

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ochrany lesa a entomologie



**Choroby asimilačních orgánů jehličnatých dřevin
v oblasti Krkonošského národního parku**

Bakalářská práce

Autor: Věra Kouklíková

Vedoucí práce: RNDr. Dana Čížková, CSc.

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Věra Kouklíková

Lesnictví
Provoz a řízení myslivosti

Název práce

Choroby asimilačních orgánů jehličnatých dřevin v oblasti Krkonošského národního parku

Název anglicky

Diseases of coniferous tree assimilation organs in the Krkonoše National Park

Cíle práce

Cílem práce je zjištění výskytu patogenních houbových organismů na vybraných dřevinách na území Krkonošského národního parku.

Metodika

Na zvoleném území bude na vybraných jehličnatých dřevinách sledován výskyt patogenních hub asimilačních orgánů v různých nadmořských výškách. Sledování bude prováděno od začátku května v pravidelných týdenních intervalech se snahou zachytit symptomatické změny během průběhu choroby. Napadené části rostliny budou odebrány k pozdějšímu mikroskopickému vyšetření ve fytopatologické laboratoři. Součástí práce bude fotodokumentace.

Doporučený rozsah práce

30-40 stran.

Klíčová slova

choroby asimilačních orgánů jehličnanů, sypavky

Doporučené zdroje informací

- Butin H. Tree diseases and disorders. Causes, biology and control in forest and amenity trees. Oxford University Press, New York, Tokyo, 1995. 252 s.
- Černý A. Lesnická fytopatologie. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1976. 347 s.
- Hagara L., Antonín V., Baier J. Houby- čtvrté vydání. Aventinum nakladatelství s. r. o., 1999. 416 s.
- Hanlin R. T. Illustrated Genera of Ascomycetes Volume II – druhé vydání, APS Press, 2000. 258 s.
- Hanlin R. T. Illustrated Genera of Ascomycetes Volume I – páté vydání, APS Press, 2001. 263 s.
- Sinclair W. A., Lyon H. H. Diseases of trees and shrubs. – 2nd ed. Cornell University Press, 2005. 660 s.
- Zahradník P (ed): Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty. Nakladatelství Lesnická práce, s. r. o., 2014. 371 s.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

RNDr. Dana Čížková, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra ochrany lesa a entomologie

Elektronicky schváleno dne 10. 12. 2019

prof. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 3. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 26. 03. 2020

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma "Choroby asimilačních orgánů jehličnatých dřevin v oblasti Krkonošského národního parku" vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Dany Čížkové, CSc. a použila jen 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.

Ve Vítkovicích v Krkonoších dne 21.3.2020

.....

Věra Kouklíková

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí bakalářské práce paní RNDr. Daně Čížkové, CSc. za její pomoc, nápady, ochotu a trpělivost při vypracování mé bakalářské práce. Dále pak některým pracovníkům správy KRNAP za poskytnutá data a samozřejmě svojí rodině za její shovívavost při mém studiu.

Abstrakt

Národní parky jsou velmi cenným přírodním bohatstvím pro celou společnost. Je proto důležité v nich sledovat výskyt škodlivých abiotických, biotických a antropogenních činitelů.

Cílem práce bylo zjištění chorob asimilačních orgánů jehličnatých dřevin a jejich vliv na vitalitu dřevin v oblasti Krkonošského národního parku, konkrétně v jeho západní části. Dalším cílem bylo zhodnotit další abiotické a biotické činitele, kteří narušují stabilitu a zdraví dřevin. Posledním cílem byla hypotéza korelace zvyšujících se teplot a zvýšeným výskytem houbových chorob.

Byly zvoleny tři sledované plochy různých nadmořských výšek, a to Zlaté návrší (1435 m), Medvědín (1235 m) a Rezek (840 m). V období od května do listopadu 2019 byly prováděny měsíční terénní pochůzky, sběr poškozeného jehličí k podrobnější analýze v laboratoři a průběžná fotodokumentace. Veškeré výsledky byly zpracovány pomocí programu Excel do tabulky. Součástí práce je i popis a taxonomické zařazení nalezených chorob. Data o teplotách byla zpracována v Excelu do tabulky a grafů.

Z houbových chorob byla zjištěna sypavka borová (*Lophodermium pinastri*) a rez borovicová (*Coleosporium tussilaginis*) na borovici kleči (*Pinus mugo*), přípletka černá (*Herpotrichia nigra*) a sypavka smrková (*Lophodermium piceae*) na smrku ztepilém (*Picea abies*). Okulárně nejvyšší poškození asimilačních orgánů bylo v oblasti Zlatého návrší. Z hlediska dalších činitelů bylo pozorováno poškození imisemi, ojedinělé poškození dřevin jelení zvěří a vrcholové zlomy smrku ztepilého od silných větrů. Byla také zjištěna zvyšující se tendence teplot, která má souvislost s vývojem houbových patogenů.

Oblast Zlatého návrší se nachází v přírodní zóně KRNAP, kde nelze použít žádných chemických prostředků k prevenci nebo uzdravení porostů. V minulosti zde dokonce byly vysázeny introdukované kosodřeviny. Doporučila bych ponechat tento ekosystém samovolnému vývoji bez jakýchkoli antropogenních zásahů. Jen tak se vrátí přírodní rezistentní druhy dřevin.

Klíčová slova: choroby asimilačních orgánů jehličnanů, *Lophodermium*, *Coleosporium*, *Herpotrichia*, *Pinus mugo*, *Picea abies*, KRNAP

Abstract

National parks are a very valuable natural wealth for society as a whole. It is therefore very important to monitor the occurrence of harmful abiotic, biotic and anthropogenic agents.

The main goal of bachelor thesis was to identify diseases of the assimilation organs of coniferous trees and their influence on the vitality of the trees in the area of Krkonoše National Park, specifically in its western part. Another goal was to evaluate other abiotic and biotic agents that impair the stability and health of the woody plants. The last one was the hypothesis of correlation of increasing temperatures and increased incidence of fungal diseases.

There were selected three areas of different altitudes in the location, namely the Zlaté návrší (1435 m), Medvědí (1235 m) and Rezek (840 m). Monthly explorations were carried out from May to November 2019, damaged needles were collected for detailed analysis in the laboratory and it was made photo documentation. All results were processed by Excel into a table. The bachelor thesis also includes description and taxonomic classification of found diseases. Temperature data was processed in Excel into a table and graphs.

I have found pine needle-cast fungus (*Lophodermium pinastri*) and rust fungus (*Coleosporium tussilaginis*) on dwarf pine (*Pinus mugo*), brown felt blight fungus (*Herpotrichia nigra*) and needle-cast fungus (*Lophodermium piceae*) on Norway spruce (*Picea abies*). Ocularly, the highest damage of assimilation organs was in the Zlaté návrší. From the other factors I have found imission damage, occasional damage from deers and peak breaks of Norway spruce from strong winds. An increasing tendency of temperatures has also been found to be associated with the development of fungal pathogens.

The Zlaté návrší is located in the Krkonoše National park in his natural zone, where is not allowed any chemicals to prevent or heal crops. In the past, there were even planted introduced dwarf pine. I would like to recommend leaving this ecosystem to spontaneous development without any anthropogenic interventions. This is the only way how we can return back natural resistant trees.

Keywords: diseases of coniferous tree asimilation organs, *Lophodermium*, *Coleosporium*, *Herpotrichia*, *Pinus mugo*, *Picea abies*, KRNAP

Obsah

1	Seznam tabulek, obrázků a grafů	15
2	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	16
3	Úvod.....	9
4	Cíl práce.....	10
5	Literární rešerše	11
5.1	Krkonošský národní park	11
5.1.1	Vliv člověka na ekosystém	12
5.1.2	Přírodní poměry	13
5.1.2.1	Teplota	13
5.1.2.2	Srážky	13
5.1.2.3	Oblačnost a sluneční svit.....	13
5.1.2.4	Sníh a laviny.....	14
5.1.2.5	Větrné proudění.....	14
5.1.2.6	Anemo-orografické systémy (větro-horopisné).....	14
5.2	Zonace KRNAP.....	14
5.2.1	Členění NP a režim zón (§ 18, § 18a zákona č. 114/1994 Sb.).....	15
5.2.1.1	Přírodní zóna	15
5.2.1.2	Zóna přírodě blízká.....	16
5.2.1.3	Zóna soustředěné péče o přírodu	16
5.2.1.4	Zóna kulturní krajiny	17
5.3	Faktory ovlivňující zdravotní stav dřevin	17
5.3.1	Abiotické faktory.....	17
5.3.1.1	Teplota	17
5.3.1.2	Srážky	18
5.3.1.3	Světelné podmínky a proudění vzduchu	18
5.3.1.4	Živiny	19
5.3.2	Antropogenní faktory	19
5.3.2.1	Znečištění ovzduší	19
5.3.2.2	Posypové soli.....	20
5.3.2.3	Herbicidy a pesticidy	21

5.3.2.4	Turismus, rekreace a sporty	21
5.3.3	Biotické faktory	21
5.3.3.1	Houbové a ostatní choroby	22
5.3.3.2	Hmyzí škůdci (bezobratlí živočichové)	22
5.3.3.3	Obratlovci	23
6	Borovice kleč, kosodřevina v ČR.....	23
6.1	Charakteristika	23
6.2	Kosodřevina v Krkonoších.....	24
6.2.1	Historie.....	24
6.2.2	Původnost a stáří klečových porostů.....	25
6.2.3	Současná situace kosodřeviny	26
6.2.4	Houbové choroby asimilačních orgánů borovice kleče	27
7	Smrk ztepilý v ČR.....	27
7.1	Charakteristika	27
7.2	Smrk ztepilý v Krkonoších	28
7.2.1	Historie.....	28
7.2.2	Současná skladba	29
8	Přehled chorob asimilačních orgánů	29
8.1	Smrk ztepilý	29
8.1.1	<i>Gremmeniella abietina</i> (Lagerb.) M. Morelet.....	29
8.1.2	<i>Pestalotiopsis funerea</i> (Desm.) Steyaert.....	29
8.1.3	<i>Gemmamyces piceae</i> (Borthw.) Casagr.	30
8.1.4	<i>Lirula macrospora</i> (R. Hartig) Darker	30
8.1.5	<i>Chrysomyxa abietis</i> (Wallr.) Unger	30
8.2	Kosodřevina	30
8.2.1	<i>Lophodermium seditiosum</i> Minter, Staley et Millar	30
8.2.2	<i>Sphaeropsis sapinea</i> (Fr.) Dyko & B. Sutton	30
8.2.3	<i>Cenangium ferruginosum</i> Fr.	31
8.2.4	<i>Mycosphaerella pini</i> Rostrup apod. Munk.....	31
8.2.5	<i>Mycosphaerella dearnessii</i> M. E. Barr	31
8.2.6	<i>Cyclaneusma minus</i> (Butin) Di Cosmo	31
8.2.7	<i>Melampsora populnea</i> (Pers.: Pers.) P. Karst.	31
8.2.8	<i>Hypodermella sulcigena</i> (Link) Tubeuf	32

9 Metodika	32
9.1 Popis oblastí.....	32
9.1.1 Zlaté návrší.....	32
9.1.2 Medvědíň	33
9.1.3 Rezek.....	34
9.2 Vývoj teplot.....	35
10 Výsledky	36
10.1 Přehled nalezených hub.....	36
10.2 Popis a taxonomické zařazení nalezených houbových patogenů.....	37
10.2.1 Přípletka černá (<i>Herpotrichia nigra</i> R. Hartig)	37
10.2.2 Sypavka borová (<i>Lophodermium pinastri</i> Schrad., Chevall.)	38
10.2.3 Sypavka smrková (<i>Lophodermium piceae</i> (Fuckel) Höhn.).....	39
10.2.4 Rez jehlicová (<i>Coleosporium tussilaginis</i> (Pers.) Lév.)	41
10.3 Shrnutí nalezených houbových chorob.....	43
10.3.1 Zlaté návrší.....	43
10.3.2 Medvědíň	44
10.3.3 Rezek.....	44
10.4 Další abiotičtí a biotičtí činitelé oslabující dřeviny	45
10.5 Zhodnocení vývoje teplot	47
11 Diskuze	49
12 Závěr	51
13 Použité zdroje	52

1 Seznam tabulek, obrázků a grafů

OBRÁZEK 1: VYMEZENÍ KRKONOŠ NA MAPĚ ČR. ZDROJ: WIKIPEDIA.ORG	12
OBRÁZEK 2: POLOHA ZLATÉHO NÁVRŠÍ. ZDROJ: MAPY.CZ	33
OBRÁZEK 3: POLOHA OBLASTI MEDVĚDÍN. ZDROJ: MAPY.CZ	34
OBRÁZEK 4: LOKALITA REZEK. ZDROJ: MAPY.CZ.....	35
OBRÁZEK 5: HERPOTRICHIA NIGRA NA SMRKU. FOTO VLASTNÍ.....	37
OBRÁZEK 6: DETAIL INFEKCE NA KLEČI V ČERVENCI 2019. FOTO VLASTNÍ.....	39
OBRÁZEK 7: LOPHODERMIUM PINASTRI NA BOROVICI KLEČI. FOTO VLASTNÍ.....	39
OBRÁZEK 8: LOPHODERMIUM PICEAE NA JEHLIČÍ SMRKU ZTEPILÉHO. FOTO VLASTNÍ.....	40
OBRÁZEK 9: LOPHODERMIUM PICEAE NA VĚTVÍCH SMRKU ZTEPILÉHO. FOTO VLASTNÍ	41
OBRÁZEK 10: AECIE NA JEHLICÍCH KOSODŘEVINY.FOTO VLASTNÍ	42
OBRÁZEK 11: UREDIE NA RUBU LISTU DRUHÉHO HOSTITELE. FOTO VLASTNÍ	42
OBRÁZEK 12:DRUHÝ HOSTITEL-SENECIO FUCHSII. FOTO VLASTNÍ	42
OBRÁZEK 13: POHLED DO POROSTU LOKALITY ZLATÉ NÁVRŠÍ. FOTO VLASTNÍ	43
OBRÁZEK 14: POHLED DO POROSTU LOKALITY MEDVĚDÍN. FOTO VLASTNÍ	44
OBRÁZEK 15:POHLED DO POROSTU LOKALITY REZEK. FOTO VLASTNÍ	45
OBRÁZEK 16: POŠKOZENÍ IMISEMI NA KLEČI. FOTO VLASTNÍ	46
OBRÁZEK 17: POŠKOZENÍ KLEČE VYTLOUKÁNÍM ZVĚŘE. FOTO VLASTNÍ	46
OBRÁZEK 18: VRCHOLOVÝ ZLOM U SMRKU ZTEPILÉHO. FOTO VLASTNÍ.....	47
OBRÁZEK 19: GRAF PRŮMĚRNÝCH MĚSÍČNÍCH TEPLOT V LETECH 2015-2019.....	47
OBRÁZEK 20: GRAF PRŮMĚRNÉ TEPLoty MĚSÍCŮ DUBEN AŽ ZÁŘÍ V OBDOBÍ 2015-2019	48
TABULKA 1: PRŮMĚRNÉ MĚSÍČNÍ TEPLoty V OBDOBÍ 2015-2019 V °C	35
TABULKA 2: PŘEHLED NALEZENÝCH HUB VE SLEDOVANÝCH LOKALITÁCH	36

2 Seznam použitých zkratk a symbolů

KRNAP	Krkonošský národní park,
NP	Národní park,
ÚP	územní pracoviště,
ČR	Česká republika,
ÚHUL	Ústav pro hospodářskou úpravu lesů,
LVS	lesní vegetační stupeň.

3 Úvod

Národní parky jsou důležitou součástí naší přírody. Je třeba se o ně náležitě starat a respektovat pravidla, která vychází z konkrétních zákonů a nařízení. Jen tak je můžeme zachovat pro další generace a ponechat v nich přirozenou faunu a flóru.

Pro svoji práci jsem si vybrala západní část Krkonoš, abych zjistila zdravotní stav a vitalitu jehličnatých dřevin. V práci se zabývám hlavně chorobami asimilačních orgánů těchto dřevin, ale i vlivem dalších abiotických a biotických činitelů. Pro stabilitu porostů jsou tyto poznatky velmi důležité. Ze získaných dat lze predikovat budoucí vývoj ekosystému a dle něj pak můžeme provést preventivní zásahy vedoucí ke stabilizaci porostů.

V ČR v posledních letech patří mezi nejčastěji řešené abiotické činitele sucho spojené s vysokými teplotami a nedostatkem srážek, ovlivnění kvality ovzduší a další neméně důležité činitele. Z biotických činitelů bych hlavně vyzdvihla antropogenní vliv, hmyzí škůdce a škodlivé houbové organismy mající také svůj díl na oslabení dřevin.

Vliv škodlivého činitele je úzce spjat i s dalšími faktory ovlivňující odolnost dřevin, které vychází z oborů jako je například chemie, pedologie, hydrologie, dendrologie, entomologie, pěstování lesa a podobně. Z toho nám tedy vyplývá, že se nelze dívat na nalezený problém jen z jednoho úhlu pohledu, nýbrž se musíme zabývat ekosystémem jako komplexem, kde všechno souvisí se vším.

4 Cíl práce

Hlavním cílem práce bylo zjištění výskytu chorob asimilačních orgánů jehličnatých dřevin v západní části Krkonošského národního parku.

Dílčím cílem bylo určení nalezených patogenních organismů, jejich popis a taxonomické zařazení.

Dalším dílčím cílem práce bylo v okrajové míře zhodnocení a popis dalších abiotických a biotických činitelů způsobujících zhoršení vitality dřevinných porostů.

A posledním cílem byla hypotéza korelace zvyšující se průměrné měsíční teploty a zvyšujícího se výskytu škodlivých houbových organismů.

5 Literární rešerše

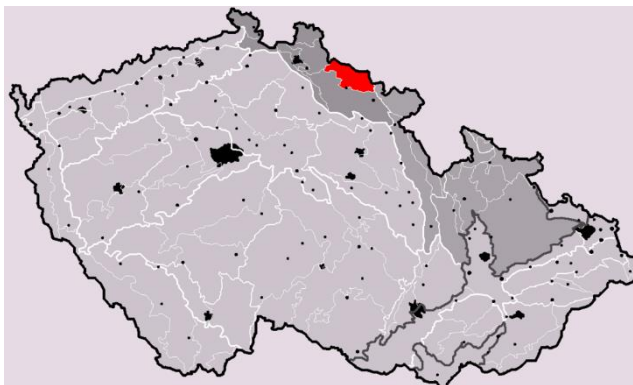
5.1 Krkonošský národní park

Podle zákona 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny patří KRNAP do kategorie zvláště chráněných území. Dále se sem řadí chráněné krajinné oblasti, národní přírodní rezervace, přírodní rezervace, národní přírodní památky a přírodní památky. Jedná se o území přírodovědecky nebo esteticky velmi významná nebo jedinečná. Hlavním záměrem ochrany těchto míst je udržení nebo zlepšení jejich původního stavu nebo jejich ponechání samovolnému vývoji. (AOPK CR, 2020)

Národním parkem se KRNAP oficiálně stal 17. května 1963 dle vládního nařízení č. 41/1963 Sb. Nově pak byl znovu vyhlášen nařízením vlády České republiky č. 165/1991 Sb., kterým se ustanovily podmínky jeho ochrany. Další ochranná pravidla a postupy v národních parcích jsou vypsány v zákoně č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. KRNAP v rámci mezinárodní ochrany patří od roku 1992 do sítě UNESCO. (KRNAP, 2020)

V České republice jsou Krkonoše nejvyšším a nejvýznamnějším pohořím, svojí rozsáhlostí spadají i do geologicky vymezeného Českého masivu přesahujícího do sousedních států jako je Německo, Rakousko a Polsko. V rámci Evropy řadíme Krkonoše do Hercynského systému a v něm do subsystému Hercynských pohoří. Nejvyšší horou je Sněžka (1 602 m). V našem sledovaném území, tedy západní části Českého hřbetu, je hora Kotel (1 435 m). (Flousek et al., 2007)

Svou rozlohou 36 327 ha a ochranným pásmem cca 55 000 ha je naším největším národním parkem.



Obrázek 1: Vymezení Krkonoš na mapě ČR. Zdroj: wikipedia.org

5.1.1 Vliv člověka na ekosystém

Příchod lidí do Krkonoš ve 13. století s sebou přinesl první zásahy do souvislých lesních porostů. Nejrozsáhlejší těžby dřeva proběhly od poloviny 16. století. Východní část Krkonoš byla téměř vytěžena kvůli rozmachu kutnohorských dolů. Těžilo se i ve střední části v povodí Labe a v západní části kolem řek Jizery a Jizerky.

Lesy se nechávaly přirozené obnově pomocí ponechaných výstavků a zbytků porostů na hůře přístupných lokalitách. Tento způsob obnovy byl ideální především pro smrk. Dříve velmi zastoupené stinné dřeviny (jedle, buk) proto ustoupily. Došlo k destabilizaci lesních porostů a jejím důsledkem vznikly rozsáhlé holiny způsobené větrnými a sněhovými kalamitami, které přispěly ke zvýšenému výskytu škodlivého hmyzu.

Nad hranicí lesa v oblasti pásma kleče došlo na konci 19. století k rozsáhlým škodám způsobených povodněmi. Hlavní příčinou byl špatný stav porostů zaviněný odlesňováním ploch v dobách rozmachu budního hospodaření a pastevectví (17. století). (Lokvenc et al., 1992, s. 5-7)

Krkonoše patří k nejvíce navštěvovaným národním parkům v Evropě, což s sebou také přináší nemalé ekologické problémy. Péče o jednotlivé ekosystémy vychází především z dokumentu nesoucí název Plán péče o KRNAP vydaný na období 2010-2020. (Vacek et al., 2012)

5.1.2 Přírodní poměry

Krkonoše patří k nejvýznamnějším místům geobiodiverzity našeho státu. Díky své poloze nacházející se v centru evropských nížin a pahorkatin se v průběhu přirozeného vývoje vytvořila neobyčejně pestrá mozaika vysokohorského a severského reliéfu, která dala vznik hojnému společenství rostlin a živočichů. Arkto-alpínská tundra tak vyzdvihuje Krkonoše jako výjimečný ostrov severské a vysokohorské přírody v evropském středu. (Flousek et al., 2007; KRNAP, 2010)

5.1.2.1 Teplota

Na každých přibývajících 100 metrů klesá teplota vzduchu zhruba o 0,5 až 1°C. Roční teplotní průměr kolísá mezi +6 až 0 °C. Nejteplejším měsícem je červenec (průměrná teplota 8,3 °C až 14 °C dle polohy) a nejstudenější měsíc je pak leden (průměrná teplota -7,2 °C až -4,5 °C). Převážně v podzimních a zimních měsících dochází k inverznímu počasí, které zpravidla trvá pár dní, vzácněji však může vydržet i několik týdnů. (Flousek et al., 2007; KRNAP, 2010)

5.1.2.2 Srážky

Se stoupající nadmořskou výškou stoupá i množství srážek. Ve vyšších polohách je nižší počet dešťových srážek, přičemž převažuje jejich pevná forma (kroupy, námraza, sních). V údolních polohách spadne až přes 1 400 mm srážek, na hřebenech okolo 1 200 mm a na úpatích zhruba 800 mm srážek za rok. Nejvíce srážek probíhá v srpnu v důsledku západního proudění vzduchu a častých bouřek. Nejméně srážek je zaznamenáváno na jaře. (Flousek et al., 2007; KRNAP, 2010)

5.1.2.3 Oblačnost a sluneční svit

Nejméně slunečního svitu je obvykle v zimních měsících, nejvíce pak v květnu a červnu. Převládají dny s vysokou oblačností a sníženou viditelností (až 150 dní) nad jasnými (až 40 dní). Na hřebenech hor jsou často mlhy (převážně nízká oblačnost), které s sebou přinášejí náhlý déšť, námrazu i silný vítr. (Flousek et al., 2007; KRNAP, 2010)

5.1.2.4 Sníh a laviny

Souvislá sněhová pokrývka se tvoří od listopadu a vrství se až do 3 metrů. Téměř půl roku leží sníh ve vrcholových polohách. Vzhledem k proudění vzduchu je výška i kvalita sněhové pokrývky zcela nerovnoměrná. Sněhové laviny vznikají z mnohametrových převisů a závějí hromadících se na hranách a v závětrí ledovcových karů. Laviny padají hlavně na obou svazích Kozích hřbetů, závěrů Kotelních a Labských jam, v Úpské jámě a dalších místech. Na lavinových drahách v závětrí ledovcových karů nalezneme nejbohatší přírodovědná místa. (Flousek et al., 2007; KRNAP, 2010)

5.1.2.5 Větrné proudění

Převládají především (severo) západní až jihozápadní větry. Nejvyšší síly dosahují v zimě, nejnižší v létě. Na vrcholcích a náhorních plošinách se vyskytují vichřice až orkány o rychlostech přes 150 km/h. (KRNAP, 2010)

5.1.2.6 Anemo-oroграфické systémy (větro-horopisné)

Tento systém zahrnuje návětrná údolí (Mumlava, Bílé Labe atd.), náhorní plošiny (Labská, Pančavská atd.) a závětrí ledovcových karů (Kotelních, Labských atd.). Větrné proudy, stoupající návětrnými údolními, zvyšují díky zužujícím se profilům údolí svou rychlost, a to i při proudění nad náhorními plošinami. Velmi silné vzdušné proudy, s nimiž vznikají obrovská víření, následně přepadají do závětrí ledovcových karů např. Labských, Kotelních jam apod. Tyto lokální větry proudí stále stejnými cestami a zásadním způsobem ovlivňují rozprostření kapalných srážek a tvorbu sněhových lavin. V závětrných turbulentních prostorech se pak pomocí větru seskupují různá semena rostlin, drobní živočichové a částičky půdy z různých míst. V závětrí ledovcových karů nacházíme velmi rozmanitou faunu a floru z celých Krkonoš. (KRNAP, 2010)

5.2 Zonace KRNAP

V červnu 2017 vstoupila v platnost novela zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, která změnila donedávna používanou zonaci národních parků. Dříve byly zóny

číslovány a řazeny do oblastí se srovnatelně cennými přírodními hodnotami podle cílů jejich ochrany a péče o ně (I., II., III. zóna).

Původní zonace se tedy změnila na tzv. managementovou zonaci. Nová pravidla už neřeší zonace, ale přímo zákon 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, konkrétně § 18 a § 18a.

5.2.1 Členění NP a režim zón (§ 18, § 18a zákona č. 114/1994 Sb.)

5.2.1.1 Přírodní zóna

„Vymezí se na ucelených plochách, kde převažují přirozené ekosystémy, s cílem zachovat je a umožnit v nich nerušený průběh přírodních procesů. Lze provádět pouze zásahy, které nejsou v rozporu s cílem ochrany této zóny. Výjimečně se mohou provádět i jiná opatření, je-li to nezbytné z důvodu ochrany životů a zdraví osob, ochrany majetku nebo ochrany přírody, a to:

- a) zásahy proti šíření geograficky nepůvodních druhů organismů (např.: likvidace bolševníku, šťovíku, křídlatky apod.),
- b) hašení požárů a preventivní opatření proti vzniku lesních požárů podle zákona o požární ochraně (prevence lze provádět po předchozím projednání s orgánem ochrany přírody a při zohlednění cílů ochrany NP),
- c) odstraňování nepotřebných staveb,
- d) regulace početních stavů spárkaté zvěře,
- e) opatření k zajištění bezpečnosti návštěvníků na turistických trasách (např.: preventivní kácení stromů, u kterých hrozí pád, zajištění břehů vodních toků, u nichž vede cesta),
- f) údržba základní cestní sítě stanovené zásadami péče o národní park,
- g) zásahy za účelem ochrany populací zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů,
- h) monitoring nebo výzkum, který nemění přírodní prostředí (např.: zřízení tetřívčích center, odstranění nepůvodní kleče z výsadeb, pokud ohrožuje vzácnou květenou),

- i) údržba vyznačených turistických nebo cyklistických tras,
- j) jednorázová obnova nebo zlepšení přirozeného vodního režimu (např.: odstranění odvodnění v původně podmáčených lesích).“ (ZÁKONY, c2010-2020)

5.2.1.2 Zóna přírodě blízká

„Vymezí se na plochách, kde převažují člověkem částečně pozmeněné ekosystémy, s cílem dosažení stavu odpovídajícího přirozeným ekosystémům.

Lze provádět pouze zásahy, které nejsou v rozporu s cílem ochrany této zóny. Je možné provádět stejná opatření jako v zóně přírodní, a navíc další opatření k podpoře přirozené ekologické stability nebo přirozené biologické rozmanitosti ekosystémů, revitalizační opatření a opatření na ochranu lesa“ (ZÁKONY, c2010-2020) (např.: šetrné, extenzivní či maloplošné zásahy v lesích, včetně zásahu proti kůrovcovitým s cílem vylepšení stávající biologické rozmanitosti a struktury těchto porostů a podpory působení přírodních procesů). (KRNAP, 2010)

5.2.1.3 Zóna soustředěné péče o přírodu

„Vymezí se na plochách, kde převažují člověkem významně pozmeněné ekosystémy, s cílem zachování nebo postupného zlepšování stavu ekosystémů, významných z hlediska biologické rozmanitosti, jejichž existence je podmíněna trvalou činností člověka nebo obnovy přírodě blízkých ekosystémů.

Lze provádět pouze zásahy, které nejsou v rozporu s cílem ochrany této zóny.“ (ZÁKONY, c2010-2020) Je možné provádět opět stejná opatření jako v zóně přírodní a přírodě blízké, dále pak opatření na obnovu nebo zachování ekologické stability a biologické rozmanitosti ekosystémů a opatření na obnovu nebo zachování biotopů a populací vzácných a ohrožených druhů rostlin a živočichů. Na loukách se rozumí jejich běžné obhospodařování dle charakteru louky (kosení, pastva, vláčení, výřezy stromů atp.), v lesích může jít o lesnické zásahy vyšší intenzity a rozsahu, včetně zásahu proti kůrovcovitým, jejichž cílem je postupná přestavba a zvýšení stability lesních porostů

(směrem k smíšeným a listnatým lesům) a obnova jejich přirozeného druhového složení, věkové a prostorové struktury. (KRNAP, 2010)

5.2.1.4 Zóna kulturní krajiny

„Vymezí se na zastavěných plochách a zastavitelných územích obcí určených k jejich udržitelnému rozvoji a na plochách, kde převažují člověkem pozměněné ekosystémy určené k trvalému využívání člověkem.

Lze provádět pouze opatření nebo zásahy, které neohrožují předmět ochrany národního parku a naplňování cílů ochrany národního parku.“ (ZÁKONY, c2010-2020) Jedním z předmětů ochrany parku jsou biotopy NATURA 2000, včetně smilkových, podhorských a horských luk, které nesmějí být ani v zóně kulturní krajiny ohroženy. (KRNAP, 2010)

5.3 Faktory ovlivňující zdravotní stav dřevin

5.3.1 Abiotické faktory

Jedny z nejdůležitějších jsou klimatické faktory zahrnující teplotu a proudění vzduchu, množství srážek a světelné podmínky. Neméně významné jsou hydrologické a pedologické faktory. V neškodící míře jsou všechny tyto faktory velmi důležité, neboť by bez nich nebyl život stromů možný. (Gregorová et al., 2006; Křístek et al., 2002)

5.3.1.1 Teplota

Dřeviny řadíme k eurytermním druhům rostlin. Optimální teplota pro většinu dřevin je mezi 20-25 °C. Při dlouhotrvajících teplotách nad 35 °C může dojít k přehřátí povrchu stromů. Dřevo pod odumírající borkou je často napadáno dřevokaznými houbami a hmyzem. Vysokým teplotám jsou vystaveny především dřeviny ve městech, kde je teplota o několik desetin až málo stupňů vyšší než v okolí. Teploty přesahující 50 °C jsou pro stromy osudné, způsobují sluneční úpal neboli letní korní spálu. Velké škody mohou způsobit především ve školkách, kdy semenáčky při takovýchto teplotách odumírají již po 3 hodinách. V našem mírném pásu se takové teploty objevují velmi zřídka, takže mají minimální význam pro zdravotní stav našich dřevin. Nízké teploty 0-5 °C, teploty pod

bodem mrazu -3 až -5 °C jsou u nás častější. Nejvíce poškození vzniká v předjaří při střídání se slunných a chladných dní. Důsledkem toho u dřevin dochází k zimní korní spále. V mrazových kotlinách dochází k poškozování porostů téměř každoročně. Narašené pupeny a prýty dlouhodobě nepřirůstají a vznikají tak dvojité koruny, osluněné jehlice červenají a stromy vypadají jako po okusu zvěří. (Gregorová et al., 2006; Křístek et al., 2002)

5.3.1.2 Srážky

Při nedostatku vody v ovzduší a půdě nastávají období sucha. Nejčastěji přicházejí ve vegetačních obdobích, ale mohou se objevit i v tuhých zimách. U jehličnanů se projevují červenáním jehlic v předjaří, které označujeme jako klimatická sypavka. Nadměrné množství srážek může také zhoršit zdravotní stav dřevin. Při dlouhodobějším zamokření může dojít až k úhynu dřeviny, a navíc jsou taková stanoviště velmi ohrožena větrem a sněhem. V horských oblastech působením těchto činitelů vznikají tzv. vlajkové formy stromů. Při těžkém hromadícím se sněhu, se navíc lámou větve až celé koruny dřevin (rod *Pinus* a *Picea*). Postupným oteplováním klimatu a ubýváním srážek se k nám dostávají noví škůdci (např.: *Cameraria ohridella*), dochází k časnějšímu kvetení dřevin a celkovému prodloužení jejich vegetační doby. (Gregorová et al., 2006; Křístek et al., 2002)

5.3.1.3 Světelné podmínky a proudění vzduchu

Světlo je pro dřeviny nezbytně nutné jako primární zdroj energie a fotosyntézy. V posledních letech se však vlivem konání člověka dostávají do atmosféry oxidy dusíku a halogenované uhlovodíky a dochází tak ke snižování účinnosti filtrace stratosférické ozonové vrstvy pro škodlivé ultrafialové záření. Vlivem záření klesá fotosyntetická kapacita, mění se enzymatická aktivita, dochází k poruchám růstových procesů a vznikají genové mutace, až nakonec odumírají buňky a celá pletiva. (Gregorová et al., 2006)

Vysoká rychlost větru s sebou často přináší bouřky spojené s elektrickými výboji (blesky), díky nimž dochází k požárům, rozsáhlým destrukcím koruny, zlomu hlavních větví, rozštěpení kmene a dalších různých poranění. Po zasažení stromu bleskem často dojde

k jeho defoliaci a dle rozsahu poškození kořene až k jeho odumření. (Gregorová et al., 2006)

5.3.1.4 Živiny

Vyrovnaný poměr živin je také odrazem zdravotního stavu rostlin. Nedostatek dusíku se projevuje světle žlutozelenou barvou jehličí a jehlice jsou slabé a krátké. Odchylné zbarvení jehličí může vyvolat i nedostatek vláhy nebo přehnojení. U semenáčků je nutné zjistit, zda se nejedná např. o houbové onemocnění nebo napadení hmyzím škůdcem. Nedostatek fosforu se projevuje rozmanitými odstíny fialové barvy asimilačních orgánů dřeviny. Při nedostatku draslíku se snižuje schopnost růstu dřeviny a odrazem jsou mdlé bledě zelené jehlice. Světle oranžově žluté špičky jehličí, ke středu přecházející do červena a až na konci se mění v normální zelenou barvu jsou důsledkem nedostatku hořčíku ve výživě rostliny. Dalším důležitým prvkem pro růst rostliny je vápník. Má velký význam při vyrovnávání fyziologické rovnováhy půdy. Odstraňuje škodlivý účinek kyselého prostředí a umožňuje tak rostlině snadněji vstřebat živiny. (Příhoda, 1959)

5.3.2 **Antropogenní faktory**

Největší podíl na poškozování lesů a s ním spojené škody, má sám člověk. K negativně působícím činnostem člověka na lesy patří např. rozvoj průmyslu, dopravy, těžba nerostů, turistický ruch, používání herbicidů a pesticidů apod.

5.3.2.1 Znečištění ovzduší

Už v 70. letech 20. století se v Evropě projevovalo velkoplošné chřadnutí lesů způsobené znečištěným ovzduším. Největší roli dnes hraje průmysl a doprava. Ve chvíli, kdy je škodlivá látka uvolněna do ovzduší, ji nazýváme emise (dříve exhalát). Když se pak dostane do bezprostřední blízkosti organismů nebo půdy, stává se imisí. Mezi škodlivé látky patří oxid siřičitý, oxidy dusíku, oxid uhličitý, fluorovodík, ozón, chlorovodík, peroxyacetylnitrát a smog. Imise přímo poškozují květní orgány dřevin, což vede ke snížení nebo úplné ztrátě jejich plodnosti. Dlouhodobé chronické působení imisí oslabuje porosty bez výraznějších projevů barevných změn asimilačních orgánů. Akutní

příznaky poškození se liší dle druhu dřeviny, typu imise a jsou nevratné. Oxid siřičitý se projevuje hnědočerveným zbarvením asimilačních orgánů a způsobuje jejich odumírání a předčasný opad. Fluorovodík a vzácně se vyskytující chlór má stejné následky jako oxid siřičitý a projevuje se červenofialovými až červenohnědými nektrózami listů a jehličí. Oxidy dusíku jsou významnými zdroji vzniku přízemního ozónu. Ozón velmi redukuje listový chlorofyl a narušuje membránový buněčný systém listů a jehličí, což způsobuje jejich předčasné stárnutí a vysychání. Chlorózy jehličí a listů se objevují již po krátké době zvýšené koncentrace působícího ozónu. Zvýšené koncentrace se projevují převážně ve vyšších nadmořských výškách za slunného počasí. Působení imisí probíhá i přes depozici v půdě, kterou silně okyseluje. V místech znečištěných vzduchem působí okyselení také dešťová voda s pH pod 3. Zvýšenou kyselostí je uvolňován např. hliník v iontové podobě, který je pro dřeviny velmi jedovatý. Dalšími následky vysoké kyselosti jsou poškození mykorrhizních hub žijících v symbióze s dřevinami, úhyny půdních červů, odumírání kořenů dřevin. Odolnost dřevin vůči imisím je různá dle druhu dřeviny, a hlavně jejího původu (provenience). Například smrk ztepilý (*Picea abies*) je velmi citlivý na oxid siřičitý a fluorovodík, méně pak na ozón. Naopak borovice černá (*Pinus nigra*) a borovice kleč (*Pinus mugo*) jsou odolné vůči oxidu siřičitému. Pásma ohrožení lesů pod vlivem imisí jsou stanovena vyhláškou č. 78/1996 Sb. vydanou ministerstvem zemědělství. Tato vyhláška definuje dvě kritéria pro hodnocení poškození lesů, a to stupeň poškození a pásmo ohrožení. (Uhlířová a Kapitola, 2004; Křístek et al., 2002)

5.3.2.2 Posypové soli

Mezi nejčastěji používané posypové soli patří chlorid sodný, chlorid vápenatý a chlorid hořečnatý. Tyto látky působí chemicky a rozpouští zledovatělé a uježděné povrchy na komunikacích. Do lesních ekosystémů se dostávají rozstřikem od projíždějících vozidel, stokem ze svahu nebo odtokem příkopy. Škodlivé látky zasahují především okraje porostů, přičemž u svahových poloh pod úrovní vozovky se vzdálenost intoxikace zvyšuje. Fyziologický účinek zasolení je stejný jako poškození suchem. Přítomnost zasolení se projevuje nejčastěji na jaře a v létě kompletním hnědočerveným zbarvením jehličí. Symptodem u listnatých dřevin je zasychání listů postupující od okrajů ke středu

a dochází k němu především ve městech, kde se nadměrně akumuluje chlorid v půdě. (Uhlířová a Kapitola, 2004; Křístek et al., 2002)

5.3.2.3 Herbicidy a pesticidy

Použití herbicidů často vede k poškození kořenového systému dřevin. Mezi nejčastější symptomy řadíme úzké chlorotické pruhy na okrajích listů, listové nekrózy, stáčení listů a řapíků nebo blednutí listů do bělavého či růžového zbarvení. Mezi negativně působící pesticidy patří různá antibiotika, fungicidy, insekticidy, miticidy nebo nematocidy. (Gregorová et al., 2006)

5.3.2.4 Turismus, rekreace a sporty

Při rekreačním (např. chatová rekreace) a sportovním (např. lyžování) využití dochází k záboru lesní půdy a vždy k její devastaci. Za nejvýznamnější poruchy považujeme rozrušování půdního povrchu a stlačování půdy, což způsobuje nesoudržnost svrchní půdní vrstvy, snížení infiltrační schopnosti s projevem zrychlené vodní eroze. Například v KRNAP bylo v 70. letech 284 km turisticky značených cest a chodníků s plochou 78 ha a důsledkem vyšlapování tras a nových chodníků bylo poškozeno dalších 3,6 ha půdy představující cca 5 % základní komunikační sítě. Vlivem turismu dále dochází ke znečišťování vodních zdrojů. Turismus s sebou přináší také odpadky, výfukové plyny a nadměrný hluk. V KRNAP platí zásada: „Co si do přírody doneseš, odnes si po sobě také zpět. Zbytky po tvé návštěvě do ní nepatří.“ V minulosti se používaly odpadkové koše, bohužel jejich obsah zajímal krkavcovité ptáky a drobné šelmy, kteří je roztahávali po okolí. Navíc i pravidelný svoz odpadků by znamenal další značnou zátěž pro krkonošskou přírodu, která nabízí cca 800 km turistických tras. (Křístek et al., 2002; KRNAP, 2010)

5.3.3 Biotické faktory

Studiem poškození lesních dřevin biotickými činiteli se zabývá lesnická fytopatologie zaměřená na nalezení původce choroby dřevin a lesnická entomologie (zoologie) zabývající se škůdci živočišnými. Biotické poškození má převážně sezónní charakter a jeho rozsah a intenzita zpravidla souvisí s předchozím vývojem abiotických faktorů.

Většinou jsou symptomy biotického poškození typické a dobře rozeznatelné, avšak někdy jsou zaměnitelné s příznaky abiotických činitelů. (Uhlířová a Kapitola, 2004)

5.3.3.1 Houbové a ostatní choroby

Houbové choroby působí výrazná a nápadná zbarvení vedoucí k zasychání a opadu asimilačních orgánů dřeviny. Patří sem například původci sypavek jehličí, různých druhů rzi napadajících listy, charakteristické listové skvrnitosti, různé myceliální povlaky na listech. Další významnou skupinou hub působících přímo postupné prosychání napadené dřeviny jsou houby stopkovýtrusé, stejně tak se projevují i poloparazité z vyšších zelených rostlin. K dalším chorobám patří chřadnutí a odumírání dřevin s příznaky tracheomykózního onemocnění. Některé houby, případně bakterie, dávají vznik specifickým novotvarům na dřevinách. (Uhlířová a Kapitola, 2004)

5.3.3.2 Hmyzí škůdci (bezobratlí živočichové)

Dalším důsledkem změny asimilačních orgánů dřevin mohou být hmyzí škůdci. Napadají kmínky, kmeny, prýty, pupeny a asimilační orgány dřevin. Hmyz lze dělit z různých hledisek, například podle vztahu k hospodářské činnosti člověka rozeznáváme hmyz užitečný, indiferentní a škodlivý. Z pohledu napadení dřeviny dělíme hmyz na listožravý, podkorní, půdní, savý hmyz a roztoče. Například kůrovec soustřeďuje svůj nálet na stromy přestárlé a nemocné a tím pomáhá jejich procesu odstraňování z biocenózy, jejich dekompozici a uvolnění místa pro stromy nové. V posledních letech však nastávají častější období sucha a s tím spojené přemnožení kůrovce napadajícího i stromy zdravé. Poškození některými druhy hmyzu se nemusí vždy projevit barevnou změnou asimilačních orgánů, ale vytvoří se například růstový novotvar (hálka) na dřevině. (Uhlířová a Kapitola, 2004; Křístek et al., 2002)

Podle Příhody (1959) kůrovci nenapadají větve zcela zdravé, ale hledají větve odumírající, které se prakticky vždy vyskytují v korunách zdravých stromů. Dále pak klade důraz na význam vztahů hub a živočichů, kdy např. kůrovci z rodu *Scolytus* rozšiřují houbovou chorobu zvanou grafióza jilmů. Brouci je přenáší ve stadiu konidie na svém těle i v žaludku.

5.3.3.3 Obratlovci

Mezi škůdce patří drobní hlodavci, zajíc polní a spárkatá zvěř. Spárkatá zvěř tvoří škody ohryzem kmenů, okusem terminálních a bočních výhonů a vytloukáním, čímž vytváří ideální podmínky pro druhotné napadení stromu např. houbovým patogenem. Drobní hlodavci škodí především v kulturách a mlazinách ohryzáváním kůry kmínků případně i kořenů stromů, důsledkem je pak změna zbarvení koruny a odumření dřeviny. (Uhlířová a Kapitola, 2004)

6 Borovice kleč, kosodřevina v ČR

Vědecký název: *Pinus mugo* Turra

6.1 Charakteristika

Autochtonní populace klečí se vyskytuje pouze v Čechách. Na Moravě a v české části Slezska chybí. Jedná se o dřevinu se 2 jehlicemi ve svazku patřící do skupiny borovic rostoucích pouze keřovitě. Dorůstá se od několika málo decimetrů až po 2,5 metru. Na vrcholcích hor ji v případě nízké sněhové pokrývky obrušují sněhové krystalky a okusuje zvěř. Kleč si však snadno tvoří prýty náhradní a vytvoří hustě zavětvený útvar působící zastřižovaným dojmem. Kleč je relativně odolná k imisím. Dožívá se až několika set let. Dřevo s červenohnědým jádrem je těžké, houževnaté, tvrdé a silně pryskyřičné. Keř disponuje mohutnými postranními kořeny, které dobře zpevňují půdu. Šišky jsou přisedlé nebo na krátké stopce, pravidelné, dlouhé do 6 cm. Kosodřevina roste zpočátku velmi rychle, od 20. roku přírůst slábne. Druh je dost variabilní jak v délce jehlic, tvaru šišek, tak vzrůstu. Kosodřevina je výrazně světlomilná a stinné druhy dřevin ji vytlačily do méně příznivých míst a území nad horní hranicí lesa. Ve vyšších polohách ji najdeme na vápencích, na vysýchavých, mělkých podkladech a na rašelinách různých geologických podloží. V nižších polohách roste hlavně v surových, klimaticky inverzních podmínkách soutěsek a skal. Nejčastěji ji nalezneme ve společnosti smrku ztepilého, jeřábu ptačího olýsalého, břízy karpatské a vrby slezské, vzácněji pak s klenem a osikou,

v případě drobných dřevin pak s borůvkou, brusinkou, klikvou, maliníkem, drobnými vrbami a podobně. V ČR se vyskytuje v subalpínském a supramontánním stupni západních Sudet a na vrcholcích části Šumavy. Kulturními výsadbami jsou klečové porosty v ostatních pohořích zahrnujících Hrubý Jeseník, Králický Sněžník a Beskydy. Největší význam kosodřeviny tkví v půdoochranné, vodohospodářské a protilavinové funkci. (Musil et al., 2002)

6.2 Kosodřevina v Krkonoších

6.2.1 Historie

Z palynologických rozborů lze předpokládat, že kleč v Krkonoších rostla již v pozdní době ledové. Jedna z nejstarších zpráv o výskytu kleče je datována do druhé půlky 16. století Filipem Pareusem. Podrobnější popis kosodřeviny je z počátku 17. století realizovaný úředníky kutnohorských dolů s místním lesním personálem. Dále pak popisují počátky antropogenní kolonizace, jakožto budního hospodářství, pastevectví, těžbu a plavení dřeva apod. Kleč byla postupně vysekávána a používána na palivo, domácí potřeby a k tvorbě upomínkových předmětů. Začaly tak vznikat obrovské odlesněné plochy, a to jak na západě, tak na východě Krkonoš. Další hrubý zásah do porostů kleče se projevil v letech 1936-1938 výstavbou opevnění a v roce 1953 vytvořením hraničního pásu na polské straně pohoří. V menší míře pak byly porosty zasaženy biotickými a abiotickými činiteli. Mannova mapa západních Krkonoš z roku 1743 vykresluje uhynulou kleč na ploše asi 30 ha na svahu od Violíku k Labi a asi na 3 ha pod Labským pramenem směrem k Pančavě. Autor tento úhyn uschlé kleče připisuje jejímu umrznutí. V roce 1978 zasáhla Krkonoše imisní kalamita, která porostům kleče snížila jejich vitalitu. Od poloviny 19. století jsou již zprávy o biotických činitelích konkrétní. V letech 1894-1895 byl zaznamenán silnější výskyt sypavky (*Lophodermium pinicola*) v polské části Stříbrného hřebene, na Krkonoši a Violíku. V letech 1880-1884 bylo v důsledku žíru hřebenule ryšavé (*Neodiprion sertifer*) doprovázené přemnožením bejломorky borové (*Thecodiplosis brachyntera*) zničeno 115 ha porostů kosodřeviny. Hřebenule ryšavá pak gradovala ještě např. v letech 1893-1895, 1917, 1927, 1932-1935, 1963-1967. Významnější výskyt bejломorky borové byl zaznamenán v letech 1879-1891, 1967-1968.

Oba výše jmenované druhy hmyzu se vyskytují v menší míře každoročně. V roce 1870 odumřelo na Pančavě půl hektaru kosodřeviny žírem lýkožrouta klečového (*Pitiogenes conjunctus*). (Lokvenc et al., 1994)

6.2.2 Původnost a stáří klečových porostů

Nejintenzivněji se začala kleč vysazovat při horní hranici lesa po velkých krkonošských povodních v letech 1882, 1883 a 1897, které se staly především v důsledku vzniklých holin v minulosti. Zdroj semen pro pěstování sazenic byl importován ze zahraničí, a to převážně z Rakouska a Německa. První nákupy semen jsou zaznamenány z konce 18. století. Došlo tak k vysázení nepůvodních porostů výrazných ekotypů subspecie kleče alpské (*Pinus mugo* subsp. *mugus*) a to konkrétně kleče předalpské (*Pinus montana vindelica*) a kleče rakouské (*Pinus montana austriaca*). V lesní školce na Rezku v letech 1903-1906 se rovněž pěstovala kleč francouzská západoalpská (*Pinus montana gallica*). Sazenice se předpěstovávaly v nižších polohách 700-900 m n. m. a po jejich použití na místa zalesnění v polohách 1300-1400 m n. m. u nich docházelo k šoku ze změny stanovištních podmínek a jejich vysokým ztrátám. Z tohoto důvodu byly zřízeny lesní školky ve vyšších polohách. Avšak ani tato strategie se neosvědčila, neboť sazenice vykazovaly malý přírůst, zhoršenou kvalitu a v neposlední řadě s tím spojené vysoké náklady. Od roku 1966 bylo rozhodnuto sbírat semeno jen z porostů starších 100 let, kde byla jistota autochtonnosti kosodřeviny. Zalesnění skončilo rokem 1991 a plocha obnovy klečí dosáhla 402 ha. Další realizace zalesnění kosodřeviny je na ústupu, má se omezit jen na plochy odumřelých skupin klečí na exponovaných lokalitách a na péči o založené kultury. Podle šetření uskutečněného ÚHUL pobočkou Hradec Králové v období 1991-1992 se pásmo kleče rozprostírá na 3473 ha plochy. V porostní ploše kleče zahrnující 2055 ha lze v Krkonoších vylišit tři základní typy a věkové kategorie klečových porostů. Za prvé 73 % původních autochtonních porostů se stářím většinou přesahujícím 100 let, které najdeme na plochách s nižší pokryvností bylinného patra a výskytem nízkých druhů rostlin, jedná se převážně o společenstva zastoupená asociací *Centrario-Festucetum supinae* (např. Obří a Stříbrný hřeben, vrcholové části Sněžky apod.). Za druhé 13 % porostů cizí provenience kleče staré 50-100 let založené převážně v letech

1879-1913 a malé části i do roku 1945. Nakonec za třetí se jedná o 14 % porostů zakládáných od roku 1952 vzniklých především ze semene sebraného z nejstarších autochtonních porostů. (Lokvenc et al., 1994, Lokvenc, 2001, s. 36-37)

Z výsledků výzkumů lesních půd klečového pásma vyplývá, že se jedná o humusové podzoly odpovídající extrémním horským polohám. Nacházejí se zde mimořádně nepříznivé podmínky pedogeneze, nízký obsah živin a extrémní půdní chemismus. (Pašálková et al., 2001, s. 216)

6.2.3 Současná situace kosodřeviny

V současné době se pro hospodaření v národním parku používá takzvaný Plán péče vydaný na období 2010-2020, který se zabývá jak lesními ekosystémy, tak biotem arkticko-alpínské tundry zahrnující 4500 ha ploch v české části pohoří. Součástí dokumentu je i redukce hustoty klečových porostů vysazených po roce 1952, kdy se odkazuje na zákonem definované a proklamované obecné poslání národních parků o uchování unikátní původní biocenózy a zasahovat do ní jen v míře napravující historickou antropogenní činnost a tím ji co nejvíce přiblížit původnímu stavu. Z plánu je však patrné, že toto poslání pro oblast tundry neplatí. Historie krkonošské vegetace však jednoznačně dokazuje, že kleč se sem rozšířila cca před 2 500 lety a obsadila převážnou část území vyjma ploch nevhodných pro růst dřevin. Nejzávažnější argumentací redukce kosodřeviny byl její negativní destruktivní vliv rozrůstání se na kryogenní tvary půdy a mrazem modelované půdní struktury, které se řadí k nejcennějším objektům krkonošské přírody. Odborníci se však v názorech doby vzniku kryogenních půd neshodují. Další argumentací byl negativní vliv kleče na ekosystém, a to především rostlin. V tomto směru je opět redukce kleče diskutabilní a v žádném případě se nemůže přisuzovat úbytek vzácných rostlin výsadbám porostů po roce 1952, neboť snižování počtu vzácných druhů začalo již dávno před tím. Nemělo by se však také zapomínat na důležitost kosodřeviny z environmentálního hlediska (půdochranná, vodohospodářská a klimatická funkce). (Lokvenc, 2011)

6.2.4 Houbové choroby asimilačních orgánů borovice kleče

Příhoda (1965) pozoroval cizopasně rzi z rodu *Coleosporium* a cizopasnou houbu *Hypodermella sulcigena* vyskytující se s houbou *Hendersonia acicola*, kterou někteří autoři označují jako její konidiové stadium. Dále pak při svých průzkumech zaznamenal *Lophodermium pinastri*, nedokonalou houbu *Cryptomela allescheri*, *Cenangium aciculum* a její konidiové stadium *Dothichiza acicola*.

7 Smrk ztepilý v ČR

Vědecký název: *Picea abies* Karsten

7.1 Charakteristika

Smrk ztepilý patří k nejdůležitějším hospodářským dřevinám ve střední a severní Evropě. Jedná se o vysoký strom, který u nás podle vnějších faktorů dosahuje výšek mezi 16 až 36 metry ve stáří 100 let. U nás historicky nejvyšší byl tzv. „Želnavský smrk“ rostoucí na Šumavě s 68,9 metry s věkem 585 let. Smrk se vyznačuje pyramidální korunou s velmi variabilním větvením. Na horách díky častým jednostranně vanoucím větrům a sněhovému obrusu vznikají jednostranné vlajkové koruny. Kmen je štíhlý až válcovitý s dvěma typy kůry a borky, a to s borkou silnou a tenkou. Dřevo smrku má bledě nažloutlou barvu, je měkké, lehce opracovatelné, s neznatelně odlišitelným jádrem. Šišky dospělého smrku jsou tmavě hnědé válcovitě vejcovité až 16 cm dlouhé. Velikost šišek se s klesající teplotou a stoupající nadmořskou výškou zmenšuje. Smrk začíná plodit kolem 60. roku života v opakujících se 4 - 5letých periodách. Při horní hranici lesa se objevuje spíše vegetativní rozmnožování. Vzhledem k plochému kořenovému systému snadno podléhá bořivým větrům, námraze nebo ledovce způsobujících jeho zlom nebo vývrát. Ulomený vrcholek pak strom nahrazuje nejvyšší větví, tak zvaným bajonetem. Smrk je velmi citlivý na okus, loupání, ohryz či vytloukání lesní zvěře a imise. Smrk se v ČR nachází v oreofytiku a mezofytiku. Těžištěm přirozeného rozšíření jsou polohy nad 1000 m n. m., avšak smrčiny v těchto polohách (Krušné hory, Jizerské hory, Krkonoše, Hrubý Jeseník, Beskydy) jsou silně poškozeny nebo úplně zničeny imisemi. Autochtonní výskyt smrku

je téměř ve všech oblastech nižších i vyšších pohoří. Smrk řadíme k polostinným až stinným druhům se střední až vyšší tolerancí k zástínu. Strom patří k druhům s vysokými nároky na půdní i vzdušnou vlhkost. Přirozená společenstva smrku jsou převážně na stanovištích mírně čerstvých, čerstvých, velmi čerstvých až podmáčených. V ČR smrk vyhovuje krátká vegetační doba a krátké a chladné léto. Hercynskou směs tvoří smrk s bukem lesním a jedlí bělokorou, dále se pak vyskytuje ve společnosti jeřábu ptačího či kleče. Smrk patří k našim nejdůležitějším užitkovým dřevinám používaným ve stavebnictví, truhlářství, nástrojářství, papírenství. (Musil et al., 2002)

7.2 Smrk ztepilý v Krkonoších

7.2.1 Historie

Z palynologických analýz pylu uchovaného v rašelině z boreálního období vyplývá převaha borových lesů. Listnaté dřeviny (např. dub, lípa, jilm) zasahovaly až do 1 200 m n. m. Smrk, olše a kosodřevina se začíná objevovat až od staršího atlantiku. V teplejším atlantiku smrk doprovázel buk a kleč byla posunuta do nejvyšších poloh. V subboreálu se k těmto dřevinám připojuje jedle. Dřeviny stromovitého vzrůstu ustupují z horských hřebenů níže a zůstává zde kosodřevina se zakrslým smrkem. (Schwarz, 1997)

Původní druhová skladba lesa se začala měnit ve 14. století. Na vině byla antropogenní činnost spojená s dolováním, hutnictvím a sklářstvím. Největší zásah do lesního ekosystému způsobila těžba dřeva pro kutnohorské doly v 2. pol. 16. století. Dalšími faktory pro získávání dřeva byly i průmyslové účely, získávání políček a pastvin. Do konce 18. století realizovali převážně toulavou těžbu s využitím přirozeného zmlazení, později pak převažoval holosečný způsob těžby s umělou obnovou. V důsledku holosečí byly vytěsněny stinné dřeviny, snížila se evapotranspirace a zvýšila se nutnost umělé obnovy. Zalesňování sadbou s sebou přinesl první problém s klikorohem na konci 19. století. (Schwarz, 1997)

Začaly vznikat smrkové monokultury, a to i alochtonních druhů smrku. Imisním a kůrovcovým kalamitám podlehly především nepůvodní smrkové porosty. V důsledku kalamit byla narušena věková struktura porostů. Další negací je introskeletová eroze,

která místy ohrožuje samotnou podstatu existence lesního ekosystému. Po imisně ekologické kalamitě koncem 70. let došlo po roce 1981 k rozsáhlému úhynu dospívajících a dospělých především smrkových lesů. U mladších porostů se zhoršil zdravotní stav a s tím spojené snížení přírůstků a stupně zakmenění. (Vacek et al., 2012) Podle Schwarze (1997) jsou negativní důsledky ekologicko-imisních kalamit úzce spojeny s nevhodným způsobem hospodaření v minulosti a z toho vyplývající nevhodné druhové, věkové a prostorové skladby lesních ekosystémů.

7.2.2 Současná skladba

Podstatným jádrem dřevinné skladby je především monokultura smrku, místy s příměsí buku, javoru, klenu a břízy. Z hlediska LVS v Krkonoších nalezneme 5. jedlobukový, 6. smrkobukový (42,5 %), 7. bukosmrkový (19,2 %), 8. smrkový (20,7 %) a 9. klečový, přičemž klečový patří mezi nejčastější a ojedinělý v ČR. (Vacek et al., 2012)

8 Přehled chorob asimilačních orgánů

8.1 Smrk ztepilý

8.1.1 *Gremmeniella abietina* (Lagerb.) M. Morelet

Anamorfní stádium: *Brunchorstia pinea* (P. Karst.) Höhn.

Symptomem jsou viditelně odumřelé letorosty a většinou opadané jehličí. Podobné symptomy mohou vykazovat abiotická poškození. K odlišení je spolehlivým ukazatelem výskyt plodnic anamorfního stádia. Tato houba je rozšířena především v horských oblastech. (Uhlířová a Kapitola, 2004) Tato houba se může vyskytnout i na kosodřevině.

8.1.2 *Pestalotiopsis funerea* (Desm.) Steyaert

Symptomem napadení je žloutnutí a hnědnutí jehlic rozšiřující se od jejich špiček k bázi. Tento patogen běžně napadá i mladé výhony stromu, které následně usychají. Po infekci se můžou tvořit drobné rakovinné nádory na slabých větvích i kmenech dřevin. (Gregorová et al., 2006)

8.1.3 *Gemmamyces piceae* (Borthw.) Casagr.

Anamorfní stádium: *Megaloseptoria mirabilis* Naumov

Houba napadá pupeny dřeviny a důsledkem dochází k růstovým deformacím výhonů. Na pupenech je pak zřetelné černé zbarvení. (Pešková a Čížková, 2015)

8.1.4 *Lirula macrospora* (R. Hartig) Darker

Anamorfní stádium: *Hypodermina hartigii* Hiltzer

Symptomem je zhnědnutí jednoho ročníku jehličí, které rychle opadá. Na rubu jehlic se tvoří podélná černá hysterothecia dlouhá až 10 mm. (Pešková a Čížková, 2015)

8.1.5 *Chrysomyxa abietis* (Wallr.) Unger

Symptomem je nápadný výskyt ložisek výtrusů houby. Po větší nákaze jehličí opadá. Při opakujících se infekcích dochází k prosychání korun stromů. (Pešková a Čížková, 2015)

8.2 Kosodřevina

8.2.1 *Lophodermium seeditiosum* Minter, Staley et Millar

Prvním viditelným symptomem objevujícím se na podzim je světle zelená barva v místě infekce jehlice, která postupně žloutne a na jaře pak rezaví a hnědne. Velmi infikované jehličí opadne, ostatní méně napadené zůstává na větvích do dalšího roku. (Gregorová et al., 2006)

8.2.2 *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton

Patogen napadá mladé jehličí, pupeny a prodlužující se výhony. K symptomům patří ronění pryskyřice na drobných postupně se zvětšujících lézích a nahloučení a zakrnění jehličí na zkrácených výhonech. Tvoří se hnědavé nekrózy doprovázené pryskyřicí. (Gregorová et al., 2006)

8.2.3 *Cenangium ferruginosum* Fr.

Anamorfní stádium: *Dothichiza ferruginosa* Sacc.

Symptomem je prosychání větví od konců a neopadávající hnědnoucí jehličí. Pro nejspolehlivější určení pomůže až tvorba plodnic. (Pešková a Čížková, 2015)

8.2.4 *Mycosphaerella pini* Rostrup apod. Munk

Anamorfní stádium: *Dothistroma septosporum* (G. Doroguine) M. Morelet

V místech infekce jehličí dochází k barevným změnám od žlutých až po hnědé odstíny. Napadá spíše starší ročníky jehličí, ale může infikovat i letošní jehličí. Na jaře a počátkem léta nalezneme na jehlicích červené až červenohnědé příčné linie. (Pešková a Čížková, 2015)

8.2.5 *Mycosphaerella dearnessii* M. E. Barr

Anamorfní stádium: *Lecanosticta aciola* (Thümen) Sydow

Podobně jako u předchozího druhu dochází k barevné změně jehličí. Objevují se žluté skvrny, které ve svém středu přecházejí do tmavohnědé barvy lemované žlutooranžovým obvodem. (Pešková a Čížková, 2015)

8.2.6 *Cyclaneusma minus* (Butin) Di Cosmo

Symptomem je předčasné zežloutnutí nejstaršího jehličí, které je postupně hnědě mramorováno. Následně může docházet ke zkrácení letorostů a shlukování jehličí na jejich koncích. (Pešková a Čížková, 2015)

8.2.7 *Melampsora populnea* (Pers.: Pers.) P. Karst.

Na jaře jsou symptomem barevně nápadné skvrny velké 2-3 cm na rostoucích letorostech. Postupným vývojem této rzi dochází ke kroucení a ohýbání výhonů do specifického tvaru „S“. (Pešková a Čížková, 2015)

8.2.8 *Hypodermella sulcigena* (Link) Tubeuf

Anamorfní stádium: *Hendersonia acicola* Tub.

Symptomem je slámově až okrově žlutohnědě zbarvené jehličí. Často jedna z páru infikovaných jehlic zůstává zelená. (Pešková a Čížková, 2015)

9 Metodika

Monitorování asimilačních orgánů jehličnatých dřevin bylo prováděno ve třech lokalitách různých nadmořských výšek v západní části KRNAP na rozlohách 10x10 metrů. Sledované oblasti se nachází v přírodní a přírodě blízké zóně parku.

V období od května do listopadu 2019 byly v minimálně měsíčním intervalu procházeny zvolené oblasti. Probíhal jak okulární pohled, tak sběr napadených asimilačních orgánů jehličnanů. Ve vybraných oblastech jsem se pohybovala na ústní povolení pracovníků ÚP Rezek.

K výzkumu bylo použito mobilního fotoaparátu, poznámkového bloku a igelitových sáčků pro sběr jehličí. Byla vytvořena fotodokumentace jehličnanů v daných oblastech. Nalezené choroby asimilačních orgánů byly určeny za použití odborných publikací (Uhlířová a Kapitola, 2004; Sinclair and Lyon, 2005) a odborné konzultace s RNDr. Danou Čížkovou, CSc. Výsledky byly zapsány do tabulky v Excelu a byl proveden jejich popis. Následující částí bylo zhodnocení dalších biotických a abiotických činitelů. Nakonec bylo provedeno srovnání vývoje teplot v posledních pěti letech. Data o počasí byla poskytnuta od trvalé obyvatelky Vítkovic v Krkonoších v podobě ručně zapisovaných denních teplot do kalendářů. Teploty byly zpracovány v Excelu, kde byl spočítán jejich denní průměr, z kterých se následně spočítal měsíční průměr v každém roce v období 2015-2019. Výsledky byly vyobrazeny v grafech.

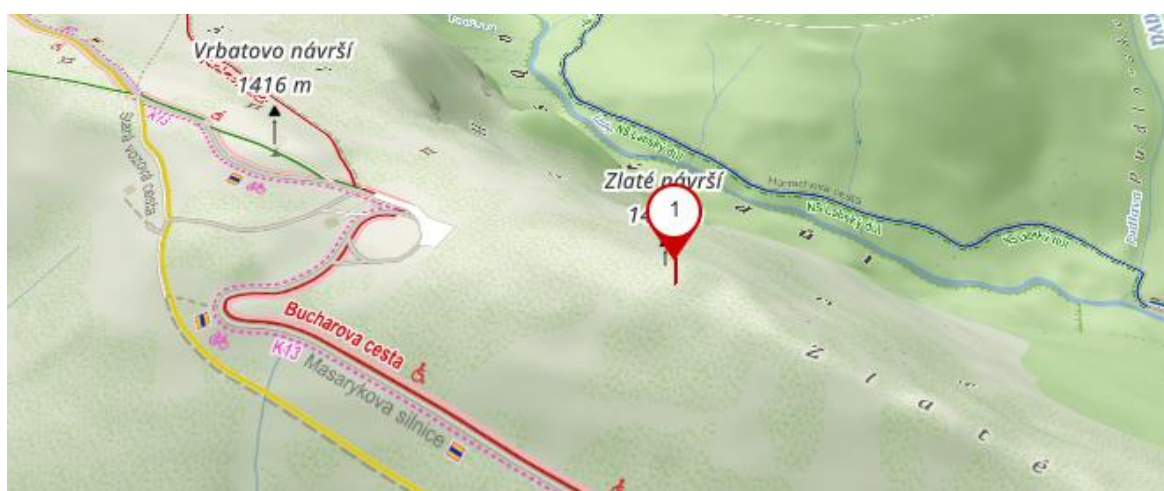
9.1 Popis oblastí

9.1.1 Zlaté návrší

Tato oblast, respektive hora se nachází na samém hřbetu Krkonoš v nadmořské výšce 1.411 m n. m asi 5 km severozápadně od Špindlerova Mlýna. V těsné blízkosti je

Vrbatova bouda a památník Hanče a Vrbaty nesoucí jméno po lyžařích, kteří tu v roce 1913 zahynuli kvůli nepřízni počasí. Na vrchol hory vede klečí zarůstající pěšina, která však není turisticky značena. Sledované území patří do přírodní zóny.

Jedná se o klečové pásmo při horní hranici lesa spadající do 8. LVS. Porost je zastoupen převážně borovicí klečí horskou (*Pinus mugo*) s občasným výskytem zakrslého smrku ztepilého (*Picea abies*). V podrostu najdeme smilku tuhou (*Nardus stricta*), která zde tvoří tzv. smilkové trávníky, dále pak havez česnáčkovou (*Adenostyles alliariae*), bodlák lopuchovitý (*Carduus personata*), starček Fuchsův (*Senecio fuchsii*).

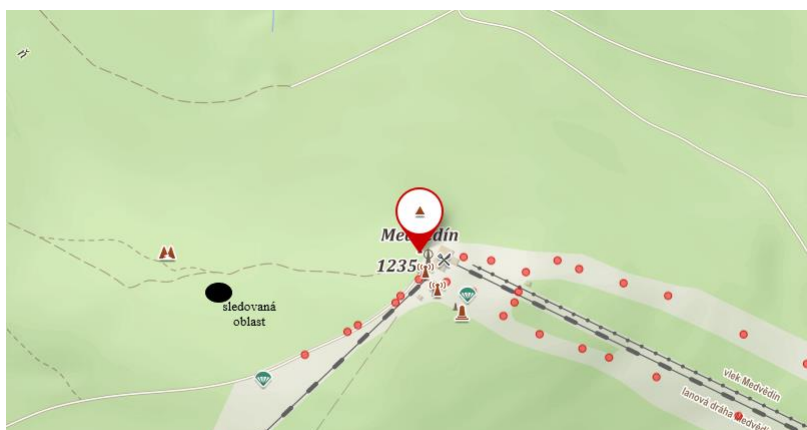


Obrázek 2: Poloha Zlatého návrší. Zdroj: mapy.cz

9.1.2 Medvědín

Oblast, jejíž vrchol vystupuje až k 1 235 m n. m. nacházející se v závěru Západního Českého hřbetu, který se táhne mezi Harrachovem a Špindlerovým Mlýnem, od kterého je vrchol vzdálený asi 2,5 km severozápadním směrem. Od západní strany je oddělen mělkým sedlem od Zlatého návrší. Na jeho vrcholu je postaven televizní vysílač.

Do oblasti Medvědína se lze dostat lanovkou ze Špindlerova Mlýna a Horních Míseček nebo pěšky po vyznačených turistických cestách, případně na kole. Konkrétně sledovaná oblast je v zóně přírodní, tudíž bez možného vstupu turistům. Ve sledované oblasti patří do 8. LVS se vyskytují z dřevin pouze zakrslé formy smrku ztepilého (*Picea abies*). V podrostu najdeme převážně smilku tuhou (*Nardus stricta*), která zde tvoří stejně tak jako na Zlatém návrší, smilkové trávničky.



Obrázek 3: Poloha oblasti Medvědína. Zdroj: mapy.cz

9.1.3 Rezek

Poslední sledované místo se nachází v 840 m. n. m. při osadě Rezek směrem k takzvané „vidlici“ vedoucí na Dvoračky a do Skelných Hutí. Tato oblast se rozkládá na části Vlčího hřebene. Najdeme zde horský hotel, penzion, pár soukromých horských chalup a lesní školku patřící ÚP Rezek.

Přímo na Rezek, patřící k Jablonci nad Jizerou, se dá dostat automobilem. Odtud pak vede několik značených turistických cest, kde lze provozovat jak pěší túry, tak cyklotoulky. Konkrétní sledovaná oblast spadá do přírodě blízké zóny parku.

Hlavní rostoucí dřevinou je smrk ztepilý (*Picea abies*) s příměsí buku lesního (*Fagus sylvatica*) a místy narazíme i na jedince břízy bělokoré (*Betula pendula*) a modřínu opadavého (*Larix decidua*). Jedná se o les vysoký, silně zapojený. V podrostu nalezneme převážně stínomilnou vegetaci.



Obrázek 4: Lokalita Rezek. Zdroj: mapy.cz

9.2 Vývoj teplot

Tabulka 1: Průměrné měsíční teploty v období 2015-2019 v °C

Rok/měsíc	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
2015	-4,7	-4,7	-1,3	1,7	6,3	9,8	13,2	15,3	7,5	3,0	0,3	-2,1
2016	-4,6	-3,0	-2,1	1,9	7,6	11,6	12,8	11,1	10,6	2,5	-3,5	-6,0
2017	-5,2	-3,8	-0,6	1,7	8,1	11,6	15,0	12,7	-	-	-	-4,5
2018	-3,5	-8,0	-5,0	8,3	10,7	11,8	14,2	15,7	10,1	5,3	0,2	-0,1
2019	-7,3	-3,0	-1,2	2,8	4,6	13,8	11,9	12,3	6,6	3,7	0,0	-4,2

Teploty jsou z oblasti Vítkovice v Krkonoších z nadmořské výšky 750 m n. m. K tomuto místu má nejbližše sledovaná oblast Rezek s nadmořskou výškou 840 m n. m. V grafu byly vyobrazeny pouze měsíční teploty od dubna do září, neboť v této nadmořské výšce se houbové choroby projevují právě v tomto období. Září až listopad roku 2017 nejsou zobrazena kvůli nedostatku dat.

10 Výsledky

10.1 Přehled nalezených hub

Tabulka 2: Přehled nalezených hub ve sledovaných lokalitách

Měsíc nálezu (rok 2019)	Místo nálezu	Název houby	Druh dřeviny
Květen	Zlaté návrší	Přípletka černá (<i>Herpotrichia nigra</i>)	Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)
Květen-listopad	Zlaté návrší	Sypavka borová (<i>Lophodermium pinastri</i>)	Kosodřevina (<i>Pinus mugo</i>)
Květen-listopad	Zlaté návrší	Sypavka smrková (<i>Lophodermium piceae</i>)	Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)
Červen-červenec	Zlaté návrší	Rez jehlicová (<i>Coleosporium tussilaginis</i>)	Kosodřevina (<i>Pinus mugo</i>)
Květen	Medvědín	Přípletka černá (<i>Herpotrichia nigra</i>)	Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)
Květen-listopad	Medvědín	Sypavka smrková (<i>Lophodermium piceae</i>)	Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)
Květen-listopad	Rezek	Sypavka smrková (<i>Lophodermium piceae</i>)	Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)

10.2 Popis a taxonomické zařazení nalezených houbových patogenů

10.2.1 Přípletka černá (*Herpotrichia nigra* R. Hartig)

Oddělení: Ascomycota (vřeckovýtrusné), **třída:** Dothideomycetes, **řád:** Pleosporales (zdovkotvaré), **rod:** *Herpotrichia* (plstovka)

Hostitel: smrk, kosodřevina, limba, douglaska, jedle, jalovec v horských oblastech s dlouhotrvající sněhovou pokrývkou

Popis: Větve, někdy i celé malé stromy jsou zakryty a kompletně zabaleny do černohnědého mycelia. Jehlice, zpočátku zelené, postupně hnědnou, umírají, a ještě nějakou dobu zůstávají na větvíčkách, časem pak ve splených chomáčích upadají na zem. V tomto stadiu je houba epifytická. V dalším stádiu svého vývoje vytváří na povrchu jehlic haustoria pronikající epidermálními buňkami hostitele, aby z něj přijímala živiny. V třetí endoparazitické fázi hyfy pronikají dovnitř jehlice skrze stomata a napadené jehličí umírá. Při opakované infekci houbou se může poškození rozšířit až na kůru tenkých výhonků, důsledkem je pak odumření špiček až celých větvíček. Houba je vysoce přizpůsobivá mikroklimatickým podmínkám pod sněhem, stane se spící a je schopna přežít i léto díky svému myceliu rezistentnímu vůči suchu.



Obrázek 5: *Herpotrichia nigra* na smrku. Foto vlastní

Charakteristický vzhled: černoohnědá barva s hedvábným leskem a vázání jehlic a větviček k sobě do různých tvarů, askospory jsou světle až tmavě hnědé o velikosti 22-25 x 5-7,5 μm a jsou 2 až 4 buněčné. (Butin and Lonsdale, 1995)

10.2.2 Sypavka borová (*Lophodermium pinastri* Schrad., Chevall.)

Oddělení: Ascomycota (vřeckovýtrusná), **třída:** Leotimycetes, **řád:** Rhytismatales (svraštelkotvaré), **rod:** *Lophodermium* (sypavka)

Anamorfní stádium: *Leptostroma pinastri* Desm.

Hostitel: borovice lesní, černá, limba, kosodřevina

Popis: Nejvyšší infekce jehličí probíhá od července do září. V této době také dozrává velké množství askospor v hysterotheciích na jehličí infikovaných v létě loňského roku opadaného na jaře. Infekce se šíří zespodu korunky směrem k vrcholu. V období podzimu již můžeme sledovat žlutavé skvrny, postupně hnědnoucí a rozšiřující se. Na uhynulém pletivu může být vidět také počínající růst anamorfních plodnic *Leptostroma pinastri*. K početnému vývoji plodnic začíná na jaře a po krátkém čase dochází k tvorbě základů plodnic teleomorfního stadia, hysterothecií. V červenci jsou plodnice zralé a jejich askospory rozšiřují infekci na nové jehlice, které právě dokončují svůj délkový přírůst.

Rozlišovací znaky konkrétního druhu:

Lophodermium pinastri: příčné černé zonální linie na jehličí a černé, oválné, bochánkovité plodnice s černou linií po obvodu,

Lophodermium seditiosum: chybí příčné zonální linie na jehličí (pokud se vyskytnou, jsou hnědé) a šedé, lodičkovité plodnice taktéž s černou linií po obvodu,

Lophodermium conigenum: chybějící nebo velmi slabě hnědé příčné zonální linie na jehličí a velké černé plodnice s šedým okolím a černou linií po obvodu. (Křístek et al.,



Obrázek 6: Detail infekce na kleči v červenci 2019. Foto vlastní



Obrázek 7: *Lophodermium pinastri* na borovici kleči. Foto vlastní

2002)

10.2.3 Sypavka smrková (*Lophodermium piceae* (Fuckel) Höhn.)

Oddělení: Ascomycota (vřeckovýtrusná), **třída:** Leotiomycetes, **řád:** Rhytismatales (svraštelkotvaré), **rod:** *Lophodermium* (sypavka)

Anamorfní stádium: *Hypodermina abietis* Hilitzer

Hostitel: smrk ztepilý, smrk omorika, smrk pichlavý, smrk sivý a jedle bělokorá

Popis: Parazituje na starších jednotlivých jehlicích oslabených stromů. K nákaze jehličí dochází v období jara. První známka infekce se projevuje červenofialovými až červenohnědými znaky na zelených nebo nažloutlých jehlicích. Jehlice začnou hnědnout a zůstávají na stromě, kde začíná i tvorba plodných stadií. Dokončení vývoje plodnosti probíhá až na spadáných jehlicích. Nejdříve se objevují příčné černé proužky nahloučeného mycelia, posléze pyknidy a nakonec hysterothecia. (Zahradník et al., 2014)

Sypavka smrková je velmi významným interním parazitem stromu, kdy při masivnější nákaze způsobí zpomalení jeho růstu. (Hagara, 2015, s. 111)



Obrázek 8: *Lophodermium piceae* na jehličí smrku ztepilého. Foto vlastní



Obrázek 9: *Lophodermium piceae* na větvích smrku ztepilého. Foto vlastní

10.2.4 Rez jehlicová (*Coleosporium tussilaginis* (Pers.) Lév.)

Synonymní název: Puchýřnatka podbělová

Oddělení: Basidiomycota (stopkovýtrusná), **třída:** Pucciniomycetes, **řád:** Pucciniales/Uredinales (rzi), **čeleď:** Coleosporiaceae

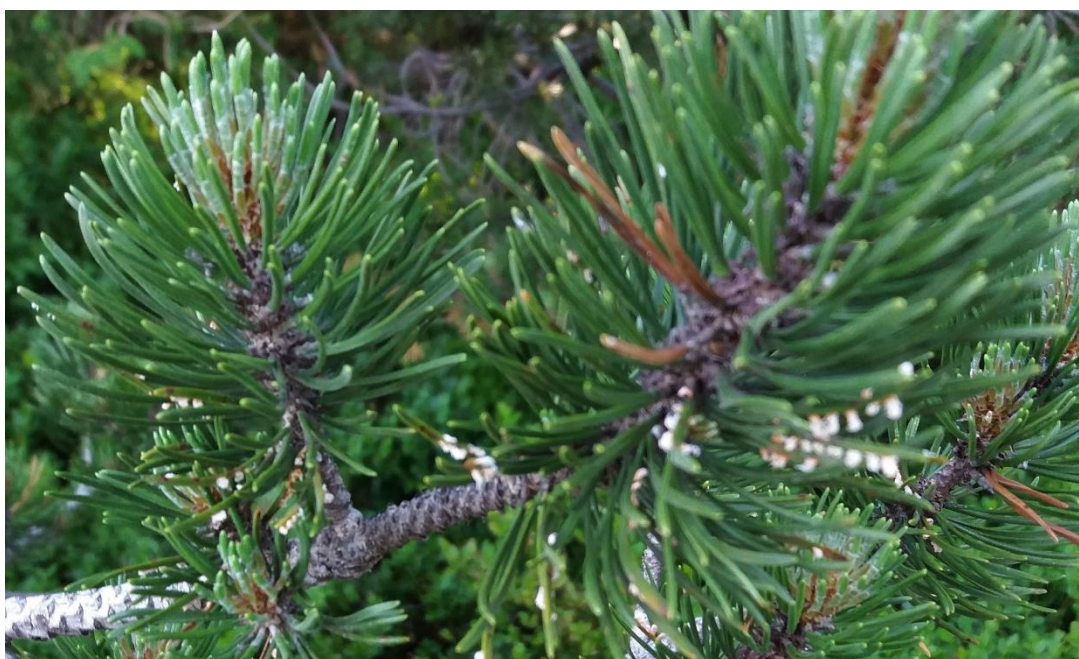
První hostitel: Kosodřevina, borovice lesní a další druhy se dvěma jehlicemi ve svazku

Druhý hostitel: byliny různých rodů (*Campanula*, *Senecio*, *Petasites*, *Tussilago*)

Životní cyklus rzi: Biologický cyklus trvá dva roky. Ke konci léta až na podzim jsou jehlice infikovány bazidiosporami, které dozrávají na druhém hostiteli. Na jehličí se začnou objevovat drobné spermogonie (podzim, častěji zjara), a na nich se začnou vyvíjet aecie (prášilky). Aecie (červenožluté puchýřky 1-3 mm široké) po dozrání praskají, uvolňují aeciospory (žlutý prášek), které rozšiřují rez na druhého hostitele. Jehlice po vyprášení aecií buď odumírá a opadne nebo přežije a proces se další rok opakuje. Na druhém

hostiteli se tvoří uredie (ložiska letních výtrusů), které dozrálými urediosporami šíří nákazu na hostitele stejného druhu. V dalším období (konec léta, podzim) se tvoří telie (ložiska zimních výtrusů), na teliosporách vyrůstají basidie nesoucí bazidiospory, díky kterým dochází k nákaze borových jehlic. (Křístek et al., 2002)

Dle druhého hostitele lze rez dělit na konkrétní druhy: *C. campanulae* (Pers.) Lév, *C. senecionis* (Pers.) Fr., *C. tussilaginis* (Pers.) Lév. (Butin and Lonsdale, 1995)



Obrázek 10: Aecie na jehlicích kosodřeviny. Foto vlastní



Obrázek 12: Druhý hostitel - *Senecio fuchsii*. Foto vlastní



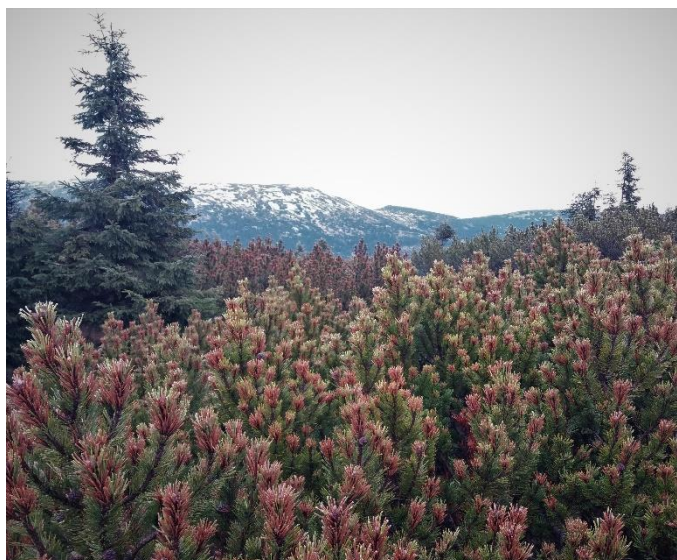
Obrázek 11: *Uredie* na rubu listu druhého hostitele. Foto vlastní

10.3 Shrnutí nalezených houbových chorob

10.3.1 Zlaté návrší

V této lokalitě jsem našla v období od května do listopadu 2019 sypavku smrkovou (*Lophodermium piceae*) a přípletku černou (*Herpotrichia nigra*) na smrku ztepilém (*Picea abies*), a rez jehlicovou (*Coleosporium tussilaginis*) a sypavku borovou (*Lophodermium pinastri*) na kosodřevině (*Pinus mugo*).

Smrk ztepilý v této oblasti roste v klečových porostech v malých ostrůvkovitých seskupeních až jednotlivě. Na každém smrku byla nalezena přípletka černá, a to vždy na nejspodnějších částech stromu. Vzhledem k výši položené lokalitě (1.411 m n. m.) a délce trvání sněhovou pokrývkou, se jedná o příznivé podmínky pro existenci choroby. V případě sypavky smrkové se jednalo o roztroušený výskyt na jednotlivcích smrku. Vzhledem ke krátkému období monitoringu nemohu hodnotit míru defoliace. Z hlediska pozorování změny barvy asimilačních orgánů se sypavka v tomto období nijak zásadněji neprojevila. Na kosodřevině jsem našla rez jehlicovou, konkrétně aecie, které se nevyskytovaly ve vysokém počtu (vždy tak pět jehlic s puchýřky na větvi). Doprovodnou bylinou byl starček Fuchsův, kde jsem pozorovala uredie na rubu listu. Vzhledem k mírnému výskytu rzi bych se úhynu kosodřeviny neobávala. A to ani v případě výskytu sypavky borové, kterou jsem také našla v klečových porostech v nízké koncentraci.



Obrázek 13: Pohled do porostu lokality Zlaté návrší. Foto vlastní

10.3.2 Medvědín

V další lokalitě jsem v období od května do listopadu 2019 našla přípletku černou (*Herpotrichia nigra*) a sypavku smrkovou (*Lophodermium piceae*) na stromech smrků ztepilých (*Picea abies*).

Přípletka černá byla nalezena na každém smrku v této oblasti a parazitovala na spodních větvích stromů. I zde, stejně jako v oblasti Zlatého návrší, vzhledem k poloze (1.465 m n. m.) a dlouhotrvající sněhové pokrývce, se této vřeckovýtrusné houbě daří přetrvávat. Sypavka smrková byla nalezena na každém smrku v nízké míře.

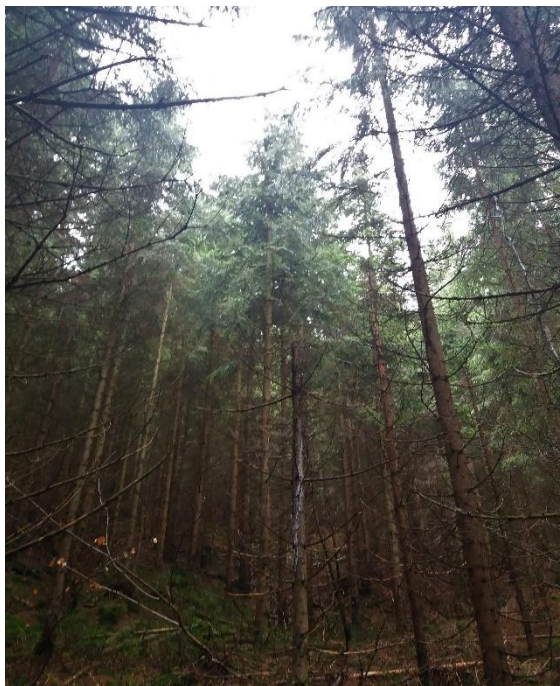


Obrázek 14: Pohled do porostu lokality Medvědín. Foto vlastní

10.3.3 Rezek

V poslední sledované lokalitě (840 m n. m.) v období od května do listopadu 2019 byl zjištěn pouze výskyt sypavky smrkové (*Lophodermium piceae*) na smrku ztepilém (*Picea abies*).

V této oblasti se jedná o vysoký les. Nebylo možné pozorovat výskyt sypavky přímo na stromě, jelikož na spodních etážích se nevyskytuje žádný asimilační aparát. Důkazem výskytu sypavky z této lokality mi bylo pouze nalezené infikované jehličí na půdním povrchu. A zhodnocení míry defoliace porostu nebylo v tak krátkém pozorovacím čase možné.



Obrázek 15: Pohled do porostu lokality Rezek. Foto vlastní

10.4 Další abiotičtí a biotičtí činitelé oslabující dřeviny

K významným abiotickým činitelům v Krkonoších patří především imise. Dále pak silné větry, a to převážně převládající západní, dlouhotrvající sněhová pokrývka, námraza a s ní spojená fyziologická sypavka jehličnanů. Nemalý význam mají také obecně vyšší průměrné teploty vzduchu a menší množství srážek všech skupenství.

Mezi významné biotické činitele patří dřevokazný hmyz. V Krkonoších se lze nejčastěji setkat s lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*), hřebenulí ryšavou (*Neodiprion sertifer*) a bejlmorkou borovou (*Thecodyplosis brachyntera*).

V průběhu pozorování vybraných stanovišť jsem zřídka zaznamenala škody způsobené vytloukáním jelení zvěří. Značný podíl na snížení rezistence dřevin s sebou přináší i člověk jakožto turista, který schází z vymezených vyznačených tras a způsobuje škody

jako např. ulamování větví, odhazování odpadků, sešlapávání půdy v porostu, seříznutí větví provozováním skialpinismu apod.



Obrázek 17: Poškození kůže vytloukáním zvěře. Foto vlastní

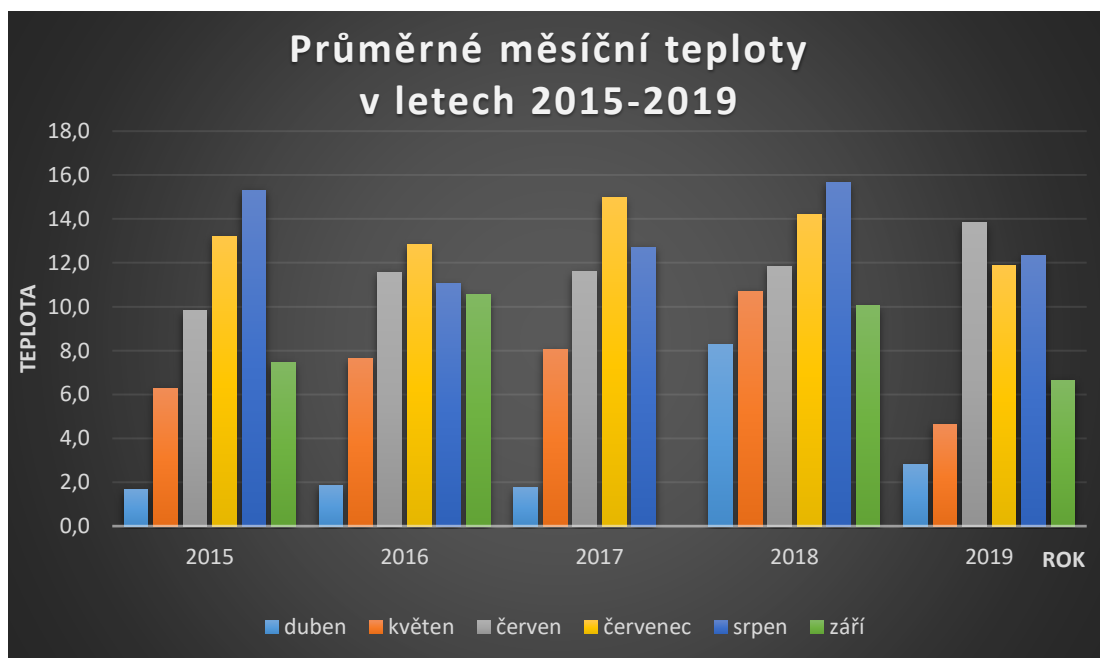


Obrázek 16: Poškození imisemi na kličce. Foto vlastní

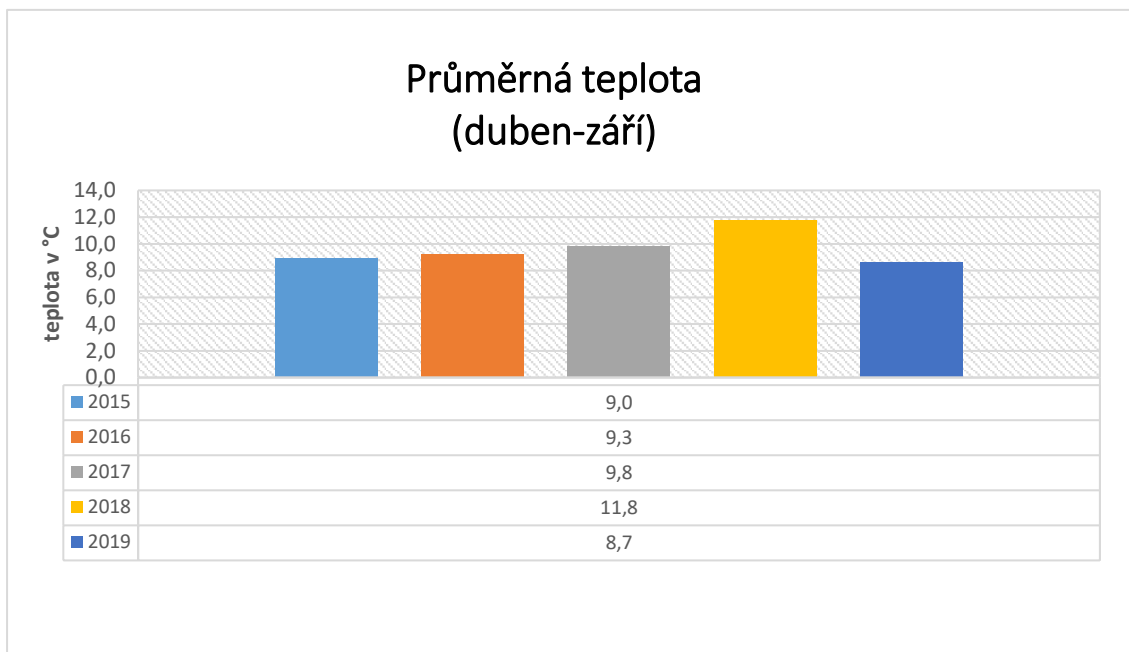


Obrázek 18: Vrcholový zlom u smrku ztepilého. Foto vlastní

10.5 Zhodnocení vývoje teplot



Obrázek 19: Graf průměrných měsíčních teplot v letech 2015-2019



Obrázek 20: Graf průměrné teploty měsíců duben až září v období 2015-2019

V prvním grafu průměrných měsíčních teplot v období 2015-2019 je zřejmé, že teploty mají stoupající tendenci až na výjimku roku 2019. V druhém grafu jsem se snažila zachytit vývoj těchto teplot jen v teplejším, tedy pro rozvoj houbových chorob, příznivějším období, a to průměrnou teplotu vycházející z dubna až září v období 2015-2019. Opět zde můžeme pozorovat stoupající trend průměrných teplot vyjma roku 2019.

11 Diskuze

Lophodermium pinastri je velmi nebezpečnou houbovou chorobou borovic především v lesních školkách. Starší porosty jsou schopny odolat až několika infekcím a ztrácí asimilační orgány od spodních větví směrem k vrcholu. (Tattar, 1978, s. 95-98) Zahradník et al. (2014) se shoduje s Tattarem a přidává, že nebezpečná je také pro plantáže vánočních stromků a semenné sady a že infekci podporuje vlhké počasí a stanoviště s chudou, písčitou půdou s nedostatkem živin. Významnější škody podle Gregorové et al. (2006) způsobuje *Lophodermium seditiosum*.

Lophodermium piceae způsobuje škody na různých druzích smrku a podobně jako *Lophodermium pinastri*, především v lesních školkách, v porostech pěstovaných vánočních stromků, odrostlých kulturách a mlazinách. I tomuto druhu sypavky vyhovuje vlhké počasí a porosty na chudých stanovištích. V starších porostech je riziko uhynutí po infekci zanedbatelné. (Zahradník et al., 2014)

Coleosporium tussilaginis považuje Zahradník et al. (2014) za významnou rez, přičemž podle něj při silné infekci může dojít až k odumření jedince. Nejvíce ohrožené jsou stromy ve školkách, odrostlé kultury a mlaziny.

Herpotrichia nigra působí především ve vyšších polohách s dlouhotrvající sněhovou pokrývkou. Podle Peškové a Čížkové (2015) vznikají největší škody ve školkách a výsadbách a infekce starších stromů probíhá spíše na spodních větvích dlouho přikrytých sněhem.

Příhoda (1965) po svých terénních průzkumech kosodřeviny v Krkonoších uvedl, že nalezené houbové choroby jsou zanedbatelné a nepoškozují dřevinu primárně, natož aby jí byly schopny zahubit. Naopak vyzdvihl problém související s přemnožením hmyzích škůdců, jakožto prvotně škodlivých činitelů viditelně oslabujících porosty klečí. Konkrétně se jednalo o napadení bejlomorkou borovou (*Thecodiplosis brachyntera*) a holožírý larev hřebenule ryšavé (*Neodiprion sertifer*).

Podle Gregorové et al. (2006) je smrk dřevinou velmi citlivou na zvýšený výskyt imisí. Dochází u něho k velkému oslabení, hojným vývratům, polomům a následně rozvojem kalamitních škůdců a chorob.

V 80. letech minulého století postihla Krkonoše obrovská imisně ekologická katastrofa způsobená kyselými dešti, díky níž odumřelo tisíce hektarů převážně smrkových porostů. Zahradník et al. (2014) uvádí, že poslední plošné poškození smrkových porostů imisemi se projevilo po zimě 1995-1996 a to především v Krušných horách. Skuhravý (1983) ve svém výzkumu o výskytu hmyzích škůdců v Krkonoších napsal, že mají tendenci vzestup po vyšším působení imisí a kyselých dešťů. V ohrožení jsou pak jak smrčiny, tak porosty kosodřeviny. Jako prevenci zmírnění imisí doporučuje co nejpestřejší dřevinnou skladbu. Podle Schwarze (1997) se biotické škody objevují v menším rozsahu než škody abiotické, přičemž nejvyšší význam připisuje lýkožroutu smrkovému (*Ips typographus*), zvěři, klikorohu borovému (*Hylobius abietis*), obaleči modřínovému (*Zeiraphera diniana*) a částečně i ploskohřbetce smrkové (*Cephalcia abietis*). V klečovém pásmu pak, stejně jako Příhoda (1965), vyzdvihuje nebezpečí hřebenule ryšavé (*Neodiprion sertifer*), bejломorky borové (*Thecodiplosis brachyntera*), lýkožrouta klečového (*Pitiogenes conjuctus*) a tracheomykózy.

Po výzkumech v západní části Krkonoš provedených v letech 2003-2006 Liškou et al. (2007) se zjistilo, že ve smrčinách se objevují nejméně čtyři druhy ploskohřbetek, přičemž nejvíce ohrožující je ploskohřbetka *Cephalcia abietis*. Všechny druhy jsou potravně vázány na smrk ztepilý (*Picea abies*) a vyhovují jim převážně starší porosty.

Uhlířová a Kapitola (2004) upozorňují na poškození stromů způsobené ohryzem a loupáním jelení zvěří (jelen evropský, sika východní), kvůli kterým posléze dochází k infekci parazitickými houbami. Zvěř také poškozuje stromky okusem jak bočních, tak terminálních pupenů dřeviny.

Krkonoše patří k nejnavštěvovanějším národním parkům v Evropě, projde jimi až 6 miliónů turistů za rok, což s sebou přináší nemalý ekologický dopad. (Flousek et al., 2007)

12 Závěr

Hlavním cílem práce bylo zjistit výskyt houbových organismů poškozujících asimilační orgány jehličnatých dřevin v západní části Krkonošského národního parku. Na všech sledovaných místech byla nalezena sypavka smrková (*Lophodermium piceae*), v oblasti Medvědína a Zlatého návrší přípletka černá (*Herpotrichia nigra*). V poslední jmenované lokalitě ještě pak rez jehlicová (*Coleosporium tussilaginis*). Houbové patogeny byly popsány a doplněny pořízenými fotografiemi.

V případě abiotických činitelů byly pozorovány občasné vrcholové zlomy smrku ztepilého (*Picea abies*) způsobené silnými větry, a působení imisí na borovici kleči (*Pinus mugo*). K dalším abioticky působícím faktorům patří dlouhotrvající sněhová pokrývka, zvyšující se teploty, sucho, námraza apod. Z biotických činitelů jsou významnými turismus, dřevokazný hmyz a volně žijící vysoká zvěř.

Posledním cílem byla hypotéza korelace zvyšující se průměrné měsíční teploty a zvyšujícího se výskytu škodlivých houbových organismů. Vzhledem k zvyšující se tendenci průměrné teploty lze předpokládat i zvyšující se výskyt houbových patogenů. Takovéto podmínky jsou výhodné taktéž pro vývoj hmyzích škůdců.

Doporučila bych další zkoumání sledovaných oblastí zaměřených především na hmyzí škůdce, kteří patří k primárním a závažnějším příčinám onemocnění a ztráty rezistence porostů. Vzhledem k tomu, že sledované lokality se nachází v oblasti KRNAP, nelze doporučit žádná chemická opatření k obraně či prevenci proti houbovým chorobám.

V budoucím dokumentu „Plán péče o KRNAP“ by pak mohlo být v případě zalesňování použito rozmanitějších druhů stromů namísto zakládání smrkových monokultur. Horní hranici lesa s autochtonní klečí bych ponechala bez zásahů, jelikož kosodřevina má vysokou regenerační schopnost.

O naše NP bychom měli pečovat s velkou opatrností, a hlavně důslednou rozvahou. Tato krásná příroda patří k největším bohatstvím naší země a měli bychom ji tak jako naši předci nám i my předat dalším generacím v co nejpřirozenější přírodě nejbližší formě.

13 Použité zdroje

- AOPK CR, 2020. *Ochranaprirody.cz* [online]. [cit. 2020-02-12].
- BUTIN, H. a D. LONSDALE, 1995. *Tree diseases and disorders: causes, biology, and control in forest and amenity trees*. New York: Oxford University Press, 252 s. ISBN 01-985-4931-8.
- FLOUSEK, J. ET AL., 2007. *Krkonoše: Příroda, historie, život*. Ed. J. FLOUSEK, O. HARTMANOVÁ, J. ŠTURSA, J. POTOCKI. Praha: Baset, 863 s. ISBN 978-80-7340-104-7.
- GREGOROVÁ, B ET AL., 2006. *Poškození dřevin a jeho příčiny*. Praha: AOPK, VÚKOZ. ISBN 80-851-1643-X.
- HAGARA, L., 2015. *Ottova encyklopedie hub*. Praha: Ottovo nakladatelství. ISBN 978-80-7451-407-4.
- KALINA, T. a J. VÁŇA, 2005. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-1036-1.
- KRNAP, c2010. *KRNAP* [online]. 2010 [cit. 2020-02-12]. Dostupné z: www.krnep.cz
- KŘÍSTEK, J. ET AL., c2002. *Ochrana lesů a přírodního prostředí*. Písek: Matice lesnická. Učebnice (Matice lesnická). ISBN 80-862-7108-0.
- LIŠKA, J., ET AL., 2007. Ploskohřbetky rodu *Cephalcia* Panzer (Hymenoptera, Pamphiliidae) v západních Krkonoších. *Opera Corcontica* [online]. 2007, **44**(2007), 551-555 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: http://opera.krnep.cz/apex/f?p=103:8:::NO:8:P8_ROCNIK_ID,P8_CLANEK_ID,P8_CP:44,57,6
- LOKVENC, T. ET AL., 1992. *Zalesňování Krkonoš*. Vrchlabí: KRNAP, 111 s.
- LOKVENC, T. ET AL., 1994. Rekonstrukce porostů kleče horské (*Pinus mugo* Turra) v Krkonoších. *Opera Corcontica* [online]. 1994, **31**, 71-92 [cit. 2020-03-18]. ISSN 0139-925X. Dostupné z: http://opera.krnep.cz/apex/f?p=103:8:::NO:8:P8_ROCNIK_ID,P8_CLANEK_ID,P8_CP:31,5,11
- LOKVENC, T., 2001. Historie kosodřeviny v Krkonoších (*Pinus mugo* Turra ssp. *Pumilio* Franco). *Opera Corcontica* [online]. 2001. **38**, 21-42 [cit. 2020-02-19]. ISSN 0139-925X. Dostupné z: http://opera.krnep.cz/apex/f?p=103:8:::NO:8:P8_ROCNIK_ID,P8_CLANEK_ID,P8_CP:38,3,12

- LOKVENC, T., 2011. Kauza Krkonošská kleč. *Lesnická práce* [online]. Čs. matice lesnická, **90**(5), 28-31 [cit. 2020-02-19]. ISSN 0322-9254.
- MUSIL, I., ET AL., 2002. *Lesnická dendrologie 1: jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných (i výtrusných) dřevin*. 2.ed. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-0992-X.
- PAŠTÁLKOVÁ, H., ET AL., 2001. Půdy klečového vegetačního stupně v Krkonoších. *Opera Corcontica* [online]. **38**, 207-217 [cit. 2020-02-19]. ISSN 0139-925X. Dostupné z:
http://opera.krnep.cz/apex/f?p=103:8:::NO:8:P8_ROCNIK_ID,P8_CLANEK_ID,P8_CP:38,14,12
- PEŠKOVÁ, V. a D. ČÍŽKOVÁ, 2015. *Lesnická fytopatologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská. ISBN 978-80-213-2603-3.
- PŘÍHODA, A., 1959. *Lesnická fytopatologie: celost. vysokošk. učebnice*. Praha: SZN. Lesnická knihovna. Velká řada.
- PŘÍHODA, A., 1965. Houby na kosodřevině v Krkonoších. *Opera Corcontica* [online]. **2**, 61-70 [cit. 2020-02-19]. ISSN 0139-925X. Dostupné z:
http://opera.krnep.cz/apex/f?p=103:8:::NO:8:P8_ROCNIK_ID,P8_CLANEK_ID,P8_CP:2,5,12
- SCHWARZ, O., 1997. *Rekonstrukce lesních ekosystémů Krkonoš*. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku. ISBN 80-902489-1-8.
- SINCLAIR, W. A. a H. H. LYON, 2005. *Diseases of trees and shrubs*. 2nd ed. Ithaca: Comstock Pub. Associates. ISBN 978-0-8014-4371-8.
- SKUHRAVÝ, V., 1983. Hmyzí škůdci lesních porostů v Krkonoších. *Opera Corcontica* [online]. **20**(1983), 115-152 [cit. 2020-03-18]. Dostupné z:
http://opera.krnep.cz/apex/f?p=103:8:::NO:8:P8_ROCNIK_ID,P8_CLANEK_ID,P8_CP:20,9,6
- TATTAR, T. A., 1978. *Diseases of shade trees*. New York: Academic Press, 361 s. ISBN 0-12-684350-3.
- UHLÍŘOVÁ, H. a P. KAPITOLA, 2004. *Poškození lesních dřevin*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 80-863-8656-2.
- VACEK, S., ET AL., 2012. *Péče o lesní ekosystémy v chráněných územích ČR*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 978-80-7212-588-3.

- ZAHRADNÍK, P., ET AL., 2014. *Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 376 s. ISBN 978-80-7458-057-4.
- ZÁKONY. *Zákony: pro lidi* [online], c2010-2020. [cit. 2020-02-13]. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz