesnická: (Angiospermae)*. 2. část – *Listnáče I*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 119 s. ISBN 80-7157-169-5.

VICENA, I., 2001. *Hniloby stromů a polomy. Zprávy lesnického výzkumu- Reports of Forestry Research*, 46 (2/2001): 125-127

VINKLÁŘ, P., 2014. Hradec Králové začal s obnovou lesů zničených v roce 2012 vichřicí. *Hradec Králové* [online] 2014-03-03 [cit. 2021-04-02]. Dostupné z WWW: <<https://www.hradeckralove.org/h-kralove-zacal-s-obnovou-lesu-znicenych-v-roce-2012-vichrici/d-46887>>.

ZUBIZARRETA-GERENDIAIN, A. et al., 2012. Factors affecting wind and snow damage of individual trees in a small management unit in Finland: assessment based on inventoried damage and mechanistic modelling. *Silva Fennica*. Vol. 46, No. 2, s. 181–196, doi: 10.14214/sf.441.

(Slodičák, VÚLHM Opočno, 2006)

(Pfeffer et al., 1961).

(Vicena et al., 1979).

(Camp et al. 1997).

(Dale et al, 2001).

(Boerner, 1982;

Kubíček, Šomšák 1982;

Cer-tini, 2005;

Šomšák et al., 2009).

(MLHK, 2020).

(MLHK, 2018).

(Archiv MLHK)

(Městské lesy HK, 2020)

(Businský, Velebil, 2011).

(Dvořák, 2013).

(Výzkumný Ústav Lesního Hospodářství A Myslivosti, V.v.i.2016)

(Křístek, Urban 2004).

(ÚKZÚZ, 2021).

(vlastní zpracování dle Archivu MLHK)

STŘELCOVÁ, K., ŠKVARENINA, J. & BLAŽENEC, M. (eds.):

“*BIOCLIMATOLOGY AND NATURAL HAZARDS*” International Scientific

Conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, September 17 - 20, 2007. ISBN 978-80-228-

17-60-8

Seznam použitých grafů, tabulek a obrázků

Graf č. 1 Výše těžby dřeva v letech 2005-2020 (vlastní zpracování dle archivu MLHK)	27
Graf č. 2 Celkové vs. nahodilé těžby (vlastní zpracování dle archivu MLHK).....	28
Graf č. 3 Nahodilé těžby mezi lety 2010-2020 (vlastní zpracování dle archivu MLHK).....	29
Graf č. 4 Relativní podíl škodlivých činitelů v nahodilé těžbě (vlastní zpracování dle MLHK)	30
Graf č. 5 Celková výše nahodilé těžby v roce 2010–2020 způsobené abiotickými a biotickými faktory (vlastní zpracování dle archivu MLHK)	30
Graf č. 6 Výše nahodilé těžby v jednotlivých letech dle abiotických a biotických faktorů (vlastní zpracování dle archivu MLHK).....	31
Graf č. 7 Zastoupení jehličnatých a listnatých dřevin v % porostní plochy (vlastní zpracování dle Archivu MLHK).....	31
Graf č. 8 Zastoupení dřevin podle porostní plochy v % (vlastní zpracování dle archivu MLHK)....	33
Graf č. 9 Druhovú skladba dle zásoby jednotlivých dřevin (vlastní zpracování dle archivu MLHK).....	33
Graf č. 10 Požáry v MLH v letech 2003-2018 (vlastní zpracování dle archivu MLHK)	35
Tab. č. 1 Beaufortova stupnice síly větru (ČHMÚ, 2020).....	7
Tab. č. 2 Nahodilé těžby (vlastní zpracování dle archivu MLHK).....	29
Tab. č. 3 Podrobná druhová skladba dle zásoby a plochy (vlastní zpracování dle archivu MLHK).....	32
Tab. č. 4 Přehled požárů v MLHK (vlastní zpracování dle archivu MLHK)	34
Obr. č. 1 Sníh na borovici lesní (Fotosearch, 2019)	9
Obr. č. 2 Ledovka na borovici černé – <i>Pinus nigra</i> ,.....	10
Obr. č. 3 Ledovka na Borovici černé – <i>Pinus nigra</i>	11
Obr. č. 4 Námraza na dubu zimním – <i>Quercus petraea</i> (Flogaus-Faust, 2006).....	12
Obr. č. 5 Pozemní požár (Sundt, 2021).....	14
Obr. č. 6 Lesní požár (Sundt, 2020).....	15
Obr. č. 7 Rozdělení městských lesů (MLHK,2020).....	17
Obr. č. 8 Orientační mapa Městských lesů Hradec Králové (Městské lesy Hradec Králové, 2020) .	20
Obr. č. 9 Krasec borový – <i>Phaenops cyanea</i> - larva (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.2016)	23