

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování**



**Projevy klimatické změny a jejich dopady na lesní  
hospodářství v ČR**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí práce: Mgr. Marta Martínková, Ph.D.**

**Bakalant: Pavel Záhora**

**2023**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Pavel Záhora

Územní technická a správní služba v životním prostředí

Název práce

**Projevy klimatické změny a jejich dopady na lesní hospodářství v ČR**

Název anglicky

**The Indications of Climate Change and Their Impacts on the Forestry in the Czech Republic**

---

### Cíle práce

Cílem práce je popis vlivu klimatické změny a s ní spojeného sucha na lesní hospodářství v ČR, zejména v souvislosti se skladbou lesních porostů, meteorologických faktorů, abiotických a biotických disturbancí a jejich důsledků. Zároveň se zaměřím na opatření směřující k budoucímu zvýšení stability lesa a jeho plnění ekosystémových a produkčních funkcí.

### Metodika

Na základě rešerše dostupných zdrojů provedu analýzu zaměřenou na podíl hlavních dřevin v lesích v ČR, důvodech této skladby, vlivu podnebného pásma, převažujících nadmořských výšek a podílu jednotlivých aspektů na současném stavu.

Z meteorologických faktorů bude kladen důraz zejména na nárůst průměrné teploty, srážkové parametry a extrémní meteorologické jevy mající potenciál vážného poškození lesních porostů. Každou z těchto částí zpracuji z hlediska vlivu na lesní hospodářství. V práci popíši nejčastěji uváděná opatření pro řešení uvedených dopadů s cílem zvýšení rezistence lesních porostů proti zmíněným vlivům.

**Doporučený rozsah práce**

40 stran

**Klíčová slova**

les, sucho, klimatické změny, abiotické a biotické disturbance, kalamitní holiny,

---

**Doporučené zdroje informací**

Aktualizace Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR z roku 2015, 2019, Praha: MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 385 s.

KESKITALO, E. Carina H., 2011. How Can Forest Management Adapt to Climate Change? Possibilities in Different Forestry Systems. Forests [online]. 2(1), 415-430 [cit. 2021-8-10]. ISSN 1999-4907. Dostupné z: doi:10.3390/f2010415.

METELKA, Ladislav a Radim TOLASZ, 2009. Klimatické změny: fakta bez mýtů. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí. ISBN ISBN978-80-87076-13-2.

Národní lesnický program pro období do roku 2013: hlavní zásady společné zemědělské politiky, tržní politiky a politiky rozvoje venkova, Evropská rada, Göteborg (2001), 2008. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů. ISBN ISBN978-80-7084-738-1.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2022/23 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Mgr. Marta Martínková, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

---

Elektronicky schváleno dne 10. 3. 2023

**prof. Ing. Martin Hanel, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2023

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 14. 03. 2023

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Projevy klimatické změny a jejich dopady na lesní hospodářství v ČR vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Milevsku 20.03.2023

-----

Pavel Záhora

### **Poděkování**

Chtěl bych upřímně poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Martě Martínkové, Ph.D. za její cenné rady, přístup, ochotu, trpělivost a čas, který mi věnovala.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině, především manželce, která mě v průběhu studia podporovala.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce je zaměřena na zhodnocení vlivu klimatických změn a především souvisejícího sucha na lesní hospodářství v ČR, zejména v kontextu se skladbou lesních porostů, meteorologických či jiných abiotických faktorů, biotických činitelů a jejich důsledků.

První část je více analytická, zaměřená na skladbu lesů v ČR po roce 2000, před vypuknutím stávající kůrovcové kalamity. Na lýkožrouta, jakožto hlavního zástupce biotického faktoru poškozujících les, se autor dívá z historické i současné perspektivy. V neposlední řadě je práce zaměřena na meteorologická data a vývoj v uplynulých pěti letech.

V druhé části jsou navržena možná adaptační opatření směřující k obnově zasažených částí lesa, v souvislosti se zadržením vody v lese a zavodněním kalamitních holin. Práce uvádí i příklady dobré praxe.

### **Klíčová slova:**

Sucho, klimatická změna, lesní hospodářství, odolnost lesa

## **Abstract**

This bachelor's thesis is focused on evaluating of the impact of climate changes and, above all, the related drought on forest management in the Czech Republic, especially in the context of the composition of forest stands, meteorological or other abiotic factors, biotic factors and their consequences.

The first part is more analytical, focused on the composition of forests in the Czech Republic after 2000, before the outbreak of the current bark beetle calamity. The author looks at the bark beetle, as the main representative of the biotic factor damaging the forest, from a historical and contemporary perspective. Last but not least, the thesis is focused on meteorological data and developments in the past five years.

In the second part are proposed possible adaptation measures aimed at the restoration of the affected parts of the forest, in connection with the retention of water in the forest and the flooding of calamity clearings. The thesis also provides examples of good practice.

### **Keywords:**

Drought, climate change, forest management, forest resilience

## Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce .....	3
3	Metodika .....	4
4	Literární rešerše.....	5
4.1	Historie lesnictví na území ČR.....	5
4.2	Současné pojetí lesů .....	6
4.2.1	Legislativní vymezení .....	6
4.2.2	Funkce lesa.....	7
4.2.3	Význam lesa v krajině.....	8
4.2.4	Rozloha a vlastnická struktura lesů v ČR .....	9
4.2.5	Lesnická typologie – LTKS, SLT, LVS .....	10
4.2.6	Současná druhová skladba lesů v ČR .....	11
4.2.7	Důvody dominance smrku, jeho výhody a nevýhody .....	13
4.3	Klima .....	14
4.3.1	Klima v České republice .....	16
4.3.1.1	Vývoj průměrné teploty, historie a vývoj ve 21. století.....	17
4.3.2	Srážky.....	18
4.3.2.1	Dlouhodobý srážkový normál a úhrny mezi lety 2001 - 2020 .....	20
4.4	Disturbance na lesních porostech .....	22
4.4.1	Abiotické disturbance.....	22
4.4.1.1	Sucho, jeho definice a kategorie .....	22
4.4.1.2	Lesní požáry v ČR a ve světě.....	25
4.4.1.3	Větrné kalamity.....	27
4.4.2	Biotické disturbance.....	28
4.4.2.1	Spárkatá zvěř a její stavy .....	28
4.4.2.2	Hmyzí škůdci .....	29



4.4.2.3	Houbové choroby.....	31
4.4.3	Antropogenní disturbance .....	31
4.5	Vliv disturbancí na těžbu dřeva a vznik holin .....	32
4.5.1	Kategorie těžby dřeva .....	32
4.5.1.1	Objem nahodilých těžeb .....	33
4.5.2	Holiny a jejich vznik .....	34
4.5.2.1	Definice holiny .....	34
4.5.2.2	Vývoj holin mezi lety 2011 - 2020 .....	34
4.6	Management obnovy a změny způsobů hospodaření .....	35
4.6.1	Změna vegetační stupňovitosti.....	35
4.6.2	Přírodní les a přírodě blízké hospodaření.....	37
4.6.2.1	Dvoufázová obnova lesa .....	38
4.6.2.2	Nové dřeviny a budoucí druhová skladba.....	39
4.6.3	Opatření směřující k zadržení vody v lese, zlepšení mikroklimatu na kalamitních holinách .....	40
4.6.3.1	Retence a akumulace vody .....	40
4.6.3.2	Lesní dopravní síť a podpora vsaku.....	40
5	Výsledné zhodnocení .....	42
6	Diskuse.....	44
7	Závěr a přínos práce.....	46
8	Bibliografie .....	48
9	Seznam tabulek .....	55
10	Seznam obrázků a grafů.....	56

# 1 Úvod

Dřevo nacházelo v lidské činnosti uplatnění od pradávna. Nejdříve sloužilo jako otop a vznikaly z něj první primitivní nástroje určené především k lovu. S přibývajícím časem jeho význam rostl. Používalo se k budování prvních lidských obydlí, neobešlo se bez něj zemědělství nebo objevování nových vynálezů či dokonce nových kontinentů. Sloužilo jak k mírovým, tak i k válečným účelům. V období středověku byly lesy vnímány jako něco nevyčerpatelného s neomezenou schopností obnovy, což vedlo k nekontrolovatelnému odlesňování (Woitsch, 2018). Další dimenzi spotřeby a významu dřeva dala průmyslová revoluce, ale už před jejím vypuknutím si osvícenci tehdejší doby všimli, že se ho začíná nedostávat. A že je s ním třeba náležitě hospodařit. A tak vznikl nový obor lidské činnosti, dřevo se stalo obchodovatelnou komoditou a ekonomický rozměr získával na významu do té míry, že se na delší čas stal jednou z priorit.

Dřevo bylo nezbytné v minulosti, nejinak tomu je v současnosti a je možné předpokládat, že svou nezastupitelnou úlohu bude mít i v budoucnosti. Lesy, ve kterých se největší objem dřevní hmoty nachází, však čelí nástrahám a hrozbám, které jejich existenci ohrožují. Od dob Marie Terezie nebyly pravděpodobně lesy na území České republiky v tak špatném stavu, jako je tomu nyní. A právě v této epoše lze hledat také jednu z příčin. Tou jsou smrkové monokultury a holosečný způsob hospodaření, které byly z tehdejší perspektivy logické. Zde je vše přesně naplánováno, od sběru semen na vybraných stromech, jejich pěstování ve školkách, po výsadbu na připravených pasekách. V řadách vysazených stejnověkových stromů dochází k odstraňování trávy, čímž dojde k odstranění i případných náletových dřevin. Tento způsob výsadby se v počátcích jevil jako pokrokový, dnes to však lze považovat minimálně za sporné. V čase se začalo zásadně projevovat, že jsou dané kultury pěstovány v podmínkách a nadmořské výšce, které pro ně nejsou přirozenými. A tím jsou také oslabeny proti potenciálním biotickým škůdcům s ohledem na dřevinu především lýkožroutům smrkovým či severským, neboli kůrovcům. Klesá odolnost i proti dalším disturbancím (Jelínek, Kysučan, 2014).

Ovšem hlavním problémem a výzvou, které se v současné době čelí, jsou klimatické změny, především pak globální oteplení a s ním spojené sucho. S nárůstem průměrné teploty a měnícího se klimatu souvisejí další vlivy, kterými jsou lesy poškozovány. Ať

už to jsou vyšší rizika požárů, častější a silnější vichřice způsobující polomy nebo rozložení srážek, mající vliv na častější půdní sucho a to i v lesích, které by měly standardně vodu spíše zadržovat. To vede k oslabení kondice stromů, které se tak stávají snadnější obětí disturbancí, čímž se kruh uzavírá. Důsledky tohoto stavu vedou k dalším tlakům na lesní porosty, jejichž vlivem dochází ke vzniku kalamitních holin. Co s tím? To, co bylo poškozeno, lze přirozeně nebo cíleně obnovit. Rolí člověka může být moderování obnovy, rozhodování, které oblasti se ponechají sukcesnímu vývoji a kde, oproti tomu, budou upřednostněny ekonomické zájmy spojené s hospodářskou funkcí lesa. V neposlední řadě je to pak vytváření podmínek pro úspěšnou regeneraci. Příkladem jsou technická opatření směřující k zadržení vody v lese a zajištění dostatečné vláhly pro mladé porosty. Jak říkával nedávno zesnulý jednatel Arcibiskupských lesů a statků Olomouc Ing. Petr Skočdopole, „Vykácená holina neznámá zkázu a prázdnotu. Les tam ve skutečnosti už je, mladý a nízký, to jen my jej nevidíme“. Tuto filosofii autor považuje za ústřední motiv této práce. Ale jaký vlastně bude ten les, který snad vyrostе? Bude stejnorodý a stejnověký, tj. na ekonomické zájmy zaměřený nebo naopak různorodý a přírodě blízký reprezentující ekologické pojetí? Holin na to je nyní dostatek.

## 2 Cíle práce

Cílem práce je poukázat na příčiny současného katastrofálního stavu lesů a navrhnout opatření vedoucí ke zlepšení mikroklimatu a vodního režimu na kalamitních holinách. Za hlavní příčinu s mnoha dalšími důsledky se považuje především sucho a nepřirozená, přírodě vzdálená skladba lesních porostů. Sucho je umocněno klimatickou změnou a s ní spojenou rostoucí průměrnou teplotou, tj. i vyšším výparem. Nezvykle dlouhé periody bez srážek jsou střídány obdobím s jejich vysokým úhrnem, při kterém ovšem dochází k rychlému nasycení horních vrstev půdy, snížení schopnosti infiltrace srážkové vody a zvýšení povrchového odtoku s erozními dopady. Proto je klíčové zaměřit se na oblast retence vody, tj. jejího zadržetí nejen v lese, ale v krajině obecně. Dále jsou uvedeny návrhy a opatření na eliminaci těchto stavů a jejich předcházení.

### **3 Metodika**

Na základě rešerše dostupných zdrojů bude provedena analýza relevantní literatury zaměřené na podíl hlavních dřevin v lesích v ČR, důvodech této skladby, vliv podnebného pásma, převažujících nadmořských výšek a podílu jednotlivých aspektů na současném stavu. Z meteorologických faktorů bude brán zřetel zejména na nárůst průměrné teploty, srážkové parametry a extrémní meteorologické jevy mající potenciál vážného poškození lesních porostů. A to především sucho, jakožto příčinu dalších abiotických a biotických poškození lesa v několika posledních letech, zejména kalamitního přemnožení lýkožrouta smrkového. Každá z těchto částí bude zpracována z hlediska vlivu na lesní hospodářství.

Ve druhé části práce budou navrženy vhodné způsoby řešení uvedených dopadů s cílem zvýšení rezistence lesních porostů proti zmíněným meteorologickým a biologickým vlivům.

## 4 Literární rešerše

### 4.1 Historie lesnictví na území ČR

Současná výměra lesů zaujímá přibližně jednu třetinu rozlohy České republiky. Ne vždy tak tomu však bylo. Z historického pohledu docházelo k událostem, které měly vliv na míru zalesnění. K prvnímu zásadnímu snižování lesnatosti došlo v čase mladší doby kamenné s rozvojem zemědělství. V tomto období docházelo ke žďáření a klučení lesů a jejich přeměnu v zemědělskou půdu. To však platí pouze obecně. Dle Simanova (2016) docházelo k trvalému osidlování našeho území až v období končícího neolitu, ve 4. století př. n. l. K úbytku lesů v souvislosti s rozvojem zemědělství docházelo až později, od 7. století n. l. Další výraznější snížení nastávalo s rozvojem hornictví, hutnictví a tavení skla mezi 13. až 17. stoletím. Naopak příznivý vliv na lesnatost měly v daném období války, ať již husitské nebo třicetiletá, kdy docházelo ke snížení počtu obyvatel a zpomalení hospodářského rozvoje. V tomto období středověku nelze rovněž hovořit o primární produkční funkci lesa, byť zároveň docházelo k rozvoji měst a potřeba dřeva jako stavebního materiálu byla značná.

První vycházející nařízení a práva týkající se ochrany a správy lesních majetků byla spíše ve vztahu lesa jakožto prostředí pro zvěř. Její lov byl výsadou panovníků a šlechty, společenskou událostí i zdrojem hospodářského zisku v podobě zvěřiny. Za změny ve stylu hospodaření s lesem a počátky uvědomělého lesnictví lze považovat období kolem poloviny 18. století, kdy se vlivem dalšího rozvoje oborů silně závislých na dřevu začínal projevovat jeho kritický nedostatek. Roku 1754 byl vydán Lesní řád, který zaváděl povinnost složení zkoušky lesního hospodáře, omezoval těžbu dřeva pro hutě, zakazoval rozšiřování pastvin a orné půdy. Cílem byla takzvaná intenzifikace lesnictví, což obnášelo zvýšení produktivity lesa a budoucí zajištění dostatku dřeva (Lenoch, 2014). Lesnictví se stalo plnohodnotným a respektovaným oborem. Vliv člověka v lesích zásadně sílil.

Přirozené a přírodě blízké lesy byly měněny na umělé, s převládajícími borovými a především smrkovými porosty, jakožto zástupci vysokokmenných a rychle rostoucích dřevin. Nepasečný výběrný způsob obmýti byl změněn na pasečný holosečný. Prioritní se stával ekonomický pohled, což však sebou přinášelo nejen kýžený profit, ale také rizika. V mnoha případech způsob hospodaření nerespektoval přírodní zákonitosti.

Stromy, které se nacházely v nepřírodném prostředí, byť za ideálního stavu dobře prosperovaly, byly vystaveny vlivům, jejichž následkem byly periodicky se opakující kalamitní situace.

Inspirovat se v zemědělství a chtít pěstovat stromy jako pšenici na poli se mohlo zdát svého času jako zajímavá myšlenka: stejnorodé a stejnověké dřeviny, které jsou v době zralosti pokáceny a na jejich místo se zasadí nové. Zásadní rozdíl byl v tom, že v polním hospodářství se uvažovalo v řádu měsíců, pokud se něco nezdařilo, ať vlivem počasí nebo jiného faktoru, do roka nastala nová příležitost. V lesnictví jsou horizonty ve vyšších desítkách let, nezřídka i více než stoleté cykly. A za tu dobu se může stát řada věcí. To i klima se může změnit. A data jednoznačně ukazují, že se mění, což vytváří na lesní hospodářství další tlaky a nároky.

## **4.2 Současné pojetí lesů**

### **4.2.1 Legislativní vymezení**

Dle zákona 289/1995 Sb. je les definován jako pozemek určený k plnění funkce lesa (PUPFL). V rámci uvedené legislativy je uvedeno rozdělení lesů na tři základní kategorie. Jedná se o lesy hospodářské, lesy zvláštního určení a lesy ochranné. Přesto je v daném zákoně uvedena ještě čtvrtá kategorie a to lesy pod vlivem imisí (Česká republika, 1995).

- a) Hospodářské lesy zaujímají procentuálně nejvýraznější podíl z celkové rozlohy lesů v ČR (tab. 1). Byly a jsou zakládány s primárním cílem produkce dřeva, stojí tedy převážně na ekonomickém základě.
- b) Do lesů zvláštního určení patří převážně lesy na území národních parků či národních přírodních rezervací, ale i např. ochranných pásem hygienické ochrany vodních zdrojů I. stupně nebo léčivých a stolních pramenů.
- c) Lesy ochranné nalezneme především na mimořádně nepříznivých stanovištích, ať už se jedná o podloží nebo nadmořskou výšku, s primárním záměrem ochrany níže položených lesů.

Rok	Kategorie lesa		
	lesy hospodářské	lesy ochranné	lesy zvláštního určení
	%		
1990	58,4	2,5	39,1
1995	57,2	2,7	40,1
2019	74,4	2,0	23,6
2020	74,2	2,0	23,8

Tab. 1: Kategorie lesa a jejich procentuální podíl. Zdroj: ÚHUL

Výrazný nárůst podílu hospodářských lesů na úkor lesů zvláštního určení v tabulce 1. patrný mezi lety 1995 a 2019 byl metodický, v rámci změny legislativy a nového lesního zákona 289/1995 Sb. Od 1.1.1996 bylo přibližně 16% lesů pod vlivem imisí, do té doby zařazených v kategorii lesů zvláštního určení, administrativně přesunuto do kategorie lesů hospodářských.

#### 4.2.2 Funkce lesa

Z definic zákona 289/1995 Sb. plní les funkci produkční a mimoprodukční, neboli veřejnou. Produkční funkce jsou dále děleny na nedřevoprodukční, kam patří např. lesní plody, včetně hub, a dřevoprodukční, kterou bylo možné do nedávné doby převážně v hospodářských lesech považovat za prioritní. Jak již název vypovídá, patří sem zejména produkce dřevní hmoty, což má výraznou ekonomickou, čili i hospodářskou podstatu. Do mimoprodukčních, které se vztahují zejména k lesům zvláštního určení, jsou řazeny funkce klimatické, krajinné, půdoochranné, rekreační a vodohospodářské. I přes pokračující poptávku a nezbytnost produkční funkce lesa, kdy se vycházelo z podstaty, že lesy slouží člověku na základě jeho aktuálních potřeb, dochází zároveň ke změně vztahu k mimoprodukčním a to až do té míry, že se obě funkce začínají vyrovnávat. Monofunkční přístupy jsou nahrazovány polyfunkčními a na les se začíná nahlížet jako na ucelený ekosystém s mnoha synergickými efekty. Ačkoliv Vyskot et al. (2003) na začátku probíhajícího století ještě uváděl, že v ČR přes veškeré snahy a prohlášení stále převažují monofunkční způsoby hospodaření. Zároveň však popisuje potřebu přejít z pojetí utilitárního – antropocentrického, na pojetí existenčně – ekosystémové. Postupující klimatická změna a její dopady na lesní hospodářství v posledních letech uvádějí tyto myšlenky do praxe.



### 4.2.3 Význam lesa v krajině

Každá z položek, které jsou v zažité terminologii nazývány mimoprodukčními funkcemi lesa, má zásadní a nezastupitelnou roli. Aniž by autor chtěl jakkoliv snižovat rekreační, či sociálně - rekreační význam, který má přesah také do sféry zdravotní nebo vzdělávací, zaměří se především na ekologicky spjaté funkce. Do těch jsou řazeny funkce půdoochranné, vodohospodářské a klimatické. Les má prokazatelně značný vliv na okolní mikroklima a mezoklima. Větší masivy lesů snižují ve vegetačním období okolní teplotu v řádu desetin °C. Zároveň snižují rychlost větrů, jak uvnitř porostů, tak i na jejich okrajích. Významným faktorem je také usazování prachových částic, čímž lesy přispívají ke zlepšení kvality ovzduší. Les má rovněž velký význam pro vodní bilanci a hydrologický cyklus (koloběh vody). Uvnitř lesů a v jejich bezprostředním okolí je vyšší vlhkost půdy i vzduchu, což je příznivější prostředí pro vznik mlhy a z ní vznikajících horizontálních srážek, byť je tento jev typický spíše pro nadmořské výšky nad 500 m. Les rovněž lépe zadržuje srážky a zpomaluje tání sněhu v něm, čímž umožňuje plný zásak. Oproti tomu snižuje výpar z půdy, který bývá o 50 – 200% nižší než v bezlesí. Uvedené má vodoochranný, vodohospodářský a protipovodňový přínos. V případě vertikálních srážek zmírňují nadzemní části dřevin a rostlin kinetickou energii srážkových vod, zachycují určité množství v korunách (intercepce) a také zabraňují silnému proschnutí půdy, které vede k povrchovému odtoku. Odnosu zeminy také brání vegetační vrstva kryjící půdu. Lesní hrabanka i pórovitá lesní půda umožňují snadný zásak vody do půdy, opět s příznivými protierozními účinky. Pozitivní vliv má rovněž prokořeněnost lesních půd, která váže půdní substrát a umožňuje snadnější pronikání vody do půdy. Z půdoochranného pohledu je role lesa natolik zásadní, že zvyšuje kritický sklon pro vznik půdní eroze na 20 – 30 stupňů, zatímco například u polí je to 1 – 7 stupňů (Gross, Roček, 2000).

V souvislosti s klimatem by neměl být opomenut význam lesa v globálním koloběhu uhlíku. Lesy mají schopnost vázat CO<sub>2</sub> z atmosféry a ukládat ho buď v nadzemní biomase nebo v půdě. Zvyšující se rozloha lesů může být do určité míry kompenzací nárůstu skleníkových plynů v atmosféře. Na druhou stranu se však lesy mohou stát producentem CO<sub>2</sub>, například při lesních požárech nebo změnou využívání původně lesní půdy (European commission, 2010).

#### 4.2.4 Rozloha a vlastnická struktura lesů v ČR

V údajích o lesnatosti na území České republiky dochází k určitým disproporcím. Dle dat ČÚZK dosáhla v roce 2021 hodnoty 2 678 804 ha, což reprezentuje více než třetinu celkové rozlohy státu ( $\approx 34\%$ ). Meziročně došlo k nárůstu o 1 475 ha, od roku 2000 do konce roku 2021 se rozloha lesa zvýšila o více než 41,5 tis. ha. Kromě toho, že převládá počet nově zalesněných, původně nelesních pozemků nad těmi, které jsou z různých důvodů z nich vyjímány, hrají rovněž roli zpřesňující se údaje v katastru nemovitostí (Ministerstvo zemědělství, 2022). V rámci třetího cyklu Národní inventarizace lesů (2023) byla použita metodika vycházející ze statistického odhadu, kdy byla plocha lesa odhadnuta na 2 923 200 ha, s odchylkou  $\pm 37,5$  ha. Tím údaj o lesnatosti ČR přesahuje  $37\% \pm 0,5\%$ . Ve zprávě jsou si její autoři vědomi odchylky a vysvětlují jí tím, že na rozdíl od údaje z katastru nemovitostí vycházejí z odlišného definování lesa a zohledňují přítomnost a charakter porostu dřevin, včetně jeho skutečného využití. Blíže ke katastru nemovitostí má také rozloha, která se udává při určení vlastnictví a činí 2 615 378 ha. Vychází z Porostní půdy v rámci Pozemků určených k plnění funkce lesa.

Majoritním vlastníkem lesů je stát s podílem téměř 53,8% (tab. 2). V roce 1992 bylo ve vlastnictví státu přes 80% lesů, ale vlivem probíhajících restitucí, ať už to byl návrat fyzickým osobám dle Zákona č. 229/1991 Sb. o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku (Česká republika, 1991) nebo v rámci církevních restitucí dle zákona 428/2012 Sb. o majetkovém vyrovnání s církvemi a náboženskými společnostmi a o změně některých zákonů (Česká republika, 2012), se podíl snižuje (Cenia, česká informační agentura životního prostředí, 2021).

Vlastnictví		Porostní plocha	
		(ha)	%
Státní lesy		1 406 841	53,79
z toho	LČR	1 161 335	44,40
	VLS	123 024	4,70
	lesy MŽP (NP)	95 484	3,65
	krajské lesy (střední školy aj.)	2 370	0,09
	ostatní	23 055	0,88
	lesy MŽP (AOPK)	1 572	0,06
Právnícké osoby		88 969	3,40
Obecní a městské lesy		449 193	17,18
Lesy církevní a náboženských společností		139 001	5,31
Lesní družstva a společnosti		31 103	1,19
Lesy ve vlastnictví fyzických osob		500 110	19,12
Ostatní (nezařazené) lesy		162	0,01
Celkem		2 615 378	100,00

Tab. 2: Vlastnické vztahy v lesích ČR (ha, %). Zdroj: ÚHUL.

Z pohledu Evropské unie není pokrytí lesy v ČR nikterak výjimečné a patří k mírnému podprůměru. Nejlesnatější státy EU jsou Finsko se 71% a Švédsko se 67%, následovány Slovinskem (64%), Estonskem (57%) a Lotyšskem (54%). Nejméně lesnatým státem EU je Nizozemsko s 8%, následované Maltou (11%) a Dánskem (16%) (Eurostat, 2018)

#### 4.2.5 Lesnická typologie – LTKS, SLT, LVS

Nejen živočichové, ale i rostliny, dřeviny nevyjímaje, mají své přirozené prostředí, ve kterém optimálně prosperují. Mimo toto prostředí jsou pak dřeviny vystaveny různým vlivům a z nich plynoucím rizik. Optimem z hlediska fytoecologie a půdy se zabývá Lesnický typologický klasifikační systém (LTKS). Ten se kromě lesnické praxe používá i v řadě dalších činností, např. v dotační, oceňovací a daňové politice, ale i ochraně přírody, územním plánováním nebo vodním hospodářství. V rámci LTKS jsou zmapovány veškeré lesy v ČR, legislativní ustanovení je ve vyhlášce č. 298/2018 Sb. (Česká republika, 2018) Základní mapovací jednotkou je lesní typ, určující kombinace fytoecologie, půdních vlastností, terénu a potenciální bonity dřevin. Vyšší typologickou jednotkou je soubor lesních typů (SLT), sdružující lesní typy podle ekologických podobností a vymežující je na 150 zonálních SLT, definovaných edafickou kategorií a lesními vegetačními stupni a 34 azonálních SLT, které jsou ovlivněny abiotickými ekologickými faktory, např. vodou (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů). Lesní vegetační stupně (LVS) mají klimatický základ a vyjadřují závislost vegetačních přechodů na změnách výškového a expozičního klimatu. Pro

stanovení vegetační stupňovitosti jsou v ČR určující následující dřeviny: dub zimní (*Quercus petraea*), dub letní (*Quercus robur*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), jedle bělokorá (*Abies alba*), smrk obecný (*Picea abies*) a kleč horská (*Pinus mugo*), podle nichž byly jednotlivé LVS pojmenovány, a to buď z důvodu dominance nebo významného vlivu na formování společenstva. V České republice je rozlišováno 10 vegetačních stupňů (Česká republika, 2018). Kromě provázanosti sledu rozdílů přírodní vegetace se sledem rozdílů výškového a expozičního klimatu je zde také závislost vegetační stupňovitosti na teplotách ovzduší a půdy. Dále pak i na srážkových parametrech, především na množství a časovém rozložení atmosférických i horizontálních srážek (Buček, Lacina, 1999). Šefl (2014) objasňuje vyloučenost nultého vegetačního stupně, přirozených borových stanovištích, z výškové stupňovitosti, s ohledem na vazbu jejich biotopů na extrémní půdní podmínky, jako jsou litozemě, arenické podzoly, hořečnaté rendziny apod. Přehled LVS, jejich nadmořských výšek, teplotních a srážkových parametrů je uveden v tabulce 3.

Vegetační stupeň	Nadmořská výška [m]	Prům. roční teplota [°C]	Prům. roční srážky [mm]
0. - borová stanoviště	310 – 470	7,5 – 7,9	605 – 680
1. - dubový	210 – 330	8,3 – 9,1	525 – 605
2. - bukodubový	290 – 400	7,9 – 8,5	550 – 630
3. - dubobukový	345 – 460	7,5 – 8,1	595 – 735
4. - bukový	450 – 540	7,1 – 7,6	645 – 830
5. - jedlobukový	550 – 670	6,4 – 7,0	690 – 940
6. - smrkobukový	655 – 850	5,4 – 6,4	720 – 1005
7. - bukosmrkový	800 – 1010	4,6 – 5,7	795 – 1120
8. - smrkový	940 – 1170	3,8 – 4,8	960 – 1280
9. - klečový	1205 – 1390	2,8 – 3,6	1090 – 1300
10. - alpský	1300 – 1420	2,6 – 3,1	1095 – 1290

Tab. 3: Lesní vegetační stupně. Zdroj: ÚHUL

#### 4.2.6 Současná druhová skladba lesů v ČR

Pokud by se lesy nechaly přirozenému vývoji, druhová skladba a podíl jednotlivých dřevin v ní by vypadal ve srovnání se skutečností výrazně jinak. Lužní lesy by tvořily lužní doubravy se zastoupením dubu letního, jilmu, habru, lípy, javoru nebo jasanu. Doubravy by převažovaly i v nejteplejších oblastech a v nižších pahorkatinách, na bohatších půdách smíšené s habrem, na písčitých či kyselejších půdách s příměsí břízy, osiky nebo borovice, které by se zároveň objevovaly na písčitých nebo sušších

stanovištích. Od středních nadmořských výšek bychom se setkávali se smíšenými lesy s převahou buku nebo jedle, s větší příměsí smrku v údolích nebo dubu v mělkých půdách. Ve vyšších polohách by se vyskytovaly smíšené lesy se zastoupením buku, jedle a smrku, které by v nadmořských výškách 1000 až 1100 m přecházely ve smrčiny (Gross, Roček, 2000). S ohledem na v kapitole 4.3.1. zmíněnou střední nadmořskou výšku v ČR a podíl území s nadmořskou výškou nad 1000 m je i dle LVS zřejmé, které dřeviny by měly největší zastoupení. Realita je však poněkud odlišná. Eber (2019) uvádí, že již od poloviny 18. století docházelo na našem území k osazování borovicí a později smrkem na úkor listnatých a smíšených lesů severoevropského typu. Výsledkem je poloviční podíl zastoupení smrku, který je však především horskou dřevinou. V přirozených přírodních lesích by jeho podíl odpovídal 11%. Doporučený podíl smrku, který lze vnímat jako ekologicko-ekonomický kompromis, je potom na úrovni 37%. I když se ještě k tomuto cíli neblížíme, trend lze označit za příznivý. Jak je zřejmé z tabulky 4, podíl smrku a částečně i borovice se snižuje, ve prospěch jiných jehličnanů a především listnatých stromů. Od roku 2000 do roku 2021 došlo k poklesu podílu smrku o 6%, u borovice o 1,6%. Naproti tomu u buku, jakožto typického zástupce přirozené druhové skladby, došlo ve stejném čase k nárůstu o 3,3%. Zvyšoval se podíl i ostatních listnáčů, takže celý segment narostl o bezmála 6,5%.

Dřevina	Rok					
	2000	2010	2015	2019	2020	2021
	plocha porostní půdy ha / %					
Smrk ztepilý	1 397 012	1 347 239	1 315 487	1 292 461	1 274 241	1 254 825
	54,1	51,9	50,6	49,5	48,8	48,1
Jedle	23 138	25 869	28 699	30 663	31 429	32 272
	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2
Borovice	453 159	436 308	428 030	420 840	419 874	418 530
	17,6	16,8	16,5	16,1	16,1	16,0
Modřín	97 170	100 761	100 283	100 264	100 632	101 135
	3,8	3,9	3,9	3,8	3,9	3,9
Ostatní jehličnaté	4 586	6 352	7846	8 694	10 252	10 709
	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
Jehličnaté	1 975 065	1 916 529	1 880 344	1 852 922	1 836 427	1 817 472
	76,5	73,9	72,3	71,0	70,4	69,6
Dub	163 761	178 466	185 044	192 038	195 252	198 768
	6,3	6,9	7,1	7,4	7,5	7,6
Buk	154 791	189 998	211 835	230 305	235 755	242 314
	6,0	7,3	8,2	8,8	9,0	9,3
Bříza	74 560	72 264	71 796	72 403	72 744	73 316
	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
Ostatní listnaté	183 696	209 559	219 207	228 401	230 856	233 508
	7,1	8,1	8,4	8,8	8,9	9,0
Listnaté	576 808	650 287	687 882	723 146	734 606	747 906
	22,3	25,1	26,5	27,7	28,2	28,7

Tab. 4: Druhové složení lesů z celkové plochy porostní půdy (ha a %). Zdroj: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky 2021, převzato z ÚHUL

#### 4.2.7 Důvody dominance smrku, jeho výhody a nevýhody

V souvislosti s děním v našich lesích v poslední cca dekádě a probíhající kůrovcovou kalamitou, umocněno podílem smrku na druhovém složení lesů, je velmi často používán termín smrkové monokultury. Šimanov (2017) však toto označení rozporuje a poukazuje na to, že se o klasickou monokulturu smrku jedná pouze ve 2% případech. Na 80% porostních ploch pak rostou lesy smíšené. Nicméně to nic nemění na skutečnosti, že jak v novodobé historii, tak i současnosti, je smrk nejrozšířenější dřevinou. Dominance smrku má historickou souvislost a její počátek lze hledat v 18. století. V té době byl podíl zalesnění velmi nízký, naopak s rozvíjejícím se průmyslem a výrobou začala výrazně růst poptávka po dřevní hmotě. A tím začal růst také ekonomický význam. Smrk pro své vlastnosti, mezi které patří především relativně rychlý růst, rovný kmen a dobrá opracovatelnost, začal být osazován i na stanovištích, která nepatřila mezi jeho přirozené, především z pohledu nadmořské výšky. Dle LVS se začíná smrk přirozeně vyskytovat v šestém LVS, tj. od nadmořské výšky 655 metrů,

čistě smrkový je pak osmý LVS, který je definován altitudou 940 – 1170 m n. m. Často je však uměle vysazován v mnohem nižších nadmořských výškách. Nepřirozené prostředí sebou přináší komplikace. Ty vycházejí především z mělkého kořenového systému, kterým je smrk charakteristický. V této souvislosti dochází ke dvěma zásadním věcem. První je ta, že mělký kořenový systém snižuje stabilitu stromu při větrném počasí nebo sněhových nánosech, které následně způsobují polomy a vývraty. Mělké zakořenění je patrné z obrázku 1. Druhou slabinou smrku je pak neschopnost stromu využít vlhkosti z hlubších vrstev půdy, což při půdním suchu, které se logicky nejdříve projevuje od svrchních vrstev půdy, vede k oslabení stromu v důsledku nedostatku vláhy a snížení jeho schopnosti obrany proti škodlivým faktorům, biotického i abiotického původu.



Obr. 1: Mělký kořenový systém smrku. Vývraty po vichřici 4.3.2022. Lokalita Hajda, Milevsko. Foto autor.

Pokud bylo zmíněno 18. století jakožto počátek éry smrku a stávající podíl na druhové skladbě v ČR, bude zajímavé srovnání stavu s některými zeměmi tehdejší Rakousko – Uherské monarchie. Nejnižší nedávné zastoupení smrku je v Maďarsku s pouhým 1,5%, kde však nepochybně hraje roli faktor nadmořské výšky. Na Slovensku, které má průměrnou nadmořskou výšku podobnou s ČR, je zastoupení smrku v dřevinné skladbě na úrovni 26%. V Rakousku je podíl smrku vyšší než v ČR a tvoří 60% (Hlásný et al., 2014)

### 4.3 Klima

Klima lze definovat jako průměrný dlouhodobý stav atmosféry v určité geografické oblasti. Přestože se klima vyvíjí a periodicky mění prakticky od vzniku planety, je

v posledních vyšších desítkách let stále patrnější vliv člověka. Změnu klimatu lze vnímat jako kombinaci všech přirozených variabilit klimatu v dlouhodobém horizontu a změn zapříčiněných působením člověka, přičemž podíl přirozené a antropogenní složky klimatické změny nelze od sebe zcela rozlišit. Nárůst koncentrace skleníkových plynů se projevuje především oteplováním atmosféry, zvýšením teploty oceánů a táním ledovců, včetně oblastí považovaných za trvale zasněžené. Od poloviny 50. let dvacátého století je řada pozorovaných změn až v tisíciletých periodách bezprecedentní (Česká republika, 2021). Je tedy nepochybné, že je třeba danému tématu věnovat pozornost, protože se dotýká samotné existenční podstaty. Změna klimatu způsobená člověkem již ovlivňuje extrémní počasí a klimatu ve všech oblastech na Zemi a dále se stupňuje. Pozorované změny extrémních jevů, jako například vlny veder, vydatné srážky, sucho, tropické cyklóny a zejména jejich přičítání vlivu člověka od doby vydání páté hodnotící zprávy Mezivládního panelu pro změnu klimatu, tj. od roku 2014, posílily (IPCC, 2021)

Zásadní význam má v tomto směru skleníkový efekt (lze se setkat i s názvem skleníkový jev). Ten je vyvolán obsahem radiačně aktivních, laicky nazývaných skleníkových, plynů v atmosféře. Část slunečního záření je absorbována zemským povrchem a část je odražena zpět do atmosféry. Za přirozených podmínek by tato odražená část záření byla z větší části vyzářena zpět mimo atmosféru Země a jen relativně malá část by se díky skleníkovým plynům vrátila zpět k zemskému povrchu. Vzhledem k tomu, že množství skleníkových plynů v atmosféře je zvýšené, odráží se zpět k zemskému povrchu významně větší část tohoto záření. Díky tomu však dochází ke zvýšení bilance v absorpci tepelného záření zemským povrchem (Metelka, Tolasz, 2009). Skleníkový efekt je přirozenou vlastností atmosféry. Podílí se na něm zejména vodní pára, oblačnost, oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), oxid dusný (N<sub>2</sub>O) a troposférický ozon (O<sub>3</sub>). Pokud by nebylo přirozeného skleníkového efektu, byla by průměrná teplota vzduchu při zemském povrchu výrazně nižší, místo současných přibližně 15°C pouze asi – 18°C (Braniš, Hůnová, 2009). Čilek (2016) uvádí, že bez skleníkového efektu by byla teplota povrchu země pouze kolem - 30°C a označuje ho za jedno z největších dobrodiní, bez kterého by lidstvo buď neexistovalo vůbec, nebo by se tísnilo kolem rovníku.

Nejrozšířenější z uvedených skleníkových plynů je vodní pára, která je zodpovědná přibližně za polovinu skleníkového efektu. Je také součástí hydrologického cyklu.



Data ze satelitů, meteorologických balónů a pozemního měření ukazují, že se množství vodní páry v atmosféře zvyšuje. To je způsobeno především nárůstem  $\text{CO}_2$  a  $\text{CH}_4$ , které mají zásadní vliv na nárůst průměrné teploty, v jejímž důsledku dochází i ke zvýšení výparu. Teplejší vzduch zadržuje více vlhkosti, čímž také roste koncentrace vodní páry, která zároveň při vyšších teplotách hůře kondenzuje. Vodní pára absorbuje teplo vyzařované ze země, brání mu úniku do vesmíru a dále ohřívá atmosféru. Je také jediným skleníkovým plynem, který je kondenzovatelný a jehož množství se v atmosféře s nárůstem teploty zvyšuje. Vysoká koncentrace vodní páry a její kondenzovatelnost vede k intenzifikaci globálního hydrologického cyklu, podílí se na extrémnějších projevech počasí, jako jsou bouřky s vysokou intenzitou srážek, které po výparem vysušené a ztvrdlé půdě stékají, nevsakují se, čímž se podílí na vzniku sucha. (Buis, 2022).

V atmosféře se přirozeně vyskytují také další skleníkové plyny, které jsou antropogenními faktory zásadně ovlivněny, například spalováním fosilních paliv, výrobou cementu a další průmyslovou činností v případě  $\text{CO}_2$ , chovem skotu či pěstováním rýže v případě  $\text{CH}_4$ , výrobou dusíkatých hnojiv produkujících  $\text{N}_2\text{O}$  či  $\text{O}_3$ . Dochází tak k dodatečnému antropogennímu zesílení skleníkového efektu, který je v současnosti považován za hlavní mechanismus stávající klimatické změny probíhající na pozadí přirozené variability klimatu (Brázdil, Trnka, 2015). Globální změna klimatu se projevuje také vyšším počtem extrémních situací. Zaznamenáváme větší výskyt bouří s vyššími rychlostmi větru nebo delší období sucha. Z pohledu lesního hospodářství to má vliv na vznik, četnost a rozsah kalamit (Zahradník, 2008).

#### **4.3.1 Klima v České republice**

Česká republika se svojí středoevropskou polohou patří do mírného podnebného pásu, které se vyznačuje teplejším létem a spíše mírnější zimou. Je vnitrozemním státem bez přímého přístupu k moři. Podnebí je charakteristické pronikáním a mísením se oceánských a kontinentálních vlivů, přičemž oceánské proudění ovlivňuje více klima v Čechách, zatímco kontinentální se projevuje zejména na Moravě. Střední nadmořská výška České republiky je 430 m. V nadmořské výšce nad 1 000 m se nachází pouze 1,05% území (Cenia, česká informační agentura životního prostředí, 2021). Pohraničí převážně lemují hory. Na severu a východě, například v Jizerských horách nebo v Beskydech, dochází na návětrné straně hor k většímu úhrnu srážek. Ty dosahují hodnot ročních úhrnů až 1 700 mm. Naopak na západě jsou za Krušnými

horami oblasti podkrušnohorské pánve ležící ve srážkovém stínu, s množstvím srážek jen mírně převyšujícím 400 mm. Kromě reliéfu krajiny a nadmořských výšek jsou srážky ovlivňovány převažujícím západním, čili oceánským prouděním. Největší úhrny srážek jsou v letním období, které je charakteristické bouřkami s vydatnými dešti.

#### 4.3.1.1 Vývoj průměrné teploty, historie a vývoj ve 21. století

Teplota společně se srážkami, patří mezi základní hodnoty, na kterých můžeme pozorovat vývoj klimatu. Jelikož obě tyto veličiny mají již historicky vliv na většinu oblastí lidské činnosti, je k nim směřována patřičná pozornost. V tomto ohledu je výjimečným místem pražské Klementinum, kde jsou meteorologická měření realizována již od roku 1752. Ta však byla nepravidelná. Pravidelná teplotní měření se datují k roku 1775, měření dešťových srážek k roku 1804 (Praha Klementinum). Pokud se podíváme na současnost či nedávnou minulost, počet měřících stanic se značně rozrostl (tab. 5).

Počet měřících meteorologických stanic v ČR	
Profesionální meteorologické stanice	38
Dobrovolnické klimatologické stanice	179
Dobrovolnické srážkoměrné stanice	559
Srážkové totalizátory	26

Tab. 5: stav k červnu 2011. Zdroj ČHMÚ, úprava autor

Data tak mohou být považována za signifikantní. A ta jednoznačně prokazují nárůst teploty oproti dlouhodobému teplotnímu normálu, který má mezi lety 1981 – 2010 hodnotu 7,9 °C. Roky 2018 a 2019 jsou považovány za období s nejvyšší průměrnou teplotou, která měla hodnotu 9,6 °C v roce 2018, respektive jen o desetinu nižší v roce následujícím. Pokud se týká hodnot nad 9 °C, tak je lze z pohledu zmíněného dlouhodobého teplotního normálu považovat za mimořádné. Od roku 1961 do roku 2000 byla naměřena pouze jednou, v posledním roce uvedené časové periody. V dekádě od roku 2011 do 2020 jich již byla rovná polovina. Roste i počet tropických dnů s teplotou nad 30 °C, který se za posledních 30 let zdvojnásobil na průměrných 12 dní ročně, což dokládá zvyšující se teplotní extremitu v letním období (Cenia, česká

informační agentura životního prostředí, 2021). Podobný vývoj není jen v České republice, platí i globálně. Rok 2019 se stal druhým nejteplejším ve stočtyřicetileté historii měření, těsně za rokem 2016. Devět z deseti nejteplejších let bylo zaznamenáno mezi lety 2005 – 2019, čímž také nepřekvapí, že dekáda mezi lety 2010 – 2019 byla zároveň nejteplejší v historii měření (National Oceanic and Atmospheric Administration, 2020).

#### **4.3.2 Srážky**

Srážky jsou jednou ze složek hydrologického cyklu. Nezbytnou podmínkou vzniku srážek je výpar. Ten může nastat z vodních ploch a zemského povrchu (evaporace) nebo z rostlin (transpirace). Souhrnný název pro daný jev je evapotranspirace. V tomto stádiu se voda nachází ve skupenství plynném. Na zemský povrch se vrací ve skupenství pevném, smíšeném nebo kapalném, které je v našich zeměpisných a podnebných šířkách častější. Aby bylo možné téma skupenství srážek detailněji specifikovat, je potřebné si pomoci jejich dalším rozdělením, a to podle vzniku, na atmosférické (lze se setkat i s termínem vertikální) a horizontální.

Horizontální srážky vznikají na povrchu rostlin nebo předmětů. Pro jejich vznik je zásadní interakce mezi teplotou povrchu a teplotou vzduchu, zda je rozdíl dostatečný natolik, aby na styčných vrstvách vznikl rosný bod. Mezi horizontální srážky je řazena v zimním období jinovatka, jíní nebo námraza, letním období rosa, v přechodových obdobích to jsou mlhy.

Atmosférické srážky, jak již z názvu vyplývá, vznikají v atmosféře. Vodní páry a mikroskopické kapičky z evapotranspirace stoupají do vyšších pater atmosféry, kde se z důvodů nižšího tlaku rozpínají a zároveň ochlazují, čímž dochází k jejich kondenzaci (v případě kapalného skupenství) či desublimaci (v případě pevného skupenství). Mezi typické zástupce atmosférických srážek v pevném skupenství patří kroupy (v letních obdobích, kdy vlhký teplý vzduch vstoupá vzhůru a v atmosféře dojde při podchlazených bouřkových frontách k prudkému ochlazení) a především sníh, který lze definovat jako rozvětvené ledové krystaly. Ty mohou mít, především v závislosti na teplotě povrchu, vzduchu a jeho vlhkosti, formu lehkého prachového (při nižších teplotách a nízké vlhkosti vzduchu) nebo naopak těžkého mokrého sněhu (teploty kolem bodu mrazu, vyšší vlhkost vzduchu). Význam sněhu spočívá nejen v tom, že je zásobárnou povrchové a podpovrchové vody (zejména při pomalém a postupném

odtávání), ale také v tom, že působí jako izolant zabraňující nadměrnému promrzání půdy.

U kapalného skupenství atmosférických srážek má z hydrologického hlediska nejvyšší význam déšť. Ten můžeme základně rozdělit podle jeho původu (vznik a spad) nebo intenzity (množství za určitou jednotku času). Podle původu vzniku jsou deště děleny na:

- a) Termický (konvekční) – již z názvu je zřejmá výraznější spojitost s teplotou. Vznikají především v letních měsících, kdy vlivem sluneční aktivity dochází k ohřívání povrchu, čímž se také zvyšuje množství výparu, který následně v atmosféře kondenzuje. Termické deště zasahují menší území, obvykle však ve vyšší intenzitě s kratší dobou trvání. Jinými slovy jde o intenzivní deště lokálního charakteru s nevelkým plošným rozsahem.
- b) Frontální – vznikají v tlakových nížích na platformě nerovnoměrného ohřívání povrchu oceánů a pevniny v různých ročních obdobích, čímž dochází k rozdílnému atmosférickému tlaku a teplotě vzduchu, mající vliv na vznik atmosférických front, které ovlivňují pohyb a cirkulaci vzduchových hmot (cyklony/anticyklony). Z pohledu geografického zasahují frontální srážky větší území, mají delší dobu trvání, avšak nižší intenzitu.
- c) Orografický – zde hraje podstatnou roli reliéf krajiny a přirozené přírodní překážky kolmé na toky vzdušných proudů. Jedná se především o horské hřebeny, které směřují vzdušné proudy do vyšších vrstev atmosféry, kde opět nastává ochlazení a kondenzace/desublimace mající vliv na vznik srážek. Nadmořská výška je významným faktorem měnícího se množství srážek (Žalud, 2015).

Základní dělení deště dle intenzity je na **normální**, kdy se jedná o déle trávající dešť při nižší intenzitě. Normální deště mají příznivý vliv nejen na vegetaci, ale také na půdní vlhkost, která ovlivňuje množství vsaku a tím i hladinu půdních a podzemních vod. Příznivě ovlivňuje rovněž povrchovou vodu. Dále pak na **extrémní** – sem patří především přivalové deště, při kterých spadne za krátký čas vyšší množství srážek. Mohou způsobit povodňové stavy, zejména v situacích zhoršených vsakových podmínek, ať již způsobených vysokou nasyceností půdy zhoršující absorpci srážek nebo naopak příliš velkým suchem, kdy voda po

vyprahlé půdě stéká do koryt řek a je odvedena, aniž by zůstávala v krajině. Při přívalových srážkách rovněž dochází k vyšší půdní erozi. Mezi extrémní řadíme rovněž srážky regionální. Zde je intenzita sice nižší, charakteristické jsou však dobou trvání. Z počátku mohou mít příznivé účinky, podobně jako normální srážky, v čase, v kombinaci s nasyceností půdy, však mohou mít škodlivé dopady, např. vyvoláním povodňových stavů.

Světová meteorologická organizace pak srážky dle intenzity ( $i$ ) dělí na **mrholení**, které dále člení na lehké ( $i < 0,1$  mm/h), střední ( $0,1 \leq i < 0,5$  mm/h) a husté ( $i \geq 0,5$  mm/h), **děšť**, s parametry lehký ( $i < 2,5$  mm/h), střední ( $2,5 \leq i < 10$  mm/h), hustý ( $10 \leq i < 50$  mm/h) a prudký/extrémní/intenzivní ( $i \geq 50$  mm/h), a **sněžení**, které rozděluje na lehké ( $i < 1$  mm/h), střední ( $1 \leq i < 5$  mm/h) a husté ( $i \geq 5$  mm/h) (tab. 6) (World meteorological organization, 2021).

<i>Variable</i>	<i>Range</i>	<i>Intensity</i>
Drizzle	$i < 0.1 \text{ mm h}^{-1}$	Slight
	$0.1 \leq i < 0.5 \text{ mm h}^{-1}$	Moderate
	$i \geq 0.5 \text{ mm h}^{-1}$	Heavy
Rain (also showers)	$i < 2.5 \text{ mm h}^{-1}$	Slight
	$2.5 \leq i < 10.0 \text{ mm h}^{-1}$	Moderate
	$10.0 \leq i < 50.0 \text{ mm h}^{-1}$	Heavy
	$i \geq 50.0 \text{ mm h}^{-1}$	Violent <sup>b</sup>
Snow (also showers)	$i < 1.0 \text{ mm h}^{-1}$ (water equivalent)	Slight
	$1.0 \leq i < 5.0 \text{ mm h}^{-1}$ (water equivalent)	Moderate
	$i \geq 5.0 \text{ mm h}^{-1}$ (water equivalent)	Heavy

Tab. 6: Rozdělení srážek dle intenzity. Zdroj: WMO

#### 4.3.2.1 Dlouhodobý srážkový normál a úhrny mezi lety 2001 - 2020

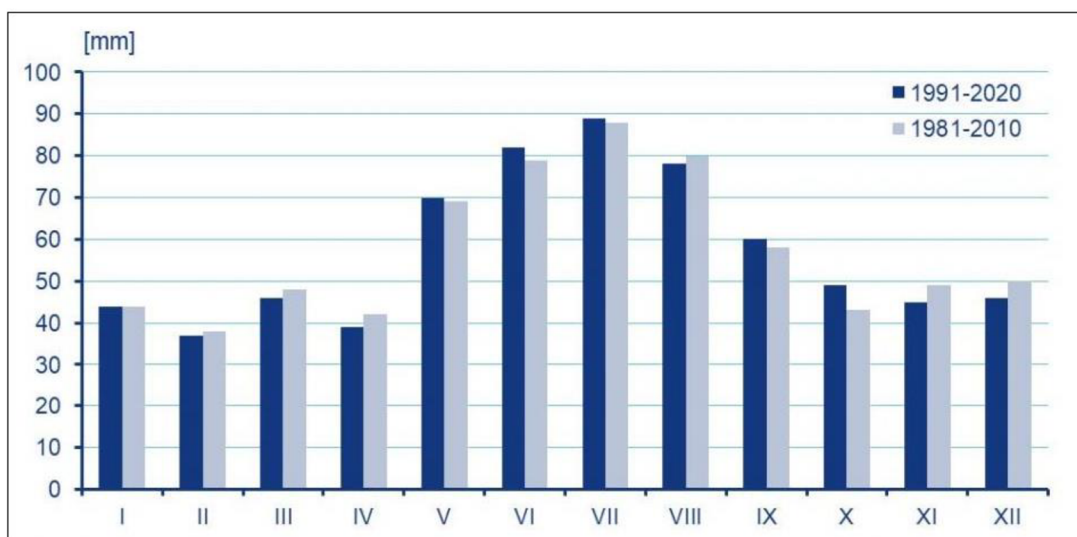
Dlouhodobý srážkový normál je průměrem ročního úhrnu srážek v určitém místě nebo oblasti za třicetiletý interval a vychází z doporučení Světové meteorologické organizace. Pro období mezi lety 2001 – 2020 je směrodatná perioda mezi lety 1981 – 2010, kdy měl dlouhodobý srážkový normál hodnotu 686 mm ročního úhrnu, tj. 686 litrů vody na  $\text{m}^2$ . Jak je zřejmé z tabulky 7, v uvedeném období 2001 – 2020 byla řada let srážkově výrazně podprůměrných, zejména pak ve druhé dekádě, kdy bylo zaznamenáno hned šest srážkově podprůměrných let, z toho dva, v letech 2015 a 2018 lze považovat za extrémně srážkově chudé. Naproti tomu

pouze dva roky byly srážkově nadprůměrné a je v tomto ohledu zřejmý velký rozdíl i v porovnání s dekadou 2001 – 2010.

ROK	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
úhrn srážek (mm)	803	855	504	666	720	703	741	619	744	867
Dlouhodobý srážkový normál 1981 - 2010	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686
odchylka od normálu v %	+17%	+25%	<b>-27%</b>	<b>-3%</b>	+5%	+2%	+8%	<b>-10%</b>	+8%	+26%
ROK	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
úhrn srážek (mm)	627	689	727	657	532	637	683	522	634	766
Dlouhodobý srážkový normál 1981 - 2010	686	686	686	686	686	686	686	686	686	686
odchylka od normálu v %	<b>-9%</b>	0%	+6%	<b>-4%</b>	<b>-22%</b>	<b>-7%</b>	0%	<b>-24%</b>	<b>-8%</b>	+12%

Tab. 7: Roční úhny srážek a odchylky oproti dlouhodobému normálu. Zdroj ČHMÚ, úprava autor

V současné době vstupuje v platnost dlouhodobý srážkový normál vztahující se k letům 1991 – 2020. Jeho hodnota poklesla v porovnání s normálem let 1981 – 2010 o 2 mm a činí 684 mm. To potvrzuje skutečnost, že je množství srážek dlouhodobě přibližně stejné. Co se však mění, je jejich variabilita, jsou intenzivnější a nastávají po delším čase bez srážek (Žalud, Trnka, Hlavinka, 2020). Tento model počasí je typický zejména pro letní období. A jak vyplývá z grafu 1, který porovnává rozložení srážek v jednotlivých měsících dle aktuálního a předešlého dlouhodobého srážkového normálu, nárůsty srážek zaznamenáváme zejména v období od května do října, zatímco od listopadu do dubna dochází naopak k jejich poklesu. Tento charakter srážek znamená, že vyprahlá země nestačí srážky absorbovat a dochází k povrchovému odtoku s erozními důsledky. V zimním období dochází rovněž k deficitu srážek sněhových, které při jarním postupném odtávání měly rovněž pozitivní vliv na nasycení půdního profilu a zvýšení stavu podzemních vod.



Graf 1: Normál měsíčních úhmů srážek na území ČR za období 1981 – 2010 a 1991 – 2020. Zdroj: ČHMÚ

## 4.4 Disturbance na lesních porostech

Faktory způsobující disturbance na lesních porostech se dělí do tří kategorií na abiotické, biotické a antropogenní. V roce 2018 bylo v České republice sledováno celkem 30 škodlivých činitelů, z nichž bylo 5 abiotických, 23 biotických a 2 antropogenní, z čehož jeden, zařazení žloutnutí smrku, lze pokládat za diskutabilní. Pro porovnání – v ČR bylo v roce 1962 sledováno pouze 17 druhů kalamitních biotických škůdců, došlo tedy k nárůstu. Přesto počet sledovaných činitelů je ČR v porovnání s okolními státy nižší. Na Slovensku sledují 53 škodlivých činitelů, v Polsku dokonce 109 (Zahradník, Zahradníková, 2018).

Disturbance, bez ohledu na jejich původ, můžeme charakterizovat jako neplánované poškození lesních ploch a porostů. Mají tak přímý vliv na objem nahodilých těžeb.

### 4.4.1 Abiotické disturbance

Mezi abiotické lesní disturbance jsou řazeny především požáry, vichřice, sníh či laviny. Ale také sucho, které se v posledních letech jeví být nejzávažnější příčinou, s následným vlivem a přesahem do kalamitních událostí s biotickým jmenovatelem. Abiotické faktory způsobují změny v sukcesy lesa v její přirozené podobě, jako je například soutěživost o světlo nebo živiny (Spiecker, 2000).

#### 4.4.1.1 Sucho, jeho definice a kategorie

Česká republika patří mezi oblasti s vysokou proměnlivostí počasí. Nežrídka se stává, že jeden rok se potýkáme se záplavami a rok následující naopak se suchem. Příkladem mohou být roky 2002 s katastrofálními povodněmi a 2003, který naopak patřil

k nejsušším v několika posledních desetiletích. Četnost suchých let se stále zvyšuje. Česká republika je také nazývána střechou Evropy, což znamená, že většina řek u nás pramení, následně odtéká a zásobuje vodou území sousedních států. Jen minimum toků vodu přivádí, sem patří např. Rakouská Dyje nebo Ohře.

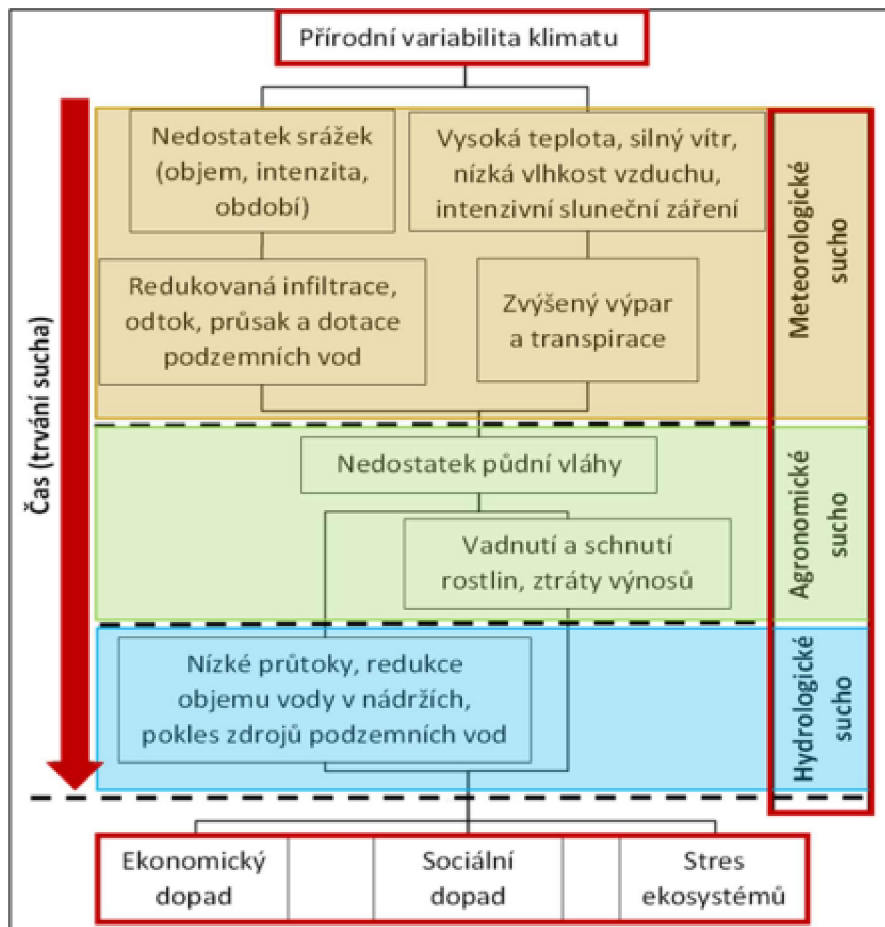
Sucho můžeme definovat jako přirozený, z klimatického hlediska normální a opakující se jev související s fluktuací klimatu. Je důsledkem dlouhodobého období s nízkými úhrny srážek vedoucím k vláhovému deficitu, v kombinaci s nadnormálními hodnotami teploty vzduchu, čehož důsledkem je zvýšený celkový výpar, čili již v kapitole 4.3.2. zmíněná evapotranspirace (Ministerstvo životního prostředí, 2020)

Z hlediska souvislostí, jaká část hydrologického cyklu je zasažena, rozdělujeme sucho do čtyřech kategorií:

- a) Meteorologické sucho – jedná se o stav ovlivněný meteorologickými faktory. Kromě již uvedených nižších úhrnů srážek a vyšší teploty vzduchu tento stav ještě prohlubuje vyšší intenzita slunečního záření, nižší relativní vlhkost vzduchu a jeho proudění. Vzniká především při dlouhodobém výskytu tlakových výší a absenci tlakových níží přinášejících srážky.
- b) Zemědělské sucho (běžně se lze setkat i s termínem agronomické nebo půdní sucho) – většinou mu předchází sucho meteorologické a je typické dlouhodobým nízkým množstvím vody v půdě a její nedostatečností pro růst a vývoj zemědělské produkce či lesních porostů. Kromě faktorů způsobujících meteorologické sucho hrají roli i terénní poměry, hladina podzemní vody, retenční a infiltrační vlastnosti půdy a také vývojová fáze, ve které se v daném čase rostliny nacházejí.
- c) Hydrologické sucho – projevuje se poklesem průtoků ve vodních tocích a poklesem stavu podzemních vod. Vzniká především při deficitu srážek. Příčinou je meteorologické sucho již ve střednědobých horizontech (Ministerstvo životního prostředí, 2017)
- d) Socio-ekonomické sucho – v této fázi má již sucho negativní dopady na společnost. Mimo zemědělství, lesnictví a vodního hospodářství se již negativně promítá i do průmyslové produkce, turistického ruchu a v neposlední řadě může vést až k nedostatku pitné vody pro obyvatelstvo (Brázdil, Trnka, 2015)



Dělení sucha, jeho parametry a dopady jsou znázorněny na obrázku 2.



Obr. 2: Vývoj sucha, adaptováno dle WMO, 2004. Zdroj: MŽP

Finfrlová (2013) považuje sucho za nejhůře zvládnutelnou krizovou situaci, jejíž nebezpečí spočívá v pomalém a nenápadném nástupu, přičemž nelze odhadnout, jak dané období bude dlouhé. Zároveň upozorňuje na nepřipravenost České republiky na zvládnání sucha, ať již s ohledem na systémová opatření s příslušnými indikátory, tak především ve stanovení orgánů s příslušnými kompetencemi a odpovědnostmi. Přitom včasné rozpoznání sucha, určení, kdy začalo, jak dlouho potrvá, jak závažné bude a o jaký druh sucha se jedná, je považováno za důležité pro efektivní vypořádání se s ním (United Nations, 2004).

Od roku 2015 je území střední Evropy, čili i České republiky, postiženo obdobím sucha. Významný srážkový deficit z uvedeného roku byl místy prohlubován i v letech 2016 a 2017. Následující rok 2018 řadíme mezi srážkově velmi deficitní. Přestože se vyskytovaly periody, kdy srážkové úhrny odpovídaly normálu, nedošlo k obnovení normálního stavu oběhu vody ve všech jeho částech. Kromě uvedených

podprůměrných srážek měla na přetrvávajících a prohlubujících dopadech výrazný podíl i nadnormální teplota vzduchu, která zvyšovala intenzitu evapotranspirace odčerpávající vodu z půdy v průběhu vegetačního období. Dalším negativním faktorem, mající vliv na stav podzemních vod, byl nepříznivý průběh zim v daném období, kdy se nevytvořily významné zásoby sněhu, které by měly v období jarního tání zlepšit množství vody v krajině, včetně povrchových a podzemních vod (Český hydrometeorologický ústav, 2020).

V souvislosti se suchem je za poslední roky nejvíce zmiňován rok 2015, především však rok 2018, kdy např. v listopadu bylo na území Zlínského nebo Libereckého kraje, tj. oblastí spíše výše položených, zaznamenáno pouze 14, respektive 15% srážkového normálu (Česká republika, 2020). Kromě již uvedených dopadů sucha na různé oblasti je zde ve spojení s lesy ještě jedno zásadní riziko, a tím jsou požáry.

#### 4.4.1.2 Lesní požáry v ČR a ve světě

Požáry odedávna patřily k živlům, které formovaly krajinu a to ještě dávno před příchodem člověka. Člověk tomu dal ovšem další dimenzi, kdy za účelem obživy docházelo a stále ještě ve světovém měřítku dochází k získání zemědělské půdy na úkor lesů a pralesů. Požáry se sice řadí mezi abiotické disturbance, nicméně nesoucí výraznou biotickou, respektive antropogenní stopu. Podíl lidského faktoru je naprosto dominantní. Mezi lety 1992 – 2004 bylo na území ČR evidováno bezmála 16 000 lesních požárů, přičemž, jak je patrné z tabulky 8, pouhých 1,39% bylo způsobeno bleskem, jakožto typickým zástupcem abiotické příčiny (Kula, Jankovská, 2013).

Causes	Forest fires		Burnt area		Mean (ha·fire <sup>-1</sup> )
	<i>n</i>	(%)	(ha)	(%)	
Unexplained	4,778	29.89	2,603.71	33.28	0.54
Heating devices and flue ways	9	0.06	0.60	0.01	0.07
Operation-technical defects	133	0.83	159.99	2.04	1.20
Combustible and explosive materials	2	0.01	0.31	0	0.15
Extraordinary events	230	1.44	113.50	1.45	0.49
Intention, incendiarism (arson)	550	3.44	165.22	2.11	0.30
Children up to the age of 15 years	731	4.57	240.67	3.08	0.33
Smoking	3,585	22.43	1,350.44	17.26	0.38
Fire raising	3,611	22.59	1,731.99	22.13	0.48
Management in forests	1,615	10.10	917.69	11.73	0.57
Negligence of adults	288	1.80	151.84	1.94	0.53
Railway operation	166	1.04	311.94	3.99	1.88
Blasts and self-ignition	65	0.41	42.52	0.54	0.65
Lightning	222	1.39	34.40	0.44	0.15
Total	15,985	100	7,824.79	100	0.49

Tab. 8: Příčiny lesních požárů a rozsah zasažených ploch v ČR mezi lety 1992 – 2004. Zdroj: Kula, Jankovská 2013

Vyšší riziko vzniku požáru je v turisticky exponovaných a snadno dostupných místech v suchých stanovištích, zejména pak během víkendových dní. Pro vznik požárů je příznivé období sucha, vysokých teplot, nízké vlhkosti vzduchu a za větrných podmínek (Brázdil, Trnka, 2015). Tyto meteorologické vlivy lze považovat za faktory spojené se změnou klimatu. Ta je také spojována s rostoucím počtem lesních požárů. Ve čtyřleté periodě mezi lety 2018 – 2021 bylo v České republice zaznamenáno 7 594 lesních požárů, což je přibližně podobný počet jako za desetiletí mezi roky 2001 – 2010 (Čermák, 2022).

Počty požárů jsou však pouze jedním z kritérií. Jsou zde i další, jako například zasažené plochy a s tím související škody, materiální i z pohledu biodiverzity a dopadů na přírodu. Mezi velké disturbance způsobené lesním požárem v ČR byly do nedávné doby uváděny Jetřichovice v Českosaském Švýcarsku v roce 2006, kde byla zasažena plocha o výměře 20 ha. Dále pak požár v oblasti takzvané Moravské Sahary v okolí Bzence v roce 2012 se zasaženou plochou 174 ha. V obou případech se jednalo o lokality, které jsou řazeny mezi suchá stanoviště. V souvislosti s klimatickou změnou Brázdil a Trnka (2015) předpokládali pravděpodobnost vzniku požáru většího rozsahu a mezi nejohroženější lokality uváděli oblasti Českosaského Švýcarska či Moravské Sahary. To se naplnilo v roce 2022 při požáru v okolí Hřenska, nedaleko turisticky vyhledávané Pravčické brány, která je označována za symbol Národního parku České Švýcarsko. Požár byl nahlášen 24. července 2022 a intenzivní hasební práce probíhaly do 12. srpna 2022. Jen pro porovnání s výše uvedenou rozlohou - v rámci požáru

v okolí Hřenska se dle satelitních snímků zasažená plocha předběžně odhaduje na 1 060 ha, což představuje téměř 13% celkové rozlohy Národního parku České Švýcarsko (Benda, 2022).

I ve světovém měřítku jsou rozsáhlé požáry spojeny s kombinací vysokých teplot a nízkých srážek. Za největší zaznamenaný požár v novodobé historii je považován požár v sibiřské tajze v celoevropsky extrémně horkém létě roku 2003, kdy bylo zasaženo území o rozloze 22,258 milionů ha. Následuje požár v australské buši na přelomu let 2019 a 2020 s téměř 17 miliony ha. Dle meteorologických dat byla v Austrálii v roce 2019 teplota o 1,52°C vyšší než dlouhodobý průměr a zároveň se jednalo o nejteplejší období od roku 1910. Naopak srážky byly 40% pod průměrem, což jsou nejnižší hodnoty od roku 1900 (Igini, 2022)

#### 4.4.1.3 Větrné kalamity

Vítr je dalším abiotickým faktorem, který má souvislost s klimatickou změnou a dokáže v lesích způsobit značné škody. Obvykle bývá nejčastější příčinou nahodilých kalamitních těžeb. Brázdil et al (2004) uvádí, že mezi lety 1963 – 1999 byly meteorologické faktory ze 75% primární příčinou nahodilých těžeb, z čehož na větrné kalamity připadá 46,3%. Se značným odstupem následují sněhová kalamita s podílem 11,5%, sucho se 7,2%, znečištění ovzduší se 7% a námrazou se 3%. Důsledky spojené s vichřicemi a bořivými větry se ve vztahu k lesům projevují v několika směrech. Primárně je to ohrožení zdraví a životů obyvatel. Dále způsobují rozsáhlé materiální škody, a to nejen znehodnocením dřeva. Další prostředky a kapacity je nutné vynaložit na zpracování popadaných stromů. Pokud by se to neudělalo, reálně by hrozilo napadení poškozených porostů podkorním hmyzem. To je poměrně zásadní. Ještě v 19. století, kdy neexistovaly pokročilé těžební technologie, byly po zaznamenaných polomech následně způsobeny výrazně vyšší škody biotického původu. Jako příklad lze uvést lokální větrnou kalamitu na Šumavě v roce 1834, kdy bylo přímo větrem poškozeno 22 tis. m<sup>3</sup>. Při související následné kůrovcové kalamitě bylo do roku 1838 nutno vytěžit dalších téměř 225 tis. m<sup>3</sup>. Nebo při polomech z let 1868 – 1870, kdy padlo větrem 636,5 tis. m<sup>3</sup>, následně bylo nutné kvůli kůrovci až do roku 1878 zpracovat dalších bezmála 1,08 mil. m<sup>3</sup> porostů. Podíl primárního větru na celkových škodách byl tedy minoritní, v prvním případě odpovídal pouhým 10%, ve druhém pak

37%. S rozvojem těžebních technologií, od poloviny 20. století, klesaly i následné biotické škody po abiotické příčině (Simanov, 2014).

Co ovšem pokračuje a má dokonce narůstající tendenci, ať co do četnosti tak následků, jsou větrné disturbance. Orkány způsobují v posledních 20 – 30 letech stále větší škody a to jak v České republice, tak i v Evropě. V evropském měřítku jsou řazeny mezi nejničivější orkány Vivian z roku 1990, který poškodil cca 120 mil. m<sup>3</sup> porostů, dále pak orkán Lothar, doprovázený orkány Anatol a Martin, které v západní části Evropy v závěru roku 1999 poškodily přibližně 180 mil. m<sup>3</sup> dřeva. V České republice byl nejničivější orkán Kyrill v roce 2007, který způsobil 10 – 12 mil. m<sup>3</sup> polomů. V následujícím roce 2008 udeřil orkán Emma, který poškodil přibližně 3 mil. m<sup>3</sup> dřeva. Stejný rozsah škod způsobil v říjnu 2017 i orkán Herwart (Zahradník, Zahradníková, 2018). Posledním vichrem, který na území ČR zapříčinil více než 1 mil. m<sup>3</sup> polomů, byl v březnu 2019 orkán Eberhard.

#### **4.4.2 Biotické disturbance**

Za biotické příčiny považujeme stavy způsobené živými organismy, bez ohledu na to, zda jsou živočišného, rostlinného nebo houbového původu. Největšími škůdci jsou v tomto směru zástupci živočišného původu, zejména pak podkorního hmyzu. V mladých porostech dokáží velké škody způsobit i obratlovci, především spárkatá zvěř.

##### **4.4.2.1 Spárkatá zvěř a její stavy**

Spárkatá zvěř nese své označení podle svého paznechtu, jenž je v myslivecké terminologii nazýván spárkem. Do této skupiny jsou typicky řazeny především přežvýkavci z řádu sudokopytníků a prase divoké. Spárkatá zvěř žijící v ČR je rozdělena na parohatou (jeleni, daňci, srnci), rohatou (mufloni, kamzíci) a černou (prase divoké). Na mladých a středně starých porostech způsobuje spárkatá zvěř škody především ohryzem a loupáním, které poškozují především smrk, dále pak řadu dalších listnatých dřevin. V místě poranění je dřevina napadána dřevokaznou houbou, která strom oslabuje, dochází k hnilobě a snížení stability. U porostů v nejmladším stádiu vznikají škody okusem, kdy jsou postiženy vrcholky nebo postranní větve mladých stromků, nebo vytloukáním. Dotýká se to většiny listnatých porostů, z jehličnanů pak především jedle. (Sdružení vlastníků obecních a soukromých lesů, 2019). Spárkatá zvěř dlouhodobě patří mezi nejzásadnější problémy ochrany lesa v Česku. Výše škod přímo úměrně roste se stavem zvěře. A ty jsou řadu let tak vysoké, že jsou považovány

za výrazně limitující faktor pro přirozenou i umělou obnovu, především listnatými dřevinami, což značně komplikuje zalesnění kalamitních holin. Inventarizace škod zvěři udává, že okusem vrcholu je poškozeno kolem 30 % jedinců hlavních dřevin a cca 60 % jedinců melioračních a zpevňujících dřevin. Modelovými výpočty bylo současně zjištěno, že nové a opakované poškození kultur zvěři, které je vyšší než 20%, se nachází na více než polovině území Česka. Ochranou proti spárkaté zvěři, která fakticky nemá přirozeného nepřítele, jsou buď ekonomicky nákladné oplocenky (obr. 3) nebo nátěry repelenty (Knížek, Liška, 2022).



Obr. 3: Oplocenka proti spárkaté zvěři. Lokalita Hajda, Milevsko. Foto autor.

#### 4.4.2.2 Hmyzí škůdci

Hmyz představuje nejpočetnější skupinu bezobratlých živočichů. V České republice se vyskytuje více než 25 tis. druhů. Na les připadá cca 12 tis. druhů, z čehož zhruba 4 tis. tvoří fytofágové, tj. druhy potravně vázané na vlastní dřeviny. Potenciální škody dokáže způsobit 500 – 600 druhů, z nich přibližně 200 lze považovat za reálně lesnický škodlivé. Z nich však jen malá část dokáže při přemnožení kalamitně poškodit nebo rozvrátit les na velkých rozlohách. Typickými představiteli velmi nebezpečných škůdců jsou lýkožrouti nebo Bekyně mniška.

Lýkožrouti z pohledu taxonomie patří do řádu brouků (*Celeoptera*), čeledi nosadcovití (*Curculionidae*) a podčeledi kůrovcovití (*Scolytidae*). Zahrnuje více než 5 tisíc druhů, z čehož bylo přibližně 100 potvrzeno v České republice. Významnými jsou zejména zástupci vyskytující se na smrku, který je zde silně dominantní dřevinou. Těch bylo v českých lesích zaznamenáno více než 30 druhů (Modlinger, Liška, Knížek, 2015). Historicky nejrozšířenějším je lýkožrout smrkový (obr. 4), v posledních letech se však

začíná velmi výrazně prosazovat lýkožrout severský (obr. 5) a lýkožrout lesklý (obr. 6).

Lýkožrouti jsou přirozenou součástí lesního ekosystému. Ke kůrovcovým kalamitám docházelo již historicky, většinou jim předcházely meteorologické vlivy, ať již vichřice nebo sněhové polomy. Zahradník (2022) uvádí, že přes vícero lokálních událostí se na našem území za posledních 150 let objevilo 5 velkých kůrovcových kalamit. První na Šumavě v letech 1868 – 1878, která následovala po polomech způsobených vichřicí a která již v dané souvislosti byla zmíněna v kapitole 4.4.1.3. Druhá probíhala v letech 1944 – 1952. Příčinu lze hledat v zanedbané péči o lesy po 2. světové válce v kombinaci s katastrofálním suchem v roce 1947. Třetí kalamita proběhla v letech 1983 – 1988, zároveň však byla první, která se z vyšších nadmořských výšek, tj. přirozeného areálu výskytu smrků, rozšířila i do středních a nižších poloh. Příčinou kalamity bylo sucho a následné pozdní zpracování polomů. Čtvrtá je datována do let 1993 – 1996, udávané příčiny jsou již klimatické, sucho v kombinaci s nadprůměrnými teplotami ve vegetačním období. Pátá, a svým rozsahem nejzávažnější a nejdéle trvající kalamita je ta probíhající. Rozdělena je na tři etapy, 2003 – 2004, kdy bylo příčinou abnormální sucho a dlouhé teplé léto, 2007 – 2010 po polomech způsobenými hurikány Kyrill, Emma a Ivan. V roce 2015 začala třetí etapa, kterou lze považovat za nejzávažnější, byť z počátku tomu nic nenasvědčovalo. Kromě meteorologických důvodů, jako je abnormální sucho a nadnormální teploty, definuje několik dalších faktorů související s managementem lesů, tržní situací a legislativou, které se spojily do synergického efektu.

*„Obvyklý podíl kůrovcových těžeb tvořil cca 1/5 až 1/3 objemu těžeb abiotických (vitr, námraza). Ovšem od roku 2015 se tento poměr vyrovnává a v současnosti je, i přes relativně silný vliv orkánu Herwart z října 2017, objem kůrovcových těžeb více než 1,5 násobek těžeb abiotických“* (Modlinger, Trgala, 2019).

Dalším hmyzím škůdcem, který způsobil mezi lety 1917 - 1927 rozsáhlou kalamitu a můžeme najít souvislost s dnešním stavem, tím je myšleno složení druhové skladby dřevin v ideálním mýtném věku, je Bekyně mniška (obr. 7). Ta patří do řádu motýlů (*Lepidoptera*) a čeledi bekyňovití (*Lymantriidae*). V uvedeném desetiletí nastalo přemnožení, které způsobilo jednu z největších kalamit, kdy bylo postiženo 20 mil. m<sup>3</sup> dřeva na ploše 67 tis. ha., které byly následně osázeny především smrkem (Simanov,

2014). A dané výsadby čelí nyní stávající kůrovcové kalamitě, byť ta se netýká jen výsadeb po mniškové kalamitě.



Obr. 4: Lýkožrout smrkový  
zdroj: archiv útvaru LOS



Obr. 5: Lýkožrout severský  
zdroj: archiv útvaru LOS



Obr. 6: Lýkožrout lesklý  
zdroj: útvar archivu LOS



Obr. 7: Bekyně mniška  
zdroj: útvar archivu LOS

#### 4.4.2.3 Houbové choroby

Dřevokazné houby patří v České republice mezi významné hospodářské škůdce. Dle odhadu bývá ročně hnilobami znehodnoceno až 10 % vytěžené dřevní hmoty. Ve smrkových porostech a dalších jehličnanech poškozených např. ohryzem běžně i 20%, na konkrétních lokalitách při mytních těžbách může být číslo i výrazně vyšší. Majoritní jsou poškození kořenovníkem vrstevnatým (*Heterobasidion annosum*), václavkou smrkovou (*Armillaria ostoyae*) a dalšími václavkami rodu *Armillaria*, nebo pevníkem krvavějícím (*Stereum sanguinolentum*), zejména v smrkových porostech poškozených zvěří nebo povětrnostními vlivy (Čermák et al., 2014).

Šíření dřevních hub, původců kořenových hnilob, je v lesích zpravidla podporováno třemi hlavními negativními faktory. Je to především poškození ohryzem způsobeným zvěří. Dále pak poškozování stromů, zejména kořenových částí, při těžbě a přibližování a neposlední řadě suchými periodami. Dřevokazné houby vnikají do stromů způsobenými poraněními, případně i jinými cestami (např. mrazovými trhlinami nebo naopak prasklinami po sluneční spále), ale i drobnými mikroskopickými trhlinami jemných kořinek způsobenými při periodickém vysychání půdy, kořenovými srůsty z již infikovaného stromu (Pešková, 2008). Suché periody zhoršují stav lesů, přispívají k nadměrné těžbě a manipulaci s vytěženým dřevem, proto i v napadení stromů houbovými chorobami lze najít nepřímou souvislost s klimatickou změnou.

#### 4.4.3 Antropogenní disturbance

Přestože vliv člověka na životní prostředí a změnu klimatu je výrazně rozsáhlejší a jeho stopu, ať přímo či nepřímo, je možné najít jak v biotických tak i abiotických lesních disturbancích, v souvislosti s kalamitami se zmiňují především ve spojení



s exhalacemi a průmyslovým znečištěním. Po druhé světové válce došlo s rozvojem těžkého průmyslu k velkému nárůstu znečišťujících látek do životního prostředí. Mezi největší znečišťovatele, zejména v oblasti takzvaného Černého trojúhelníku na hranicích Česka, Polska a Německa, patřily uhelné elektrárny, produkující obrovské množství oxidu siřičitého (SO<sub>2</sub>). V 80. letech 20. století dosáhly emise SO<sub>2</sub> v Evropě množství 60 mil. tun ročně, z toho na území bývalého Československa připadalo přibližně 2 mil. tun (Čermák et al., 2014), (Hruška, Kopáček, 2005). Vysoké koncentrace SO<sub>2</sub> a dalších ovzduší znečišťujících látek (např. oxidy dusíku N<sub>2</sub>O – oxid dusnatý a NO<sub>2</sub> – oxid dusičitý) způsobovaly kyselé deště mající destruktivní dopady na lesní ekosystémy.

Nejnámější imisní kalamitou v rámci ČR i Evropy je ta, která postihla severovýchodní část Krušnohoří a Jizerské hory. Imisní škody kulminovaly v letech 1978 – 1985. Jen v Krušných horách došlo k odlesnění plochy o rozloze 52 tis. ha., na které byly následně vysázeny náhradní dřeviny. K výraznému zlepšení situace došlo v polovině 90. let minulého století, kdy nastalo odsíření většiny tepelných elektráren, což se okamžitě příznivě projevilo na zlepšení kvality ovzduší a zdravotního stavu lesních porostů. Jedná se však o křehký stav. Při dlouhodobé inverzní situaci v Krušných horách v zimě 1996 – 1997 došlo ke značné koncentraci imisí vedoucích k dramatickému poškození mladých smrkových porostů. Ukazuje se, že postačuje určitá klimatická anomálie nebo spojení dalších vlivů, jako je např. sucho nebo nedostatek živin v půdě, a oslabené porosty mohou opět začít odumírat (Lenoch, 2014).

## 4.5 Vliv disturbancí na těžby dřeva a vznik holin

### 4.5.1 Kategorie těžby dřeva

Těžba dřeva má několik cílů, v závislosti na jejím charakteru. Dle Lesního zákona 289/1995 Sb. (Česká republika, 1995) dělíme těžby dřeva na těžby (i) předmýtní úmyslné, (ii) mýtní úmyslné, (iii) nahodilé, (iv) mimořádné. V podrobnějším členění, můžeme pojmut **předmýtní úmyslnou** těžbu jako výchovnou, mající za cíl zvýšení stability, kvality a druhové pestrosti u stromů až do věku 80 let. **Mýtní úmyslná** těžba je těžbou obnovní a dále ji dělíme na těžbu soustředěnou, při které dochází k holosečím nepřesahujících velikost zákonem stanovené plochy, a těžbu podrostní a výběrnou. Je určená k obnově lesních porostů starších 80 let. U soustředěné těžby vzniká obvykle

nový lesní porost vedle obnovovaného. V případě podrostního a výběrného způsobu vzniká nový porost pod ochrannou obnovovaného mateřského porostu. Účelem **nahodilých** těžeb je zpracování poškozených stromů vzniklých v důsledku působení škodlivých činitelů, např. vichřicí, hmyzích škůdců nebo houbových chorob. **Mimořádné** těžby probíhají v případě rozhodnutí orgánů státní správy a odlesnění v souvislosti s liniovými nebo jinými stavbami (Lesy České republiky).

#### 4.5.1.1 Objem nahodilých těžeb

Určitým indikátorem stavu lesů může být objem těžeb, respektive poměr mezi těžbami nahodilými a dalšími typy těžeb. Vysoké hodnoty nahodilých těžeb jsou zřetelným signálem kalamitních stavů. V roce 2020 bylo v ČR celkem vytěženo 35,75 mil. m<sup>3</sup> dřeva. Objem nahodilých těžeb byl v témže roce 33,91 mil. m<sup>3</sup>, tj. činil těžko představitelných 95% z celkové těžby dřeva (Ministerstvo zemědělství, 2021). Tabulka 9 zobrazuje vývoj nahodilých těžeb mezi lety 2006 – 2020 a rovněž určuje jejich příčinu. Už jen v takto krátkém období patnácti let je z tabulky zřejmé, jak nevyzpytatelné kalamity jsou. V roce 2007 a rok následující je patrná nahodilá těžba v souvislosti s orkánem Kiryll, od roku 2015 se již v plné síle projevuje vliv současné kůrovcové kalamity.

Nahodilá těžba dřeva								
Salvage felling								
tis. m <sup>3</sup> b.k.						thousand m <sup>3</sup> u.b.		
Rok Year	Nahodilá těžba dřeva							
	Salvage felling							
	Nahodilá těžba dřeva celkem	v tom						
		Salvage felling, total	živelní Natural disaster	exhalační Pollution	hmyzová Insect	ostatní Other reason		
2006	8 027	5 973	26	1 139	889			
2007	14 885	12 652	39	1 556	638			
2008	10 749	7 601	35	2 315	798			
2009	6 628	3 246	28	2 624	730			
2010	6 459	4 075	27	1 788	569			
2011	3 820	2 170	21	1 054	575			
2012	3 237	1 700	22	786	729			
2013	4 248	2 277	22	1 052	897			
2014	4 527	2 455	19	1 133	920			
2015	8 153	4 388	28	2 309	1 428			
2016	9 399	2 636	29	4 420	2 314			
2017	11 743	4 345	20	5 853	1 525			
2018	23 013	8 378	19	13 059	1 557			
2019	30 945	5 879	20	22 780	2 266			
2020	33 912	4 597	14	26 243	3 057			

Tab. 9: Vývoj nahodilých těžeb dřeva mezi lety 2006 – 2020. Zdroj: ČSÚ

## 4.5.2 Holiny a jejich vznik

### 4.5.2.1 Definice holiny

Holiny vznikají především při úmyslné mýtné těžbě a nahodilé těžbě. Při úmyslné mýtné těžbě jsou důsledkem holosečného způsobu hospodaření. Dle Lesního zákona č.289/1995 Sb., § 31, nesmí při mýtní těžbě úmyslné velikost holé seče překročit 1 ha a její šíře na exponovaných hospodářských souborech jednonásobek a na ostatních stanovištích dvojnásobek průměrné výšky těženého porostu. Možné výjimky jsou definovány v uvedeném zákoně a podléhají povolení orgánu státní správy lesů. Nahodilé těžby jsou prováděny za účelem zpracování stromů suchých, vyvrácených, nemocných nebo poškozených (Česká republika, 1995). Jelikož se nahodilé těžby provádějí především jako důsledek abiotických nebo biotických dalekosáhlých příčin, nazýváme takto vzniklé holiny kalamitními. *„Za kalamitní je považována holina, která na daném stanovišti svou výměrou přesahuje parametry maximální výměry nebo šíře holé seče stanovené zákonem. Příčiny vzniku takovéto holiny mohou být jak abiotické (větrná či sněhová kalamita, sucho), tak biotické (gradace škodlivých organismů). Časté je působení více faktorů v kombinaci“* (Souček et al., 2016). Lesní zákon ovšem rovněž stanovuje povinnost vlastníka lesa ve lhůtě 2 let holiny opětovně zalesnit a do 7 let na ní zajistit porosty, s výjimkou odůvodněných případů, na základě kterých byla povolena delší lhůta.

### 4.5.2.2 Vývoj holin mezi lety 2011 - 2020

Vývoj v oblasti nahodilých těžeb je úzce spjat s bilancí holin. S ohledem na dvouletou lhůtu zalesnění se však vyšší těžby promítají do nárůstu holin s určitým časovým odstupem. Jak je zřejmé z tabulky 10, větší část druhé dekády tohoto století rozloha holin stagnovala nebo se jí dokonce dařilo snižovat a to i po roce 2015, který je uváděn jako počátek třetí etapy stávající kůrovcové kalamity. Zlom nastal v roce 2018, kdy objem těžeb výrazně převyšoval míru zalesňování. V následujících letech došlo k další akceleraci těžeb a prohloubení deficitu zalesňování. Plocha holin v roce 2020 dosáhla téměř dvounásobku stavu z roku 2018 a více než trojnásobku roku 2016. I plochy jednotlivých holin můžeme označit za bezprecedentní. Oproti Lesním zákonem stanoveným 1 ha je nyní více než 60% vzniklých holin větších než 5 ha, nalézt lze ovšem i souvislé plochy o rozloze stovek ha (Řezáč, 2022).

Balance holin												
Balance of unstocked forest areas												
v ha	Ukazatel	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Indicator
	Plocha holin k 1. 1.	24 851	24 023	24 028	23 098	22 144	21 795	21 393	24 151	35 761	54 497	Area of unstocked forest areas as at 1 January
	Přírůstek holin během roku celkem	25 056	24 511	23 537	23 495	22 345	23 111	26 300	35 867	51 745	55 631	Total unstocked forest area increase over year
	v tom:											Due to:
	z těžby dřeva	20 329	19 835	18 233	17 872	15 510	17 552	20 741	27 824	43 501	47 538	Fellings
	z neúspěšného zalesnění	3 712	3 751	4 327	4 634	5 246	4 433	4 095	3 941	3 799	3 621	Afforestation/reforestation losses
	ze živelních pohrom, ze zničení lesa	1 015	925	977	989	1 589	1 126	1 464	4 102	4 445	4 472	Natural disasters
	Úbytek holin během roku celkem	25 884	24 506	24 467	24 449	22 694	23 513	23 542	24 257	33 009	39 216	Total unstocked forest area decrease over year
	v tom:											Due to:
	umělým zalesněním	21 348	19 633	19 466	19 823	18 558	19 719	19 643	21 013	28 449	33 351	Afforestation/reforestation
	přírozenou obnovou lesa	4 536	4 873	5 001	4 626	4 136	3 794	3 899	3 244	4 561	5 865	Natural regeneration
	Plocha holin k 31. 12.	24 023	24 028	23 098	22 144	21 795	21 393	24 151	35 761	54 497	70 912	Area of unstocked forest areas as at 31 December

Tab. 10: Vývoj plochy holin mezi lety 2011 – 2021. Zdroj: ČSÚ

## 4.6 Management obnovy a změny způsobů hospodaření

V rámci adaptačních opatření k zajištění zachování budoucích funkcí lesa dochází především k názorovým střetům v oblasti managementu obnovy. Jaká v tom má být role člověka a význam hospodářské funkce lesů nebo naopak využití tvořivých sil a schopností přírody při přirozené obnově lesa. Je řada faktorů, které je potřeba vzít do úvahy a při rozhodování zohlednit.

### 4.6.1 Změna vegetační stupňovitosti

S ohledem na stále rostoucí koncentrace CO<sub>2</sub> a dalších skleníkových plynů v atmosféře se očekává pokračující nárůst průměrné teploty. To mimo jiné ovlivní i lesní hospodářství změnou optima pro růst dřevin vyjádřený LVS. Vznikají modely, které mají za cíl vývoj předpovídat a doporučovat vhodná opatření. V tabulce 11 jsou prezentovány výsledky dvou scénářů zaměřených na procentuální změny podílu jednotlivých vegetačních stupňů z celkové výměry ČR. Regionální scénář klimatické změny na území ČR s názvem Geobioceón 1 vznikl v 90. let 20. století, vycházel z globálních modelů a předpokládal dosažení dvojnásobku koncentrací skleníkových plynů v porovnání s předindustriálním obdobím již v roce 2030. Prognózuje výrazné navýšení podílu 1. – 3. LVS na úkor 4. a vyšších LVS. To rozhodně není příznivý vývoj pro smrk ztepilý, jakožto aktuálně nejrozšířenější dřevinu. Podíl klimaticky zcela nevhodných lesních ploch pro jeho pěstování se v roce 2030 podle daného modelu zvýší z 6,25% na 31,65%. Vzroste rovněž podíl ploch s málo příznivými podmínkami z 14,27% na 28,32%. Pokles naopak zaznamenají lesní půdy s příznivými podmínkami ze 41,95% na 26,85% a plochy s velmi příznivými klimatickými

podmínkami ze 37,17% na 13,17% v roce 2030. Příznivé klimatické podmínky tak pro smrk zůstanou zachovány pouze v oblastech jeho původního ekologického optima, horských polohách, např. v Krkonoších, Šumavě, Krušných horách nebo Beskydech (Buček, Vlčková, 2009). Novější prognostický model Geobioceón 2 využívá vstupní klimatická data z databáze Českého hydrometeorologického ústavu, která je propojuje do soustavy 131 bodů pravidelně rozmístěných po celém území ČR ve formě pravidelné lichoběžníkové sítě. Databáze klimatických prvků byla vypočítána modelem ALADIN-CLIMATE.CZ. Ačkoliv jsou v porovnání obou modelů časové horizonty změn rozdílné, v závislosti na vstupních klimatologických podkladech, trendy jsou však totožné. Dochází k výraznému rozšíření území s klimatickými podmínkami 1. a 2. vegetačního stupně. Naopak postupně dochází ke snížení plochy s územím těch vyšších (Vlčková et al., 2015), (Buček, Machar, Vlčková, 2018).

Vegetační stupeň	GEOBIOCÉN 1		GEOBIOCÉN 2			
	Rok					
	1990	2030	2030	2050	2070	2090
1 – dubový	3,46	29,44	3,98	12,78	38,41	38,41
2 – bukodubový	12,01	17,11	14,29	5,49	38,51	38,51
3 – dubobukový	18,21	27,40	20,14	20,14	16,41	16,41
4 – bukový původně rozlišováno: 4a - bukový 3b a 4b - dubojehličnatý	43,24	20,07	54,92	54,91	5,60	6,39
5 – jedlobukový	19,52	4,77	5,60	5,60	1,08	0,28
6 - smrkojedlobukový	2,51	1,22	0,80	0,80	0,00	0,00
6 až 7 – smrkový	0,80	0,00	0,28	0,28	0,00	0,00
6 až 8 – klečový	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tab. 11: Scénáře změn vegetační stupňovitosti na území ČR - podíl výměry v % z plochy ČR. Zdroj: Buček, Machar, Vlčková, 2018

K podobným závěrům došli i Čermák, Mikita, Kadavý (2017), kteří výsledky vícerozměrné analýzy potvrzují trend výrazného úbytku oblastí vhodných pro pěstování smrku. Konstatují, že již v době měření rostla více než polovina porostů se zastoupením smrku nad 75% v klimaticky nevhodných podmínkách. Dle modelu očekávají, že do roku 2060 dojde k navýšení z cca poloviny až na 80%. Jedná se ovšem o oblasti, které jsou klasifikovány jako nevhodné, což neznamená, že by tam bylo pěstování smrku nemožné. V kontrastu s tím zmiňují výraznou pravděpodobnost nárůstu klimaticky příznivých ploch pro pěstování dubu a do roku 2060 předpovídají nárůst z 20% až na 80%.

Dané změny se netýkají pouze České republiky, totožná situace je v podstatě v celoevropském měřítku. Hanewinkel et al. (2012) predikují na základě tří různých modelů značné omezení areálů smrku a borovice v rámci většiny Evropy (bez Ruska, které nebylo zahrnuto) a posun jejich optima do vyšších poloh a zemí Severní Evropy, jako jsou Norsko, Švédsko nebo Finsko. Mimo Skandinávii předpokládají postupné nahrazení smrku a borovice dubovými porosty.

#### **4.6.2 Přírodní les a přírodě blízké hospodaření**

Odklon od zemědělské podstaty pěstování lesů a návrat k přírodě bližšímu složení druhové skladby dřevin může mít různé podoby. V zásadě jde však o poměr, nakolik to lze nechat na přírodě a jaký podíl by měl mít člověk. Je to škála od ponechání lesa plně přirozenému vývoji, ve kterém je holina považována za normální součást lesních ekosystémů a která velmi rychle samovolně zaroste v rámci procesu ekologické sukcese pionýrskou vegetací, obvykle celou řadou různých druhů. Les se obnovuje sám, není potřeba ho vysazovat (Hédl, 2021). Ne na všech stanovištích to lze předpokládat automaticky, musí být splněny určité předpoklady. Mauer (2018) bilancuje návrh prodloužení lhůty pro zalesnění na 5 - 30 let a ponechání holin sukcesí. Po dané době, by se přistoupilo k rekonstrukci a výchově (v případě úspěšné sukcese) nebo obnově (pokud sukcese neproběhne v očekávaném rozsahu). Poukazuje však na buřeň, kterou stanoviště zaroste a která znemožní sukcesí. A to i v případě břízy, která je jednou z typických dřevin s pionýrskou strategií růstu, nicméně i v jejím případě je potřeba zastoupení plodících stromů dané dřeviny rovnoměrně rozmístěných po ploše. Rizika se dále uvádějí jednak ve vztahu ke slabinám břízy, která je náchylná k plošným rozvrátům nebo mrazovým kýlám a také povrchovému kořenovému systému a potenciálnímu uschnutí ve všech věkových třídách. Především je to pak změna charakteristiky půdního složení, rychlá mineralizace vedoucí ke ztrátě humusových horizontů, eutrofizace vod, narušení koloběhu živin a změna mikroflóry a mikrofauny, zejména absence vhodných mykorrhizních hub.

Jednou z možných variant vzniku přírodě blízkých lesů je nepasečný způsob hospodaření, v rámci kterého se podporují a usměrňují přírodní procesy jak při obnově, tak i v dalších fázích vývoje lesa. Cílem je optimální druhová skladba dřevin, více etážová výšková diferenciací porostů a výběrný způsob obmýtí bez holosečí. Inspirací a příkladem dobré praxe je lokalita Klokočná, ve správě Lesního závodu Konopiště, patřícího pod státní podnik Lesy České republiky. Již více než 30 let hospodaří na

ploše 400 ha přírodě bližším výběrným způsobem, při plném produkčním využívání lesních porostů za s jinými provozy srovnatelných provozně-ekonomických podmínek. Za uvedené období nevznikla jediná holina, zalesnění až na výjimky probíhá přirozenou obnovou, tj. náletem semen z matečných stromů, což oproti umělým výsadbám přináší značné ekonomické i kvalitativní výhody (Ferkl, 2021). V případě Klokočné se nejednalo o zalesnění holiny, nicméně i v jejich stádiích se lze do totožné fáze dopracovat, např. při využití dvoufázové obnovy, jejíž principem je rovněž pestrá druhová skladba různověkých dřevin.

#### 4.6.2.1 Dvoufázová obnova lesa

Při volbě postupů v zalesňování kalamitních holin je potřeba vzít v úvahu podmínky, které se na nich nacházejí (více v kapitole 4.6.3). A ty se stanoviště od stanoviště liší. Proto bude nezbytné variabilní využití kombinace vícero obnovních postupů. Ať již přímou výsadbou cílových dřevin, využití dvoufázové obnovy nebo kombinované obnovy pěstováním porostů s dobou obmýtí 30 – 50 let. Pro zvolení postupu by měly hrát primární roli faktory jako základní podmínky stanoviště, míra zabuření, což lze vyjádřit jako množství plevelů soupeřícího s obnovovanými dřevinami o živiny, vláhu a světlo. V neposlední řadě pak přítomnost dostatečně plodících mateřských stromů vhodných dřevin, jakožto zdroje semen pro přirozenou obnovu (Leugner, 2021). Jednofázová obnova vede opět ke vzniku stejnověkových (a často i stejnorodých) dřevin, které nedokáží zajistit potřebnou stabilitu a vitalitu nově zakládaných porostů a tím spojená rizika opakování kalamit, nejen v souvislosti s předpokladem pokračování klimatické změny. Proto se jako možným vhodným postupem jeví dvoufázová obnova využívající funkci přípravného porostu, který postupně upraví málo příznivé růstové podmínky na nepříznivých stanovištích a následně umožní snazší růst vnášených cílových dřevin. Výhodou je pionýrská strategie růstu přípravných dřevin, jejich rychlý přírůstek v mládí i schopnost odrůstat v podmínkách kalamitních holin, vytvoření porostního zápoje, snížení extremity klimatu holých ploch a tím vznik příznivějších podmínek, do kterých může být s časovým odstupem vnášena cílová dřevina. Přípravné dřeviny většinou vykazují vysokou plodivost. Nejčastějšími zástupci v podmínkách ČR je bříza, jeřáb, olše, topol nebo vrba, z jehličnatých modřín, na konkrétních stanovištích lze využít i smrk nebo borovici. Metoda dvoufázové obnovy má rovněž příznivé ekonomické aspekty. Vytvořením příznivějších růstových podmínek cílových dřevin pomocí dřevin přípravných je reálné dosáhnout úspory při

obnově ve výši 10 – 20 tis. Kč/ha. Současně lze v závislosti na době ponechání přípravného porostu dosáhnout ekonomického zhodnocení jeho produkce. Metoda však není v legislativním souladu, podmínkou realizace je povolení výjimek ze zákonných požadavků orgánem Státní správy lesů (Souček et al., 2016).

#### 4.6.2.2 Nové dřeviny a budoucí druhová skladba

Při volbě druhové skladby dřeva by měla být vzata poučení z minulosti a vzít v potaz známé aspekty. Základem nového pojetí by měla být druhová diverzita, která bude vytvářet věkově i prostorově rozmanitý les. Spíše než z přirozené druhové skladby v minulosti je třeba zohlednit předpovědní modely pro střednědobý i dlouhodobý vývoj lesa a s tím spojené budoucí podmínky na stanovištích ovlivněných změnami klimatu. Změna dřevinné skladby má za cíl především:

- posun druhů dřevin dle vhodných klimatických podmínek,
- snížení podílu zranitelných dřevin,
- podpora druhové diverzity a přirozených adaptačních mechanismů,
- v nižších polohách snížení zastoupení dřevin náročných na vláhu
- využití zlepšujících se podmínek pro růst ve vyšších polohách.

V podmínkách České republiky je počet hospodářsky významných druhů dřevin v současné skladbě tak nízký, že možnosti adaptace a podpory diverzity porostů jsou značně omezené, proto se využití nových druhů jeví jako potřebná praxe (Hlásný et al., 2016). Výsadba introdukovaných, čili nepůvodních dřevin je však legislativně omezena. Strategie pro přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR k tomuto faktu uvádí, že je nutné *Revidovat dosavadní způsob regulace introdukovaných a geograficky nepůvodních dřevin v hospodářských lesích s cílem umožnění jejich širšího využívání, zejména modřínu a douglasky* (Česká republika, 2015). Je ovšem potřeba obezřetnosti. Jedle douglaska je spolu s akátem vědci zmiňována jako nepůvodní dřevina s invazivními sklony, což může v budoucnu způsobovat značné problémy, dokonce větší než kůrovec nebo sucho (Vaňatová, 2018).

Potřeba změny druhové skladby dřevin nutně neznamena konec hospodaření se smrkem, ani ve středních polohách. Dojde však ke znatelnému snížení jeho zastoupení a změně postupů uplatňovaných při jeho pěstování. Preferovanou bude přirozená obnova smrku pod mateřským porostem. Umělou obnovu uplatňovat od 5. LVS výše nebo ve středních polohách jako dřevinu přimíšenou se záměrem vytvořit prostor pro



pionýrské a ostatní nesmrkové druhy dřevin k obnově (Čermák, Mikita, Kadavý, 2017).

#### **4.6.3 Opatření směřující k zadržení vody v lese, zlepšení mikroklimatu na kalamitních holinách**

Na kalamitních holinách, které nezřídka dosahují velikosti desítek hektarů, panují extrémní klimatické podmínky. Ty se promítají především do vodního režimu. Dané plochy nejsou zastíněné porostem, nejsou chráněny proti větru, což zvyšuje výpar a vede k vysušení půdy. Srážky nemají přirozené ani umělé překážky, takže při vyšším úhrnu odtékají a způsobují erozi půdy.

Na jiných stanovištích naopak může dojít ztrátou desukční funkce k dočasnému zamokření. Odstraněním lesního porostu se snižují dvě významné složky hydrologického cyklu. Je to jednak intercepce, neboli zachycení srážkové vody v korunové vrstvě a dále transpirace. V obou případech se jedná o negativní stav, protože uvedené složky napomáhají rovnoměrnějšímu rozložení v čase a tím i k vyrovnanějšímu odtoku dešťové vody z lesních ekosystémů (Šrámek et al., 2023)

##### **4.6.3.1 Retence a akumulace vody**

Retence a akumulace srážkové vody v lesích patří mezi lesotechnická opatření. Retencí vody je myšleno přirozené nebo umělé dočasné zadržení vody v prostředí, např. lesním stromovím, zadržením vody v terénu, v půdním krytu, v půdě, korytě toku atd. Retence vody je důležitým faktorem pro zachycení srážek a transformaci průtokových vln. Dosáhneme jí zmenšení okamžitých povodňových průtoků a prodloužení doby trvání zvýšených průtoků. Akumulaci vody dělíme na přirozenou a umělou. Představuje dlouhodobé hromadění vody v prostředí nebo určitém prostoru. K přirozené akumulaci dochází zejména vsakem srážkové vody do půdy, čímž zásobuje podzemní vody. Umělou akumulaci vytváříme výstavbou rybníků, poldrů, přehradních nádrží nebo příčných objektů na vodních tocích. V lesním prostředí je retence a akumulace vody odvislá od řady faktorů. Mezi ně se řadí meteorologické a klimatické faktory, topografické faktory, půdní faktory a vegetační faktory (Šach, Černohous, 2019).

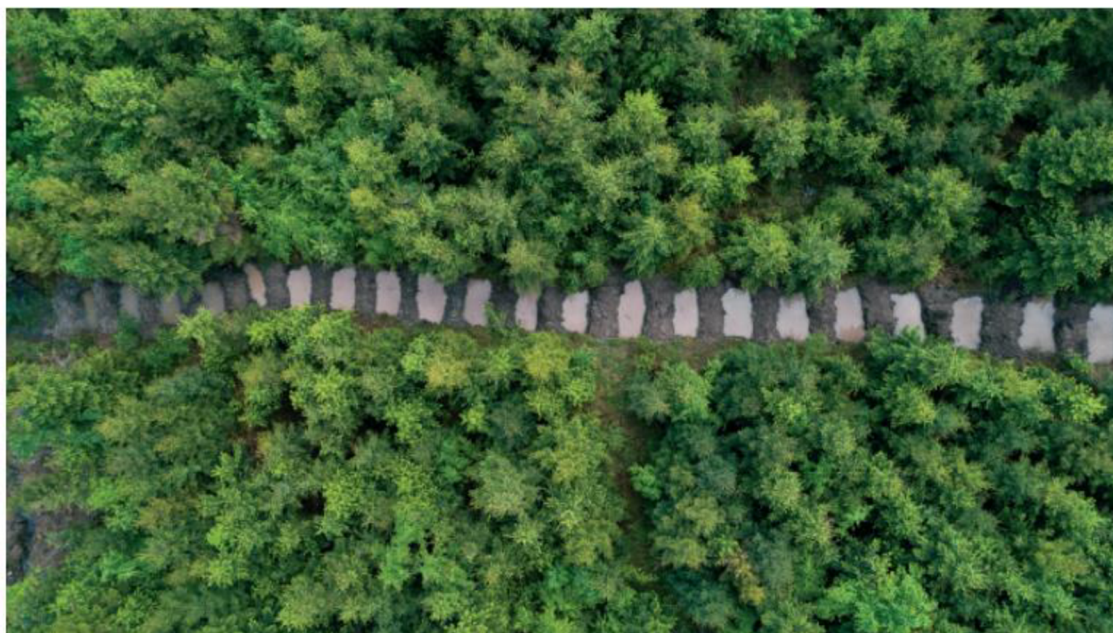
##### **4.6.3.2 Lesní dopravní síť a podpora vsaku**

Likvidace kalamitních porostů, ale i běžná holosečná těžba, se dnes již téměř výhradně děje pomocí strojní techniky. Moderní harvestory dokáží strom nejen porazit, ale i

odvětvit a nařezat kmen do stanovené délky jen v řádu vyšších desítek vteřin. I k následné nakládce a svozu vytěženého dřeva se používá těžké dopravní techniky. Pohybují se v síti dopravních cest, ale velmi často i mimo ně. Při této činnosti vznikají nové cesty a přibližovací linky pro stahování dřeva, na kterých dochází vlivem hmotnosti strojů ke zhutňování půdy a zhoršení její absorpční schopnosti srážek. Při přívalových deštích se stávají odtokovým korytem soustředícím srážkovou vodu, čímž dochází nejen k nežádoucímu odtoku vody z lesa, ale také k erozi lesních půd. Ve snaze zabránit povrchovému odtoku srážek vznikají a jsou testovány nové přístupy. Možným způsobem k zabránění povrchového odtoku srážkových vod a eroze půdy, který je využitelný i na kalamitních holinách, je metoda jáma – hráz – jáma. Princip spočívá v revitalizaci již nevyužívaných lesních cest a přibližovacích linek formou narušení jejich zhutnělého povrchu sérií za sebou ve stanovených rozestupech vybagrovaných jam (obr. 8). Prostor mezi nimi tvoří přirozenou hráz. Rozměr je závislý především na sklonu případného svahu a účelu opatření. Ta se netýkají pouze zadržení vody, podpory vsaku a protierozních opatření, mohou být využity i jako tůňky pro podporu lokální biodiversity a obojživelníků. Jako příklad dobré praxe lze uvést realizaci uvedené metody v Beskydech (obr. 9). V roce 2020 se ve třech pilotních projektech na území CHKO podařilo zadržet 16,5 mil. litrů vody. O rok později, v projektech zaměřených na obnovu vsakovacích schopností na kalamitních holinách, bylo zadrženo odhadem 20,2 mil. litrů vody (Kubín, Vala, Vařo, 2021).



Obr. 8: Zadržení vody na kalamitní holině metodou jáma – hráz – jáma. Vlevo linka se zásahem, vpravo linka bez zásahu. Zdroj: Kubín, Vala, Vařo 2021



Obr. 9: Rekultivace nepotřebných přibližovacích linek formou tůňek pro podporu lokální biodiverzity. Zdroj: Kubín, Vala, Vařo 2021

## 5 Výsledné zhodnocení

Les patří neodmyslitelně k rázu naší krajiny a zaujímá významný podíl její rozlohy. Pokud by se nechalo vše na přírodě, měl by les zcela jinou podobu a druhovou skladbu. Role člověka je však v tomto směru zásadní. V raných dobách před 1500 a více lety člověk do obnovy lesa vůbec nezasahoval, pouze si bral, co příroda vytvořila nebo to pro uspokojení svých nároků a potřeb odstraňoval. S nedostatkem lesů nastaly přibližně před třemi sty lety změny a člověk se naopak začal na druhovém složení podílet významným a v osídlených oblastech dominantním způsobem. Les také dostal významnou legislativní ochranu, která v čase sílila. Nedá se tedy říci, že by byla tato oblast mimo zřetel nebo zanedbávána. Jen materiální složka daného úsilí dostala silnějšího významu, což se projevilo do člověkem moderované změny druhové skladby a vysazováním ekonomicky perspektivních dřevin s rychlým růstem a příznivými technickými vlastnostmi mimo svůj přirozený areál výskytu (Hlásný et al., 2019).

Tak, jak rostla lidská populace a měnil se její životní styl, rostla i míra ovlivnění neživé složky prostředí – klimatu, nad rámec jeho přirozené variability. Les (respektive příroda obecně) a klima se vzájemně ovlivňují. Pokud dochází k nerovnováze, nastávají disturbance vedoucí až ke kalamitním stavům. Ovlivnění klimatu je

dlouhodobou záležitostí, navíc mající své limity právě v jeho přirozené variabilitě. Na tom, že probíhá klimatická změna, panuje všeobecná shoda. Ostatně data a měření jsou neúprosná a hovoří jasně. Veškeré předpovědní modely ukazují, že probíhající klimatická změna a globální oteplování bude pokračovat, bude se prohlubovat a bude mít dopady na lesní hospodářství. Jeví se tedy zřejmé, že jsou v rámci lesního hospodářství nezbytné změny. Je potřeba hledat nové přístupy, které zajistí druhově pestré lesy, které lépe odolají probíhajícím klimatickým událostem. Stávající stav je dlouhodobě neudržitelný. A pěstování lesa do dosažení mýtného věku dlouhodobou záležitostí nepochybně je.

Jak již bylo uvedeno, klima a (nejen) les jsou spolu v úzké interakci. Jednou z hlavních příčin nárůstu teplot je množství skleníkových plynů v atmosféře, především pak CO<sub>2</sub>. Lesní ekosystémy zastávají nezastupitelnou roli jako úložiště v koloběhu uhlíku, mající schopnost dlouhodobě vázat oxid uhličitý z atmosféry a snižovat množství skleníkových plynů. Význam lesů pro bilanci uhlíku roste s jeho rozlohou (Česká republika, 2015).

Neméně důležitý z klimatického pohledu je i význam lesa pro hydrologický cyklus. Pro zalesněné oblasti je typický krátký vodní cyklus (lze se setkat i s názvy malý nebo uzavřený vodní cyklus), kdy je vodní pára nad lesy chladnější, sráží se na mlhu a na mraky, které přinášejí srážky, navracejí vodu půdě a zamezují vzniku sucha. Naopak nad odlesněnou krajinou dochází k nahrazení krátkého vodního cyklu dlouhým vodním cyklem (opět se lze setkat s alternativními názvy velký nebo otevřený vodní cyklus). Teplota nekryté půdy je vyšší, výpar poháněný teplým vzduchem vystoupá do vyšších pater atmosféry a je odnášen z pevniny nad oceán. Z minulosti, již od starověku, je známa řada případů vyspělých civilizací, kterým způsobovalo mimořádné potíže dlouhotrvající a periodicky se opakující sucha nastávající po odlesnění krajiny. Scénář byl vesměs podobný. S rozvojem zemědělství docházelo k odlesňování, na které navázaly změny v hydrologickém cyklu, období sucha střídaly přívalové deště způsobující erozi půdy a následnou ztrátu její úrodnosti. Příkladem z nedávné doby, kdy odlesnění mělo výrazný vliv na změnu hydrologického cyklu, je oblast Mau Forest v Keni. Převážně nelegální těžba na území o rozloze 1 000 km<sup>2</sup> a jeho přeměna na zemědělskou půdu na konci 20. století vedlo k poklesu srážek a úbytku vody v řekách (Pokorný, 2014) (Pokorný, Hesslerová, 2011).

Aniž by měly být snižovány další přínosy lesa pro krajinu a člověka, změna hydrologického cyklu a zvyšování koncentrací CO<sub>2</sub> jsou parametry vyššího významu pro vznik sucha, od kterého se současná kalamitní situace v lesích do značné míry odvíjí. Některé dřeviny, zejména smrk ztepilý, který je v zastoupení druhové skladby dominantní, již projevil značnou citlivost na klimatickou změnu a sucho, jímž je už v současnosti značně ohrožen a do budoucna se předpokládají ještě výraznější negativní dopady (Hanewinkel et al., 2012).

K přeorientování se ze smrkových monokultur k druhově pestrým lesům s bohatou strukturou porostu a s příznivým porostním klimatem, je potřeba začít s včasnou přestavbou lesa. Tou je myšlena dlouhodobá úprava druhového složení a převod lesních porostů, které se dosáhne změnou hospodářského způsobu nebo tvaru lesa. Cílovým stavem je vypěstovat les s bohatou horizontální i vertikální výstavbou, který se vyznačuje druhovou, výškovou, tloušťkovou a prostorovou diferenciací. Pokud dojde např. k porušení korunové zápoje, budou dešťové srážky lépe pronikat do stromového inventáře a dále k půdě. Tím budou mít stromy k dispozici větší životní prostor, v jehož důsledku se sníží kořenová i korunová konkurence a zlepší se dostupnost živin a vody. Druhově pestré a strukturně bohaté lesy, jenž i v měnících se podmínkách dokážou plnit všechny důležité funkce, budou odolnější vůči výrazným klimatickým extrémům, které vedou šíření škodlivých činitelů (Erber, 2019).

A jelikož je voda základem všeho živého, měla by se vytvářet opatření směřující k jejímu zadržení, ať jsou již čistě přírodního nebo technického rázu.

## **6 Diskuse**

Je možné si položit klasickou otázku příčin a důsledků současného kalamitního stavu lesů. Řada lidí považuje za hlavního viníka kůrovce. Ten je však přirozenou součástí ekosystému a využil jen příležitosti, které se mu naskytly. Podobně jako sucho je sice kůrovec bezprostřední příčinou hynutí stromů, ale až závěrečné fáze procesu, který kůrovec ani sucho nevyvolali (a z tohoto titulu je lze spíše považovat za důsledek). Související kalamitní disturbance jsou vnímány jako pohroma. Spíše by však měly být brány jako způsob komunikace přírody, která se nám touto cestou snaží dát najevo, že to co děláme, je nesprávné. Kůrovce touto optikou lze brát jako nástroj předurčený k urychlení rozpadu něčeho, co není v souladu s přirozeným přírodním vývojem. Pokud

nechce příroda rezignovat na své záměry, a lze předpokládat, že to opravdu nehodlá, je potřeba zajistit stabilitu lesních společenství. Té lze dosáhnout především umožněním reprodukce, čímž se rozumí přirozená obnova pod mateřským porostem a umožnění trvalého působení přírodního výběru. Pokud nebude zajištěna stabilita, která byla vyměněna za krátkodobý ekonomický profit, nelze dosáhnout dlouhodobé rentability. Přírodní zákony musí být nadřazeny veškerému našemu hospodářskému počínání, což je podmínka, která platí v době klimatické změny dvojnásobně (Singer, 2019).

Les je nenahraditelnou složkou krajiny a jako součást životního prostředí je jeho úspěšné fungování závislé na vyváženém vztahu **ekologických, ekonomických a technických** znalostí. Jejich smysluplná koordinace v pěstování a ochraně lesa by se měla stát hlavním obsahem nové náplně lesnické politiky a studia lesnictví. Východiskem pro úspěšné řešení současné složité situace českého lesnictví je jednoduchá rovnice: jiné klima = jiné lesy = jiné hospodaření (Fanta, 2021).

To, že klimatická změna má vliv na řadu oblastí je také obecně vnímaným faktem. Lesní hospodářství není v tomto ohledu výjimkou. Stojí proti sobě dvě ideologie, které jsou si sice slovně podobné, principiálně však zdánlivě odlišné. Je to přístup **ekologický** upřednostňující mimoprodukční funkce lesa, oproti tomu stojí ten **ekonomický**, prioritně zaměřený na produkční funkce a vnímání lesa jako zdroje dřevní hmoty. Ač to nemusí být na první pohled zřejmé, je zde značná provázanost.

**Technických** znalostí lze využít např. při opatřeních vedoucích k zadržení vody v lese, třeba v situacích, kdy bude zjištěno, že porost v určité lokalitě trpí stresem způsobeným suchem a bude potřeba přijmout opatření ke stabilizaci. Tento stav je možné zjistit moderními dendrometrickými přístroji, které jsou schopny spolehlivě zachytit vlivy klimatu na dynamiku růstu a vodní deficit dřevin. Takto získaná data a poznatky mohou být také využita při plánování obnovy a managementu lesů z hlediska optimálního výběru dřevin na rozličných stanovištích (Matula et al., 2022).

Vraťme se ještě zpět k ekologicko-ekonomicko-technické provázanosti. Pokud budeme mít nevhodnou druhovou i věkovou strukturu lesa nebo budeme pokračovat v pěstování s ohledem na stanoviště zcela nevhodného porostu, můžeme mít sebevíc propracovanou techniku a ochranu lesa, přesto nedosáhneme prosperity. Příčina zde totiž není technická, ale biologická. Pro porovnání, fyzicky například dokážeme

přemístit ledního medvěda z polárních do tropických oblastí, líbit se mu to ale nebude. Můžeme přijít s technickým řešením a přizpůsobit mu podmínky třeba tím, že mu bude vystavěn klimatizovaný areál, což ovšem bude stát energii, a tedy i finance navíc. Totožné je to i s pěstováním lesa proti jeho biologickým zákonitostem, tj. ekologickému optimu. Ekonomicky to úspěšné nebude. Jsme svědky konce jedné epochy v lesnictví, která se opírala o dobrou předvídatelnost přírodních podmínek a výnosů a s tím související schopnost managementu zaměřeného na možnost velkoobjemové produkce několika málo sortimentů. S tím je konec. Proč? Protože se les skládá z živých organismů, z čehož plyne, že není možné pěstovat libovolný les kdekoliv. Jednotlivé druhy mají své limity. Není možné ignorovat hluboké změny v přírodních podmínkách, ke kterým v současné době dochází. Bude potřeba legislativních změn, výuky i struktury dřevozpracujícího průmyslu (Rotter et al., 2021).

Jak bylo prokázáno v případě Klokočné nebo úsporami při dvoufázové obnově lesů, pokud bude ponechána část činností spojená s umělou výsadbou na přírodě, lze tím dosáhnout i ekonomických výhod.

## **7 Závěr a přínos práce**

Přínos této bakalářské práce autor vnímá jako další střípek do mozaiky zabývající se touto tematikou. Čím více daných střípků bude, tím silnější bude ucelenost celkového obrazu a uvědomění, jak závažná a nebezpečná je tato situace. Že se zde nerozhoduje „jen“ o tom, jaké budou stromy v lese. V sázce je mnohem více. Rozhodování a činy současné generace budou mít vliv na životní prostředí, a tím kvalitu života obecně, na několik dalších generací. Je potřeba přestat brát les jako plantáže na pěstování stromů a dívat se na něj optikou uceleného ekosystému, kde spolu řada věcí synergicky souvisí. Pokud se vezme v úvahu, že mezi nejohroženější patří stejnorodé a uměle založené lesy ve věku 70 – 100 let, je zřejmé, že situace, které jsou nyní řešeny, jsme přímo nezpůsobili. Byly nám dány do vínku po předešlých generacích, které vycházely z určitého stádia znalostí, navíc ovlivněnou politickými a ekonomickými pohledy. Podobně tak ale jsou nyní zakládány lesy pro příští generace a neseme odpovědnost za to, jak budou připraveny na předpokládanou pokračující změnu klimatu. Je proto žádoucí se poučit z minulých chyb a do obnovy promítnout nejnovější odborné

poznatky. Ačkoliv existuje řada modelů vývoje klimatu, objektivně nikdo nemůže vědět, co nastane v řádu vyšších desítek let. V rámci principu předběžné opatrnosti je potřeba být připraveni i na pesimističtější prognózy a těm vyhradit určitý podíl v rámci druhové skladby. Ano, bude to mít značné dopady na stávající vnímání lesního hospodářství, nicméně prioritní by se měla stát mitigační opatření zpomalující průběh změny klimatu a hydrologického cyklu. Jde především o vytvoření ploch se zapojenými stromy, které budou ovlivňovat okolní mikroklima a plnit funkce jak je známe ještě z lesů dob nedávno minulých. To, co ještě fungovalo u lesů vysazených před cca 100 lety, by nyní velmi pravděpodobně skončilo předčasným rozpadem lesa před dosažením mýtného věku a ekonomický výsledek by byl stejně neuspokojivým. A podobné by to následně bylo i s ekologickým přínosem. Doba plantážního způsobu hospodaření, hojnosti a relativního dostatku dřeva pravděpodobně skončila. Bude nezbytné více plánovat, které dřevo je nevhodnější jako stavební, které pro výrobu nábytku, celulózy apod. Dřeviny nevhodné pro další zpracování se mohou po odumření ponechat v lese k zetlení. Jejich role tedy bude převážně ekologická. Je potřeba přejít k druhově pestrým a věkově strukturovaným lesům. Akceptovat, že se zvýší podíl objemu lidské práce při těžbě. Záměrně není uvedeno, že bude méně efektivní. Efektivita by byla velmi sporná, pokud by se pokračovalo ve vysazování jednoho či několika málo druhů dřevin, které by nedorostly do mýtného věku a rozpadly se před jeho dosažením. Je velmi pravděpodobné, že zafunguje neviditelná ruka trhu. Zvýšením podílu lidské práce a snížením dostupnosti dřeva vzroste jeho cena. Každá krize ale také přináší nové příležitosti. Dnes ve většině situací dokážeme nahradit dřevo jinými materiály, které lze následně zrecyklovat. Dřevo se může stát luxusním artiklem. Přes veškeré nepříjemnosti, převážně ekonomického charakteru, by měly být jednoznačně upřednostněny ekologické aspekty, bez kterých nemohou dobře skončit ani ty ekonomické. A stejně bychom se potýkali s nedostatkem dřevní hmoty, navíc s dalšími dalekosáhlými následky.



## 8 Bibliografie

- BENDA, P. 2022. Rozhovor s ředitelem Správy Národního parku České Švýcarsko Pavlem Bendou. *Lesnická práce*. **101**(9), 8-9.
- BRANIŠ, M.; HŮNOVÁ, I. (ed.). 2009. *Atmosféra a klima: Aktuální otázky ochrany ovzduší*. Praha: Univerzita Karlova v Praze. ISBN 978-80-246-1598-1.
- BRÁZDIL, R. et al. 2004. *History of weather and climate in the Czech lands VI: Strong wings*. Brno: Masaryk University. ISBN 80-210-3547-1.
- BRÁZDIL, R.; TRNKA, M. 2015. *Sucho v českých zemích: minulost, současnost, budoucnost*. Brno: Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, v.v.i. ISBN 978-80-87902-11-0.
- BUČEK, A.; LACINA, J. 1999. *Geobiocenologie II.: Geobiocenologická typologie krajiny České republiky*. Brno: Mendelova univerzita v Brně.
- BUČEK, A.; MACHAR, I.; VLČKOVÁ, V. 2018. *Geobiocenologická typologie a scénáře vlivu klimatických změn na území České republiky* [online]. [cit. 2023-01-31]. Dostupné z:  
[https://www.researchgate.net/publication/324080837\\_Geobiocenologicka\\_typologie\\_a\\_scenare\\_vlivu\\_klimatickych\\_zmen\\_na\\_uzemi\\_Ceske\\_republiky](https://www.researchgate.net/publication/324080837_Geobiocenologicka_typologie_a_scenare_vlivu_klimatickych_zmen_na_uzemi_Ceske_republiky)
- BUČEK, A.; VLČKOVÁ, V. 2009. Scénář změn vegetační stupňovitosti: na území České republiky: deset let poté. *Ochrana přírody*. **64**(), 8-11.
- BUIS, A. 2022. Steamy Relationships: How Atmospheric Water Vapor Amplifies Earth's Greenhouse Effect. In: NASA. <https://climate.nasa.gov> [online]. [cit. 2023-03-09]. Dostupné z: <https://climate.nasa.gov/ask-nasa-climate/3143/steamy-relationships-how-atmospheric-water-vapor-amplifies-earths-greenhouse-effect/>
- CENIA, ČESKÁ INFORMAČNÍ AGENTURA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. 2021. *Statistická ročenka životního prostředí České republiky: 2020*. Praha: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 978-80-7674-024-2.
- CENIA, ČESKÁ INFORMAČNÍ AGENTURA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. 2021. *Zpráva o životním prostředí České republiky: 2020*. Praha: Ministerstvo životního prostředí.

- ČÍLEK, V. 2016. *Co se děje se světem: Kniha malých dobrodini v časech velké proměny země*. Praha: Dokořán s.r.o. ISBN 978-80-7363-761-3.
- ČERMÁK, P. 2022. Rozhovor s Petrem Čermákem z Ústavu ochrany lesů a myslivosti Lesnické a dřevařské fakulty MENDELU. *Lesnická práce*. **101**(9), 22-23.
- ČERMÁK, P. et al. 2014. *Ochrana dřevin: Obecná ochrana, abiotické a antropogenní stresory*. Brno: Lesnická a dřevařská fakulta MENDELU.
- ČERMÁK, P.; MIKITA, T.; KADAVÝ, J. 2017. Budoucnost hospodaření se smrkem v období předpokládaných klimatických změn. *Lesnická práce*. **96**(3), 13-15.
- ČESKÁ REPUBLIKA. 1991. *Zákon č. 229/1991 Sb. Zákon o úpravě vlastnických vztahů k půdě a jinému zemědělskému majetku*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1991-229>
- ČESKÁ REPUBLIKA. 1995. *Zákon č. 289/1995 Sb.: Zákon o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon)*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289>
- ČESKÁ REPUBLIKA. 2012. *Zákon č. 428/2012 Sb. Zákon o majetkovém vyrovnání s církvemi a náboženskými společnostmi a o změně některých zákonů (zákon o majetkovém vyrovnání s církvemi a náboženskými společnostmi)*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-428>
- ČESKÁ REPUBLIKA. 2015. *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR*. Praha: Ministerstvo životního prostředí.
- ČESKÁ REPUBLIKA. 2018. *Vyhláška č. 298/2018 Sb.: Vyhláška o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-298>
- ČESKÁ REPUBLIKA. 2020. *Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2019: Zelená zpráva*. Praha: Ministerstvo zemědělství.
- ČESKÁ REPUBLIKA. 2021. *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR: 1. aktualizace pro období 2021 – 2030*. Praha: Ministerstvo životního prostředí.

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV. 2020. *Stav a vývoj sucha v Česku: Hodnotící zpráva k jednání Národní koalice pro boj se suchem*. Praha.

ERBER, A. 2019. Přestavba smrkových monokultur: Adaptace na klimatickou změnu. *Vesmír*. **98**(4), 222-225.

EUROPEAN COMMISSION. 2010. *Green paper: On Forest Protection and Information in the EU: Preparing forests for climate change*. Brussels.

EUROSTAT. 2018. *Over 40% of the EU covered with forests* [online]. In: . [cit. 2023-01-11]. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/edn-20180321-1>

FANTA, J. 2021. *Jak dál se smrkem v českých lesích*. Academia, Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., **58**(2), 60-63.

FERKL, V. 2021. *Nepasečné hospodaření v lesích u Klokočné – soulad ekologie a ekonomiky lesa* [online]. [cit. 2023-02-12]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/nepasecne-hospodareni-v-lesich-u-klokoce-soulad-ekologie-a-ekonomiky-lesa>

FINFRLOVÁ, P. 2013. Jsme připraveni zvládnout sucho?. In: *Sucho a jak mu čelit: Sborník abstraktů*. Praha, s. 39-42. ISBN 978-82-02-02465-1.

GROSS, J.; ROČEK, I. 2000. *Lesní hospodářství*. Praha: Česká zemědělská univerzita. ISBN 80-213-0586-7.

HANEWINKEL, M. et al. 2012. Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. *Nature Climate Change* [online]. 203-207. [cit. 2023-02-15]. ISSN 1758-6798. Dostupné z: <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE1687>

HÉDL, R. 2021. Les je to, co roste samo. *Vesmír*. **100**(3), 162-165.

HLÁSNÝ, T. et al. 2019. *Život s kůrovcem: Dopady, výhledy a řešení*. Evropský lesnický institut.

HLÁSNÝ, T. et al. 2016. *Adaptace hospodaření ve smrkových porostech České republiky na změnu klimatu s důrazem na produkci lesa: certifikovaná metodika*.

- Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-122-2.
- HLÁSNÝ, T. et al. 2014. Climate change increases the drought risk in Central European forests: What are the options for adaptation?. *Central European Forestry Journal*. **60**(1), 5-18. ISSN 2454-0358.
- HRUŠKA, J.; KOPÁČEK, J. 2005. *Kyselý déšť stále s námi – zdroje, mechanismy, účinky, minulost a budoucnost* [online]. Ministerstvo životního prostředí. [cit. 2023-02-17]. ISSN 1213-3393.
- IGINI, M. 2022. Top 12 Largest Wildfires in History. In: *EARTH.ORG* [online]. [cit. 2022-12-06]. Dostupné z: <https://earth.org/largest-wildfires-in-history/>
- IPCC. 2021. *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- JELÍNEK, P.; KYSUČAN, R. 2014. *Venkov a krajina: Evropská krajina mezi venkovem a městem, mezi antickou a novověkem*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-7127-8.
- KNÍŽEK, M.; LIŠKA, J. (ed.). 2022. *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2021 a jejich očekávaný stav v roce 2022*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 86 s. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum 2022.
- KUBÍN, M.; VALA, O.; VAĽO, Š. 2021. *Místo vody v krajině máme suché lesy. Inovativní metoda „jáma-hráz-jáma* [online]. Banská Bystrica: Štátna ochana prírody SR. [cit. 2023-02-17]. ISSN 2453-6423.
- KULA, E.; JANKOVSKÁ, Z. 2013. Forest fires and their causes in the Czech Republic. *Journal of Forest Science*. Praha: Czech Academy of Agricultural Sciences, **59**(2), 41-53. ISSN 1212-4834.
- LENOCH, J. 2014. *Dějiny lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu*. Brno: Mendelova univerzita v Brně.
- LESY ČESKÉ REPUBLIKY. Lesní těžba. In: *Lesy ČR* [online]. [cit. 2023-01-27]. Dostupné z: <https://lesycr.cz/drevo/lesni-tezba/>

- LEUGNER, J. 2021. Úvodník. *Lesnická práce*. **100**(4), 1.
- MÁSLO, J. et al. 2023. *Národní inventarizace lesů v České republice: Výsledky třetího cyklu 2016–2020*. Brandýs nad Labem.
- MATULA, R. et al. 2022. Nová monitorovací síť pro studium vlivů klimatu na lesy v České republice. *Lesnická práce*. **101**(2), 38-39.
- MAUER, O. 2018. Zalesňovat, nebo ponechat sukcesii?. *Lesnická práce*. **97**(11), 60-62.
- METELKA, L.; TOLASZ, R. 2009. *Klimatické změny: fakta bez mýtů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí. ISBN 978-80-87076-13-2.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. 2021. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2020*. Praha. ISBN 978-80-7434-625-5.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. 2022. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2021*. Praha. ISBN 978-80-7434-669-9.
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. 2017. *Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky*. Praha. Dostupné také z: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news\\_170724\\_sucho/\\$FILE/koncepce\\_sucho\\_material.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_170724_sucho/$FILE/koncepce_sucho_material.pdf)
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. 2020. *Koncepce environmentální bezpečnosti 2021-2030 s výhledem do roku 2050*. Ministerstvo životního prostředí.
- MODLINGER, R.; LIŠKA, J.; KNÍŽEK, M. 2015. *Hmyzí škůdci našich lesů*. Praha: Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. ISBN 978-80-7434-206-6.
- MODLINGER, R.; TRGALA, K. 2019. *Možné příčiny a důsledky kůrovcové kalamity v lesích ČR s ohledem na specifika při zpracování kalamitního dříví*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze - FLD.
- NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. 2020. *2019 was 2nd-hottest year on record for Earth say NOAA, NASA* [online]. In: . [cit. 2023-

01-17]. Dostupné z: <https://www.noaa.gov/news/2019-was-2nd-hottest-year-on-record-for-earth-say-noaa-nasa>

PEŠKOVÁ, V. 2008. Houby na kořenech lesních dřevin: Mykorrhizy. *Lesnická práce: Příloha časopisu Lesnická práce*. **87**(12), -.

POKORNÝ, J. 2014. *Hospodaření s vodou v krajině – funkce ekosystémů*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, Fakulta životního prostředí. ISBN 978-80-7414-886-6.

POKORNÝ, J.; HESSLEROVÁ, P. 2011. Odlesňování a klima: Klimatické změny v Mau Forest v západní Keni. *Vesmír*. **90**(10), 573-577.

Praha Klementinum. In: *Český hydrometeorologický ústav* [online]. [cit. 2022-12-18]. Dostupné z: <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/praha-klementinum>

ROTTER, P. et al. 2021. *Lesníkův průvodce neklidnými časy*. Kostelec nad Černými lesy: VÚKOZ, v.v.i. v nakladatelství Lesnická práce, s.r.o. ISBN 978-80-7458-128-1.

ŘEZÁČ, J. 2022. *Jaké dřeviny přežijí extrémní podmínky kalamitních holin?* [online]. [cit. 2023-02-04]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/priroda/jake-dreviny-preziji-extremni-podminky-kalamitnich-holin-2>

SDRUŽENÍ VLASTNÍKŮ OBECNÍCH A SOUKROMÝCH LESŮ. 2019. Spárkatá zvěř - Mnoho zvěře nedovolí obnovit lesy. In: <https://www.kouzlolesa.cz/> [online]. [cit. 2023-02-05]. Dostupné z: <https://www.kouzlolesa.cz/l/sparkata-zver-mnoho-zvere-nedovoli-obnovit-lesy/>

SIMANOV, V. 2014. Kalamity v historii a současnosti. *Lesnická práce*. **93**(9), 21-23.

SIMANOV, V. 2016. *České lesy v datech a číslech*. Praha: Národní zemědělské muzeum, s.p.o. ISBN 978-80-86874-75-3.

SIMANOV, V. 2017. Máme opravdu samé monokultury?. *Lesnická práce*. **96**(3), 34-35.

SINGER, M. 2019. Kůrovec je v tom nevinně. *Lesnická práce*. **98**(1), 42-43.

- SOUČEK, J. et al. 2016. *Dvoufázová obnova lesa na kalamitních holinách s využitím přípravných dřevin: certifikovaná metodika*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-119-2.
- SPIECKER, H. 2000. Growth of Norway Spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) under Changing Environmental Conditions in Europe. In: KLIMO, E.; HAGER, H.; KULHAVÝ, J. (ed.). *Spruce Monocultures in Central Europe – Problems and Prospects*. Joensuu: European Forest Institute, s. 11-26. ISBN 952-9844-76-X.
- ŠACH, F.; ČERNOHOUS, V. 2019. Retence a akumulace vody v krajině. *Lesnická práce*. **98**(1), 38-41.
- ŠEFL, J. 2014. *Funkce lesa - základy*. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí n. Labem, Fakulta životního prostředí. ISBN 978-80-7414-894-1.
- ŠRÁMEK, V. et al. 2023. Kůrovcové holiny a voda v lesích: Nový monitoring lesních povodí v Hrubém Jeseníku. *Lesnická práce*. **102**(1), 38-39.
- UNITED NATIONS. 2004. *Water and disaster: Be informed and be prepared*. Geneva: World Meteorological Organization.
- ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ. Historie lesnické typologie. In: *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem* [online]. [cit. 2023-01-21]. Dostupné z: <https://www.uhul.cz/portfolio/vice-o-lesnicke-typologii/>
- VAŇATOVÁ, P. 2018. *Podle vědců jsou invazní dřeviny větší hrozbou než sucho a kůrovec* [online]. In: . [cit. 2023-02-25]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/podle-vecu-jsou-invazni-dreviny-vetsi-hrozbou-nez-sucho-a-kurovec/>
- VLČKOVÁ, V. et al. 2015. The application of geobiocenological landscape typology in the modelling of climate change implications. *Journal of landscape ecology*. Praha: Czech Society for Landscape Ecology IALE-CZ, **8**(2), 69-81. ISSN 1803-2427.
- VYSKOT, I. et al. 2003. *Kvantifikace a hodnocení funkcí lesů České republiky*. Praha: 123 Margaret. ISBN 80-72212-264-9.
- WOITSCH, J. 2018. Vnímání lesa v historii. In: PETŘÍK, P. et al. *Jak se do lesa volá...* Praha: Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., s. 5-9. ISBN 978-80-200-2934-8.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. 2021. *Guide to Instruments and Methods of Observation: Volume I – Measurement of Meteorological Variables*.

Geneva. ISBN 978-92-63-10008-5. Dostupné také z:

[https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=11386](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11386)

ZAHRADNÍK, P. 2008. Kalamity v českých lesích – minulost a současnost. In: *Fakta a mýty o českém lesním hospodářství: Sborník referátů*. Praha, s. 31-51.

ZAHRADNÍK, P. 2022. Současná situace s lýkožroutem smrkovým v našich lesích.

In: *AGROMANUAL.CZ* [online]. [cit. 2023-01-06]. Dostupné z:

<https://www.agromanual.cz/cz/clanky/ochrana-rostlin-a-pestovani/skudci/soucasna-situace-s-lykozroutem-smrkovym-v-nasich-lesich>

ZAHRADNÍK, P.; ZAHRADNÍKOVÁ, M. 2018. Nahodilé těžby v lesích České republiky v posledních dvaceti letech. *Lesnická práce*. **97**(7), 58-63.

ŽALUD, Z. 2015. *Bioklimatologie*. Brno: Mendelova univerzita v Brně.

ŽALUD, Z.; TRNKA, M.; HLAVINKA, P. 2020. *Zemědělské sucho v České republice: vývoj, dopady a adaptace*. Praha: Agrární komora České republiky. ISBN 978-80-88351-02-3.

## 9 Seznam tabulek

Tabulka 1: Kategorie lesa a jejich procentuální podíl. Zdroj: ÚHUL.....	7
Tabulka 2: Vlastnické vztahy v lesích ČR (ha, %). Zdroj: ÚHUL.....	10
Tabulka 3: Lesní vegetační stupně. Zdroj: ÚHUL.....	11
Tabulka 4: Druhové složení lesů z celkové plochy porostní půdy (ha a %). Zdroj: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky 2021, převzato z ÚHUL.....	13
Tabulka 5: Počet meteorologických měřicích stanic v ČR, stav k červnu 2011. Zdroj: ČHMÚ, úprava autor.....	17
Tabulka 6: Rozdělení srážek dle intenzity. Zdroj: WMO.....	20



Tab. 7: Roční úhrny srážek a odchylky oproti dlouhodobému normálu. Zdroj ČHMÚ, úprava autor.....	21
Tabulka 8: Příčiny lesních požárů a rozsah zasažených ploch v ČR mezi lety 1992 – 2004. Zdroj: Kula, Jankovská 2013.....	26
Tabulka 9: Vývoj nahodilých těžeb dřeva mezi lety 2006 – 2020. Zdroj: ČSÚ.....	33
Tabulka 10: Vývoj plochy holin mezi lety 2011 – 2021. Zdroj: ČSÚ.....	35
Tabulka 11: Scénáře změn vegetační stupňovitosti na území ČR - podíl výměry v % z plochy ČR. Zdroj: Buček, Machar, Vlčková, 2018.....	36

## 10 Seznam obrázků a grafů

Obrázek 1: Mělký kořenový systém smrku. Vývraty po vichřici 4.3.2022. Lokalita Hajda, Milevsko. Foto autor.....	14
Graf 1: Normál měsíčních úhrnů srážek na území ČR za období 1981 – 2010 a 1991 – 2020. Zdroj: ČHMÚ.....	22
Obrázek 2: Vývoj sucha, adaptováno dle WMO, 2004. Zdroj: MŽP.....	24
Obrázek 3: Oplocenka proti spárkaté zvěři. Lokalita Hajda, Milevsko. Foto autor....	29
Obrázek 4: Lýkožrout smrkový.....	31
Obrázek 5: Lýkožrout severský.....	31
Obrázek 6: Lýkožrout lesklý.....	31
Obrázek 7: Bekyně mniška.....	31
Obr. 8: Zadržení vody na kalamitní holině metodou jáma – hráz – jáma. Vlevo linka se zásahem, vpravo linka bez zásahu. Zdroj: Kubín, Vala, Vařo 2021.....	41
Obr. 9: Rekultivace nepotřebných přibližovacích linek formou tůněk pro podporu lokální biodiverzity. Zdroj: Kubín, Vala, Vařo 2021.....	42