

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A  
ENVIRONMENTÁLNÍHO MODELOVÁNÍ

DOPADY KLIMATICKÉ ZMĚNY NA FUNKCE  
LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ V ČESKÉ REPUBLICE  
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jana Soukupová, Ph.D.  
Bakalant: Tomáš Nýdr

2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Tomáš Nýdr

Krajinářství

Územní technická a správní služba

Název práce

**Dopady klimatické změny na funkce lesních ekosystémů v České republice**

Název anglicky

**Impacts of climate change on forest ecosystem functions in the Czech Republic**

---

### Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je na základě dostupných dat vyhodnotit dopady klimatické změny na funkce lesních ekosystémů v České republice.

V teoretické části bude zpracován ucelený přehled problematiky klimatických změn, budou vymezeny základní pojmy týkající se funkcí lesních ekosystémů.

Úkolem praktické části bude definovat dopady klimatických změn na lesní ekosystémy a možná adaptační opatření v oblasti přístupu hospodaření v lesních ekosystémech.

### Metodika

Východiskem úvah o vlivu klimatických změn na funkce lesních ekosystémů budou nashromážděná dostupná data o vývoji klimatické změny v České republice za určité období.

Pro vyhodnocení vlivu klimatických změn na funkce lesních ekosystémů budou využity poznatky o vztazích mezi současným klimatem, lesnickou typologií, způsobem hospodaření a v neposlední řadě i potenciálně přirozenou vegetací.

**Doporučený rozsah práce**

40

**Klíčová slova**

ekosystém, les, klimatická změna, hospodaření

**Doporučené zdroje informací**

- BEHRINGER, W. *Kulturní dějiny klimatu : od doby ledové po globální oteplování*. Praha ; Litomyšl: Paseka, 2010. ISBN 978-80-7432-022-4.
- PODRÁZSKÝ, V. – ČESKO. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. ÚSEK LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ, – VACEK, S. – POLENO, Z. *Pěstování lesů. II., Teoretická východiska pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-7084-656-8.
- POLENO, Z. – PODRÁZSKÝ, V. – VACEK, S. *Pěstování lesů. I., Ekologické základy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-87154-07-6.
- VACEK, S. – POLENO, Z. *Pěstování lesů. III.; Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-34-2.

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Jana Soukupová, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 13. 11. 2019

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

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 11. 2019

**prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.**

Děkan

V Praze dne 29. 06. 2020

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Dopady klimatické změny na funkce lesních ekosystémů v České republice 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 ..... dne .....

Podpis autora .....

## **Poděkování**

Děkuji Ing. Janě Soukupové, Ph.D. za odborné vedení práce, za pomoc a poskytování rad při zpracování této práce.

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce je na základě dostupných dat vyhodnotit dopady klimatických změn na funkce lesních ekosystémů v České republice. První část práce je zaměřena zejména na vývoj klimatu, lesní ekosystémy a typologii lesů České republiky. Dále jsou vymezeny základní pojmy týkající se charakteristiky území. V druhé části jsou definovány dopady klimatických změn na lesní ekosystémy a možná adaptační opatření v oblasti přístupu k hospodaření v lesních ekosystémech. Výstupem práce jsou nashromážděná data o vývoji klimatických změn na území České republiky za určité období. Pro následné vyhodnocení jsou použity poznatky o vztazích mezi současným klimatem, lesnickou typologií a způsobem hospodaření v lesích. Tato práce na základě nashromážděných dat obsahuje ucelený náhled adaptačních opatření v oblasti přístupu k hospodaření v lesích.

## **Abstract**

This bachelor thesis aims to evaluate the impact of climate changes on the function of forest ecosystems in the Czech Republic, based on accessible data. The first part is focused on climate development, forest ecosystems and typology of forests in the Czech Republic. Furthermore, basic terms concerning territory characterization are defined. Second part describes the impact of climate changes on the function of forest ecosystems and possible adaptation measures regarding attitude to maintenance of forest ecosystems. This work's output consists of gathered data about development of climate changes in the Czech Republic during a certain period of time. Knowledge of relationships between current climate, forest typology and maintenance of forest ecosystems were then used for resultant evaluation. This thesis based on gathered data contains a comprehensive insight into adaptation measures in the attitude to forest maintenance.

## **Klíčová slova**

Klima

Klimatická změna

Les

Ekosystém

Lesní ekosystém

Adaptace

## **Keywords**

Climate

Climate change

Forest

Ecosystem

Forest ecosystem

Adaptation

# Obsah

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>6</b>
<b>2. CÍL PRÁCE .....</b>	<b>7</b>
<b>3. METODIKA.....</b>	<b>7</b>
<b>4. LITERÁRNÍ REŠERŠE .....</b>	<b>8</b>
4.1. KLIMA .....	8
4.1.1. Vývoj klimatu .....	8
4.1.2. Skleníkový efekt .....	9
4.1.3. Změna teploty.....	10
4.1.4. Budoucí klima .....	10
4.1.5. Vývoj klimatu v České republice.....	10
4.1.6. Charakteristika klimatu v České republice .....	12
4.1.7. Působení CO <sub>2</sub> na lesní ekosystémy.....	15
4.2. LESNÍ EKOSYSTÉMY V ČESKÉ REPUBLICE .....	16
4.2.1. Lesy jako ekosystém .....	17
4.2.2. Funkce lesa .....	17
4.2.3. Rozdělení lesů České republiky .....	17
4.2.4. Lesnatost České republiky.....	18
4.3. TYPOLOGIE LESŮ ČESKÉ REPUBLIKY .....	20
4.3.1. Lesnický typologický klasifikační systém.....	21
4.3.2. Druhá struktura lesů České republiky .....	23
<b>5. DOPADY KLIMATICKÉ ZMĚNY NA LESNÍ EKOSYSTÉMY .....</b>	<b>25</b>
5.1. DOPADY .....	25
5.1.1. Rozšíření druhů dřevin do vyšších nadmořských výšek .....	25
5.1.2. Problematika smrkových porostů .....	28
5.1.3. Nedostatek vláhy .....	30
5.1.4. Zvýšení frekvencí abiotických a biotických disturbancí.....	32
5.1.5. Meteorologické sucho.....	33
5.1.6. Gradace hmyzích škůdců .....	34
5.1.7. Příklad napadené krajiny .....	36
5.2. ADAPTACE LESNÍCH EKOSYSTÉMŮ NA KLIMATICKOU ZMĚNU.....	37
5.2.1. Obecné principy pro budoucí modely pěstování lesů.....	38
5.2.2. Rozdělení adaptačních opatření .....	39
5.2.3. Využití přírodních procesů při pěstování lesních porostů.....	40
5.2.4. Změna preference druhů a ekotypů lesních dřevin .....	41



5.3. PRŮZKUM VEŘEJNÉHO MÍNĚNÍ.....	41
5.3.1. Průzkum o globální změně klimatu z roku 2015 .....	42
5.3.2. Průzkum o lesních ekosystémech v České republice z roku 2017.....	42
<b>6. DISKUSE.....</b>	<b>45</b>
<b>7. ZÁVĚR.....</b>	<b>47</b>

## 1. Úvod

Problematika dopadů klimatické změny na lesní ekosystémy v České republice je v současnosti frekventovaným tématem zejména v souvislosti se způsoby hospodaření v lesích a pěstováním smrkových monokultur. Klimatickou změnu a její dopady na lesy je nezbytné brát jako fakt a přizpůsobit pěstování lesů klimatickým podmínkám. Jedná se především o druhovou, věkovou a v neposlední řadě i výškovou variabilitu lesních porostů.

Práce je rozdělena do dvou částí. První část je zaměřena na vývoj klimatu a lesní ekosystémy, kde jsou vymezeny základní pojmy týkající se charakteristiky území a funkcí lesních ekosystémů.

V druhé části jsou definovány dopady klimatických změn na lesní ekosystémy a možná adaptační opatření v oblasti přístupu hospodaření v lesních ekosystémech.

## **2. Cíl práce**

Hlavním cílem bakalářské práce je na základě dostupných dat vyhodnotit dopady klimatické změny na funkce lesních ekosystémů v České republice.

V teoretické části bude zpracován ucelený přehled problematiky klimatických změn, budou vymezeny základní pojmy týkající se funkcí lesních ekosystémů.

Úkolem praktické části bude definovat dopady klimatických změn na lesní ekosystémy a možná adaptační opatření v oblasti přístupu hospodaření v lesních ekosystémech.

## **3. Metodika**

Východiskem úvah o vlivu klimatických změn na funkce lesních ekosystémů budou nashromážděná dostupná data o vývoji klimatické změny v České republice za určité období.

Pro vyhodnocení vlivu klimatických změn na funkce lesních ekosystémů budou využity poznatky o vztazích mezi současným klimatem, lesnickou typologií, způsobem hospodaření a v neposlední řadě i potenciálně přirozenou vegetací.

## 4. Literární rešerše

### 4.1. Klima

Klima je charakteristický stav počasí v dané oblasti. Má řadu meteorologických prvků. Mezi nejvýznamnější patří teplota, atmosférické srážky, vlhkost vzduchu, tlak vzduchu, sněhová pokrývka, směr a rychlost proudění vzduchu. Pomocí těchto prvků se vyhodnocují jejich statistické údaje (proměnlivost, průměry, extrémy atd.). Podnebí studují klimatologové, kteří se snaží podle naměřených dat co nejlépe analyzovat jeho proměnlivost a klima v různých oblastech. Pomocí moderních technologií věnují velkou pozornost vytváření matematických modelů klimatu, díky kterým je možné zkoumat reakce klimatického systému na zásahy člověka, nebo bádát po změnách klimatu v historické a geologické minulosti. V dnešní době mají klimatologové dostatek měření od roku 1850, nicméně čím hlouběji do minulosti směřujeme, tím zjištěných hodnot ubývá a musejí se spoléhat na nepřímé indikátory měření klimatu (Matelka a Tolaz 2009). Změny klimatu probíhají ve všech státech Evropy. Nárůst teplot je čím dál tím rychlejší a můžeme očekávat negativní dopad jak na životní prostředí, tak i lidstvo. Podle Evropské agentury na ochranu životního prostředí (EEA) se v budoucnu očekává, že se ke stávajícím dopadům přidají i další a způsobí nevídané škody (EEA ©2012). Mezi klíčová rizika pro Evropu řadíme: zvýšení ekonomických ztrát, častější záplavy v povodí řek, eroze pobřeží, zvyšující se hladiny oceánů. K dalším rizikům patří významné omezení dostupnosti pitné vody a to zejména z podzemních zdrojů v kombinaci s vyšší poptávkou po vodě. Například pro zemědělství, průmysl, výrobu energií a pro domácí užití zejména v důsledku zvýšeného výparu, který pocítí zejména jižní Evropa (IPCC ©2014).

#### 4.1.1. Vývoj klimatu

Nejprve je potřeba uvést, že průměrná teplota na planetě Zemi je zhruba 15 °C, ale bez atmosféry, která obsahuje skleníkové plyny, by byla teplota dokonce pod bodem mrazu a klesla by o 34 °C, tedy na -19 °C. Proto je důležité si uvědomit, že takzvaný „přirozený skleníkový efekt“ je nezbytný pro vytvoření přijatelných podmínek pro život. Největší podíl na skleníkovém efektu má vodní pára (60-70 %) a oxid uhličitý (25 %). Změny podnebí jsou nedílnou součástí planety po tisíce let. Pomalé změny klimatu v řádech tisíců let a následné změny slunečního záření měly za

důsledek, jak nástup, tak později konec dob ledových a meziledových s periodicitou přibližně 100 000 let. V minulosti byl nárůst a pokles celkové teploty na Zemi doprovázen s poklesem a nárůstem skleníkových plynů, hlavně tedy oxidem uhličitým (CO<sub>2</sub>) a metanem (CH<sub>4</sub>). S příchodem průmyslové revoluce došlo také k výraznému navýšení emisí skleníkových plynů. Analýzy grónských ledovců ukazují, že za posledních 800 000 let se koncentrace CO<sub>2</sub> v ovzduší pohybovala mezi 160–280 ppm. Avšak dnešní vzdušná koncentrace CO<sub>2</sub> vycházející z přímého měření ukazuje hodnotu 410 ppm s každoročním nárůstem 2 ppm. (<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>). Uvádí se, že koncentrace CO<sub>2</sub> by mohla dosáhnout hodnoty 890 ppm. Dle současných klimatických modelů odpovídá nárůst globální teploty o 4 °C.

V souvislosti s navyšující se koncentrací skleníkových plynů (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) není hlavním problémem velikost koncentrace (víme, že před miliony let byla koncentrace CO<sub>2</sub> vyšší než 5000 ppm.), nýbrž rychlost změny v radiačním působení a následné změny globální teploty. Za posledních 20 000 let je nárůst skleníkových plynů několikanásobně rychlejší než kdykoli předtím. Následně, každý ekosystém na naší planetě má omezené možnosti přizpůsobení se globálnímu nárůstu teplot. V atmosféře však nedochází pouze k nárůstu teplot, ale i ke změnám výskytu, rozložení a množství srážek, větru a ostatních složek atmosféry Země. To celé můžeme chápat jako tzv. globální změnu klimatu (Pokorný 2013). A právě globální změny klimatu jsou v současnosti problematikou environmentální bezpečnosti. Můžeme je pozorovat jako extrémní klimatické jevy, které jsou úzce spojeny se širokou škálou dopadů na lidskou společnost. Aktuálně mnoho odborníků považuje v oblasti budoucí bezpečnosti a tvorby strategií výše zmíněné environmentální dopady za jedno z největších ohrožení lidské společnosti současné doby. Například USA ještě nedávno přikládala klimatické změně stejnou váhu, jako třeba terorismu nebo problematice šíření nových nebezpečných onemocnění (Baldwin 2013).

#### **4.1.2. Skleníkový efekt**

Jedním z nejdůležitějších zdrojů klimatického systému je sluneční záření, které proniká do atmosféry a zhruba 30 % se odrazí od zemského povrchu a vrací se zpět do kosmu. Zbývajících 70 % je pohlceno povrchem Země a atmosférou. To má za následek zvýšení teploty povrchu a následně i ovzduší. Ohřátý vzduch

společně se skleníkovými plyny dokáže polovinu odražené energie znovu nasměrovat k povrchu Země, kde je pohlcen v nižších vrstvách atmosféry nebo povrchem Země. Celkový proces se nazývá skleníkový efekt a má za následek zvýšení teploty Země a atmosféry. Díky tomuto efektu dokáže být na Zemi relativně konstantní teplota. Avšak lidstvo svým chováním, spalováním fosilních paliv, kácením lesů způsobuje nárůst skleníkových plynů v atmosféře a tím se Země neustále otepluje (Fleagle 1980).

#### **4.1.3. Změna teploty**

Ve dvacátém století byl zaznamenán největší nárůst teploty za posledních 1000 let. Od padesátých let dvacátého století pozorujeme zvyšující se teplotu v oceánech, a to i v hloubkách okolo 700 m po hladinou. Za posledních 40 let, kdy máme možnost vyhodnocovat data, která poskytují družice víme, že se zemský povrch a troposféra oteplují, zatímco stratosféra se ochlazuje. Pomocí výzkumu Climate Research Unit, který za pomoci moderní technologie HadCRUT4 zjistil, že v období mezi lety 2001-2010 vzrostla průměrná teplota o 0,49 °C. Roky 2015 a 2016 mají zatím nejvyšší nárůst teplot a to o 0,80 °C. Tyto poznatky utvrzují probíhající změny teplot na naší planetě (Morice a kol. 2012).

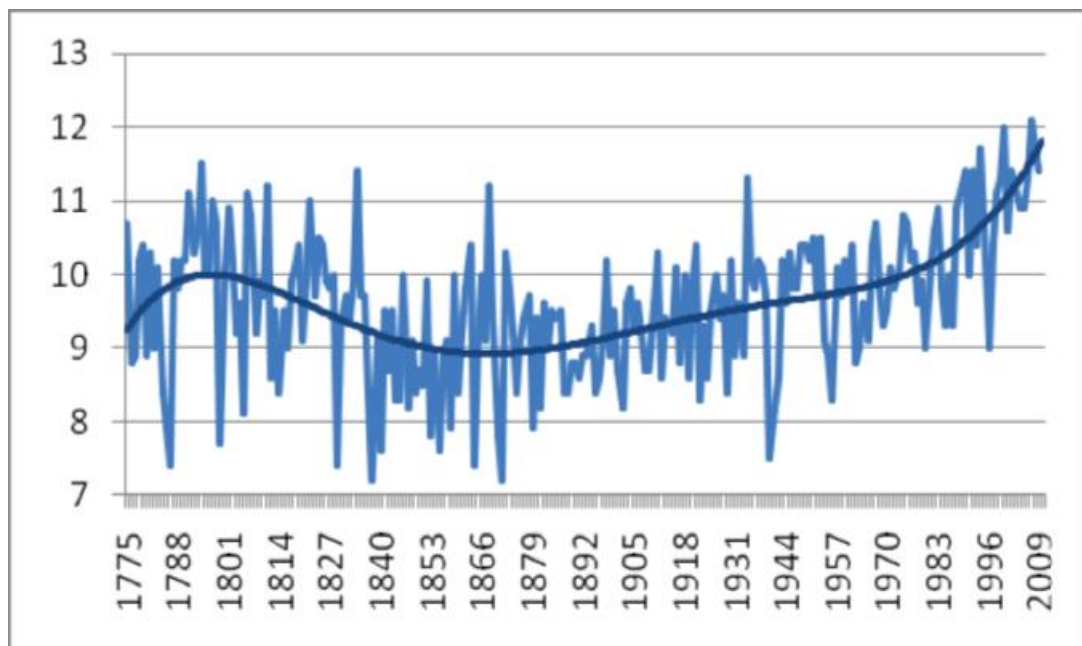
#### **4.1.4. Budoucí klima**

Současné průzkumy předvídají nadále zvyšování průměrné teploty (o 2-5 °C do roku 2100), změny v rozložení srážek nebo častější extrémní počasí. Ve střední Evropě, tedy i v České republice, lze očekávat nejvyšší výkyvy teplot v jarních a letních obdobích. Za rizika bychom měli považovat sucha, která budou mít dopad na vitalitu a zdraví lesních porostů, a to zejména v nížinách a pahorkatinách. Takto oslabené dřeviny budou mnohem náchylnější k častějšímu a intenzivnějšímu napadení hmyzími škůdci, stejně jako ke zvýšenému výskytu houbových chorob. V souvislosti se suchem a častějším výskytem tropických teplot se také dá očekávat nárůst požárů a jejich následné komplikovanější hašení. V neposlední řadě souvisí se změnami klimatu a oslabením lesních porostů i změna podmínek pro jejich růst, reprodukci a související schopnost konkurenčně se uplatnit (Čermák a Mikita 2014).

#### **4.1.5. Vývoj klimatu v České republice**

Klimatické změny v České republice jdou ruku v ruce se změnou klimatu v Evropě. Jedny z nejdůležitějších klimatologických faktorů, které jsou i v globálním

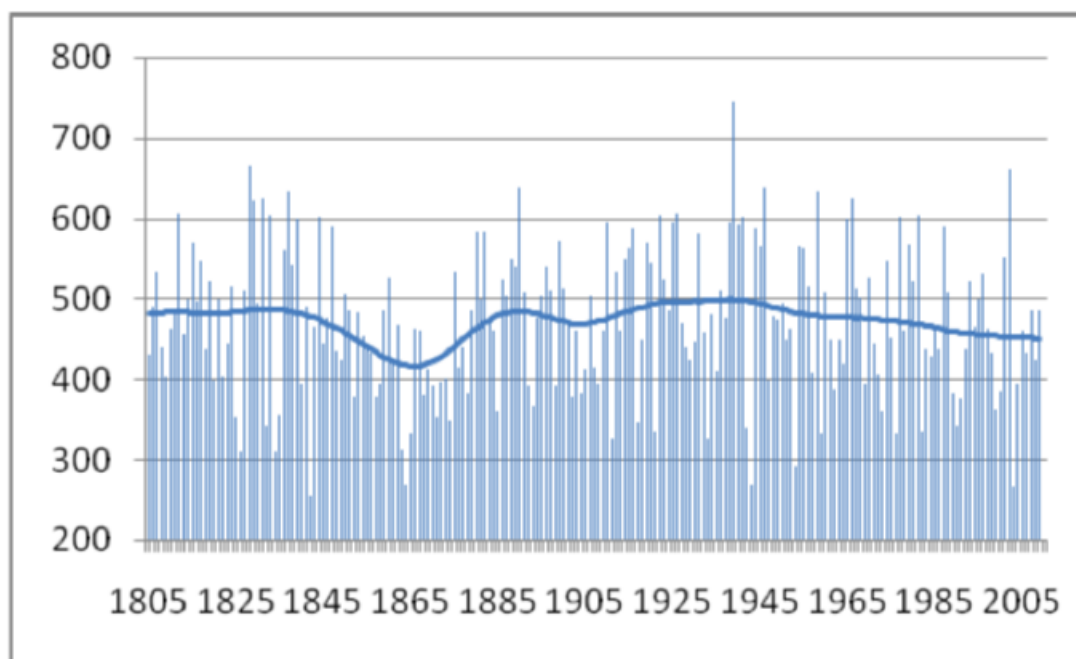
měřítku Země nejvýraznější a máme o nich nejvíce informací, jsou – teplota a srážky. Ty můžeme chápat jako základní indikátory klimatické změny. Základní představu o tom, jak se za posledních 200 let vyvíjel charakter klimatu u nás, lze přibližně získat na stanici Praha Klementinum, která disponuje nejdelší pozorovací řadou v České republice. Vzhledem k tomu, že je stanice umístěna v centru města, je ovlivněna faktorem tzv. městským tepelným ostrovem. Přihlédneme-li k rozvoji urbanizace města, nemůžeme brát naměřené hodnoty za konstantní. Můžeme však na časové teplotní řadě, v posledních 30-40 letech, dobře objasnit charakter teplotního vývoje v České republice. Na stanici Klementinum za období 1775-2009 můžeme pozorovat, že na konci 18. století byl zaznamenán nárůst teploty, který následně v první polovině 19. století vystřídal pokles teplot. Avšak od tohoto poklesu v 19. století nastal nárůst teplot, který byl v polovině dvacátého století zpomalen jen nepatrně, nicméně od počátku 80. let minulého století teplota v České republice výrazně narůstá.



Graf 1. Průběh průměrných ročních teplot vzduchu (°C) na stanici Praha- Klementinum (ČHMÚ ©2010).

Srážky na území s tzv. tepelným ostrovem města v závislosti na časových změnách, jsou ovlivněny jen zcela nepatrně. Z dlouhodobého hlediska vývoje srážek můžeme pozorovat vysokou proměnlivost srážkových úhrnů, i přesto lze zaznamenat

od třicátých let minulého století mírný propad každoročních úhrnů srážek. Znatelná proměnlivost v meziročním úhrnu srážek lze dobře promítnout na příkladu, kdy rok 2002 byl jedním z nejvydatnějších srážkových období v celé více než dvousetleté historii, zatímco následný rok 2003 byl jedním z nejchudších srážkových let v historii.



Graf 2. Průběh ročních úhrnů srážek (mm) na stanici Praha-Klementinum (ČHMÚ ©2010).

Od roku 1961 lze použít k přesnějšímu zobrazení vývoje teplotních i srážkových poměrů tzv. řady územních teplot či srážek, které jsou měřeny napříč územím České republiky. Naměřené hodnoty berou v potaz průměrné hodnoty v souvislosti s nadmořskou výškou z celé národní staniční sítě. Díky tomuto faktoru jsou schopni dodávat dostatečně přesné informace o vývoji teplotního, resp. srážkového režimu na našem území (ČHMÚ ©2010).

#### 4.1.6. Charakteristika klimatu v České republice

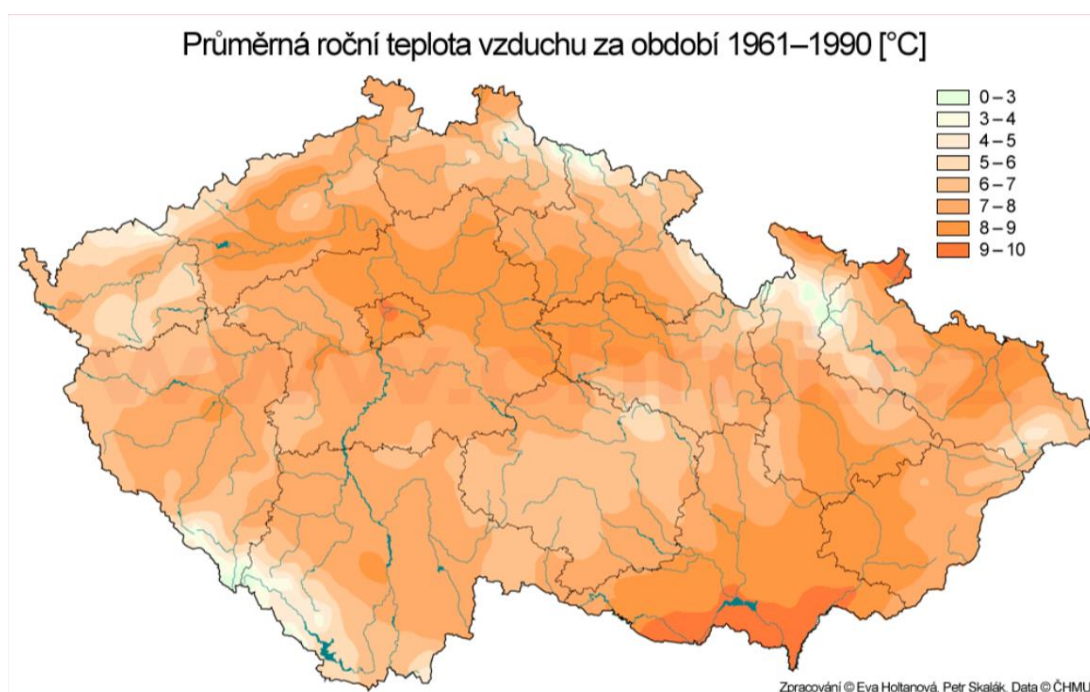
V České republice a obecně ve střední Evropě je mírné klima, které je charakteristické teplejšími léty a mírnými zimami. Největší teploty se většinou objevují v červenci a nejnižší v lednu. Srážky jsou zpravidla nejpočetnější v létě a nejnižší na podzim. Srážky také ovlivňuje řada faktorů, jako jsou nadmořská výška,



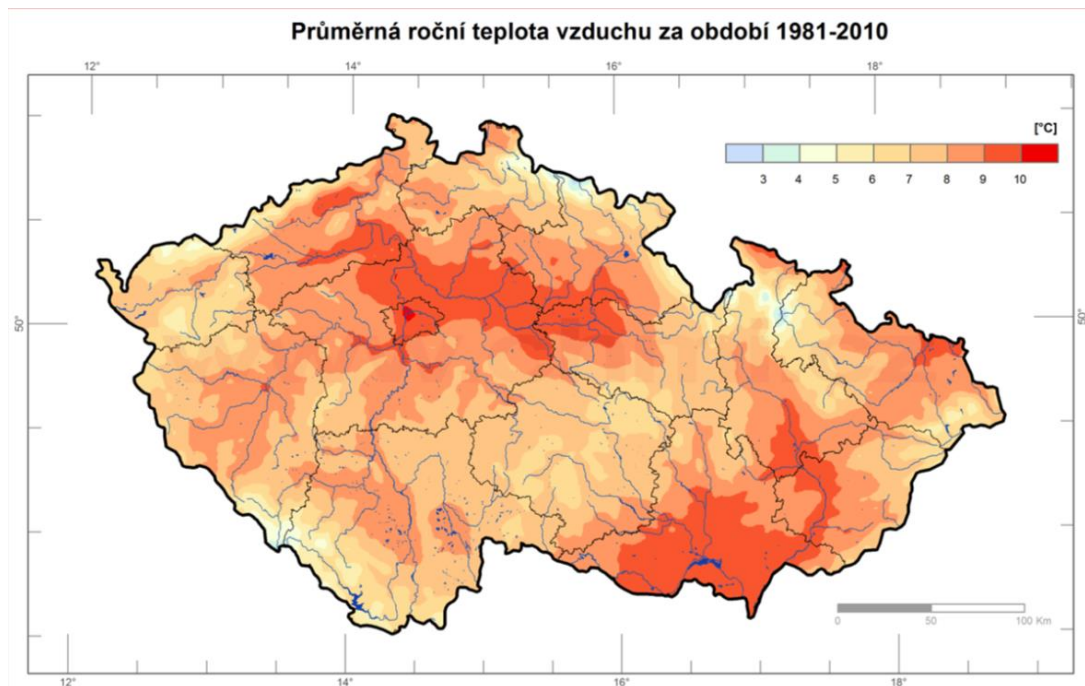
typ terénu a v neposlední řadě také cirkulace vzduchu od západu, která přináší vlhčí počasí a srážky po celý rok.

Teplota vzduchu v České republice má svůj charakteristický chod. Z pohledu každodenní doby jsou nejvyšší teploty zaznamenávány odpoledne s maximem mezi 14. až 17. hodinou v letním období později, v zimním dříve. Z pohledu nadmořské výšky se objevují nejnižší teploty v horských oblastech Šumava, Krkonoše, Orlické hory, Krušné hory a nejvyšší v nížinách.

Průměrná tepelná hodnota stavu ovzduší v České republice se nachází mezi 8 až 10 °C v nejnižších polohách, až po 1 až 4 °C v oblastech položených nejvýše.

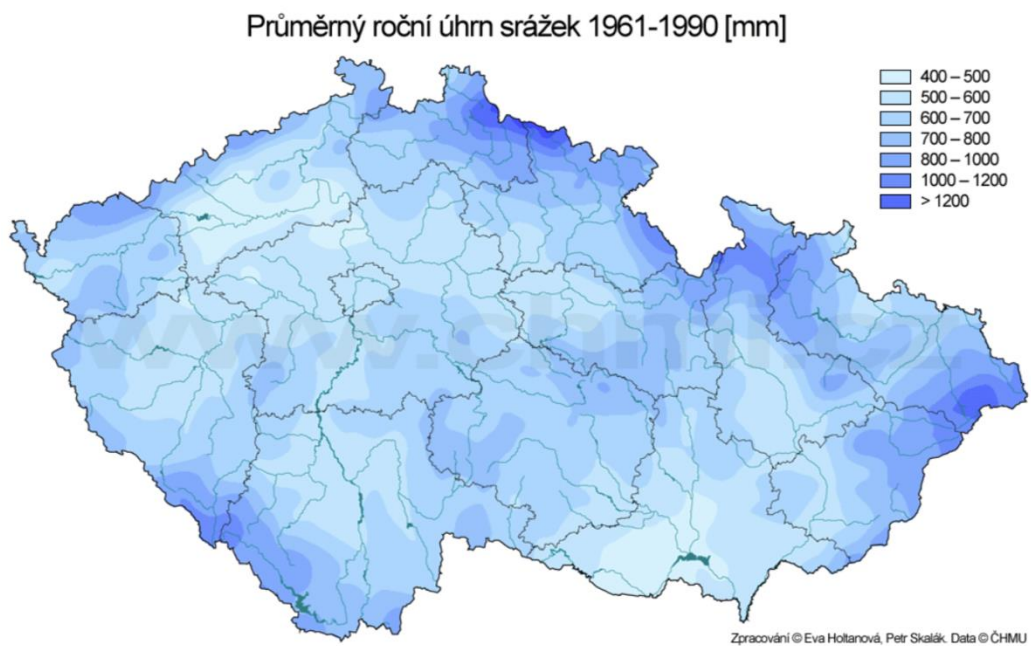


Obrázek 1. Průměrná roční teplota ovzduší České republiky (ČHMÚ ©2010).

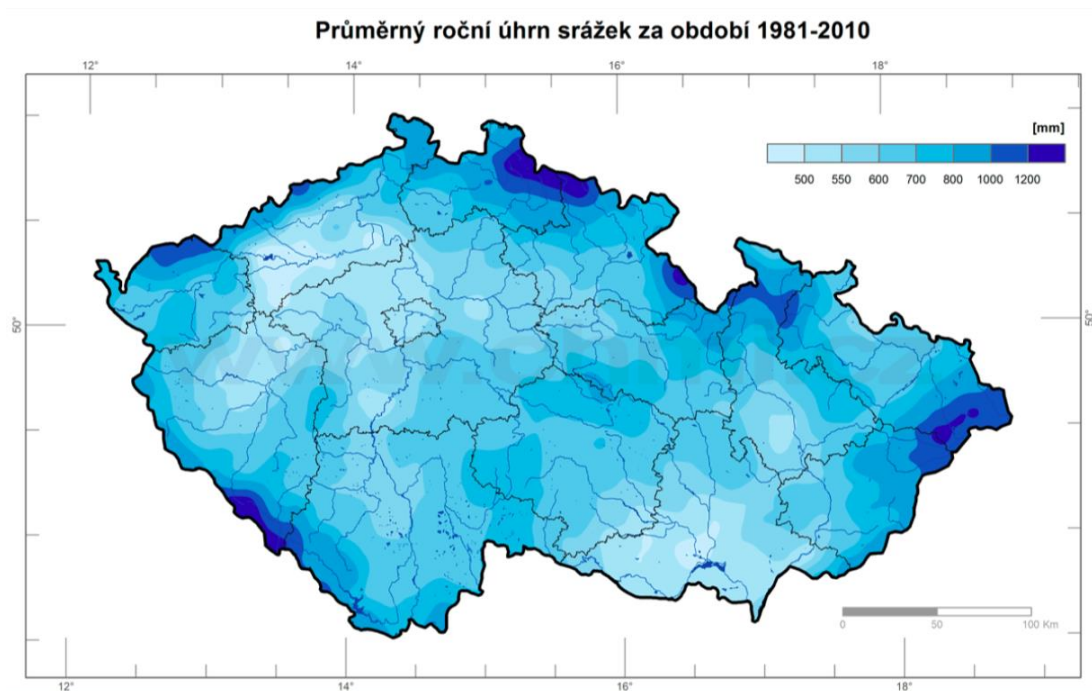


Obrázek 2. Průměrná roční teplota ovzduší České republiky (ČHMÚ ©2010).

Dalším důležitým klimatickým prvkem v České republice jsou srážky. Největší množství srážek u nás spadne v letním období (maximum v červenci). Naopak nejméně srážek spadne na začátku zimního období s minimem v listopadu, proto v první den tohoto měsíce začíná hydrologický rok. Na území České republiky se nachází řada míst, na kterých se objevuje návětrný efekt hor (např. Beskydy). V těchto oblastech najdeme největší množství srážek. Na druhou stranu najdeme také oblasti horských překážek, jako jsou Krušné hory, kde vzniká tzv. srážkový stín v oblasti podkrušnohorské pánve. V této oblasti dosahují srážky pouze hodnoty 500 mm, většina srážek dopadá až ve středních Čechách. Průměrná hodnota stavu srážek v České republice se nachází mezi 450 až 600 mm v nejnižších polohách. Naopak v nejvyšších polohách mezi 800 až 1200 mm v oblastech položených nejvýše (Tolasz 2007). Avšak od roku 2015 kdy se u nás začalo sucho výrazně projevovat, tak se vodní deficit neustále prohlubuje. Tento jev spočívá především v úbytku srážek spolu s nadměrným výparem. Nedávný průzkum Akademie věd České republiky ukazuje, že na každý metr čtverečný nám v průměru chybí 870 litrů vody. Výše zmíněné průměrné srážky se budou brzo přehodnocovat (CzechGlobe ©2020).



Obrázek 3. Průměrný roční úhrn srážek (ČHMÚ ©2010).



Obrázek 4. Průměrný roční úhrn srážek (ČHMÚ ©2010).

#### 4.1.7. Působení CO<sub>2</sub> na lesní ekosystémy

Růst a zachování biomasy lesních porostů jsou nerozlučně spjata s procesy trvalé přeměny sluneční energie s průběhem fyziologických reakcí spjatých s fotosyntézou.

Fotosyntéza je průběh, při kterém se z látek neobohacených a chudých stávají látky energeticky bohaté, a která má zásadní význam pro život na Zemi. Zvýšená koncentrace oxidu uhličitého má za následek přivření průduchů v jehlicích a listech, které jsou hlavním místem výdeje vody z rostlin. To má za následek zvýšení využití vody při tvorbě biomasy. Dlouhodobě zvýšená koncentrace CO<sub>2</sub> má za následek nárůst biomasy a její následné rozdělení, které můžeme pozorovat při tvorbě biomasy kořenového systému (Pokorný a kol. 2013).

## **4.2. Lesní ekosystémy v České republice**

Pojem ekosystém je zakotven v české legislativě, jedná se o zákon o ochraně přírody a krajiny č.114/1992 Sb., § 3 písm. l): ekosystém je fungující soustava, která zahrnuje všechny živé i neživé složky. Celý ekosystém je propojen, jak fyzikálními, tak geochemickými činiteli. Živé organismy lze rozdělit podle jejich úlohy na konzumenty, producenty a dekompozitory. Jedním z hlavních znaků ekosystému je také jejich neustálý vývoj a samoregulace.

Biocenóza je soubor všech živých organismů žijící v určitém prostoru, který je vymezen abiotickými faktory. Různé biocenózy jsou navzájem propojeny velikým množstvím závislostí a vztahů. Na její celkovou rovnováhu dohlížejí autoregulační mechanismy. Každý organismus, který je součástí biocenózy se vyznačuje životní strategií, ta je dána evolučním vývojem v určitém prostředí. Tyto strategie umožňují různým druhům reagovat na změny v určitém prostředí. U živočichů rozdělujeme na dva typy: K (podle únosné kapacity prostředí) a R (podle specifické rychlosti růstu). U rostlin rozlišujeme tři základní typy strategií. První je R (ruderální) – rostliny odolné vůči ztrátě biomasy, nemají rády stres, vyznačují se velkou reprodukční schopností, rychlým růstem a nejvíce se vyskytují na místech s dostatkem zdrojů. Druhá je S (stres snášející) – citlivé k narušování, pomalý růst, nízká reprodukční schopnost, dožívají se vysokého věku. Poslední strategií u rostlin je C (konkurenční) vysoká konkurenceschopnost, najdeme je pouze na stanovištích bez stresu a narušování, stabilní početnost, relativně rychlý růst a dlouhověkost. V prostředí se stejným podnebím se vyskytují podobné životní formy a vytvářejí se tak strukturálně obdobné biocenózy (Suchomel 2014).

#### **4.2.1. Lesy jako ekosystém**

Pojem les je podle zákona č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesním zákonem) je definován jako „*lesní porosty s jejich prostředím a pozemky určené k plnění funkcí lesa*“. Šafl (2014) charakterizuje les jako skupinu stromů, která vytváří vnitřní prostředí a má určité množství autoregulačních, samo udržitelných procesů se dá definovat jako les. Takové společenstvo od určitého věku i přes strukturální a druhové kolísání vytváří trvalou vegetační formaci. V lese se kromě různých druhů dřevin nachází také bylinný a křovinný podrost, ve kterém můžeme najít pestré zastoupení živočichů, hub, lišejníků a mikroorganismů. Významným činitelem lesa není však jen jeho vnitřní prostředí, ale také jeho dlouhodobá udržitelnost v trvání lesa na daném místě, neboli kontinuita. Ta má podstatný vliv na rozvoj půdního prostředí, genetiky, populací a druhovou diverzitu v lese (Šeřfl 2014).

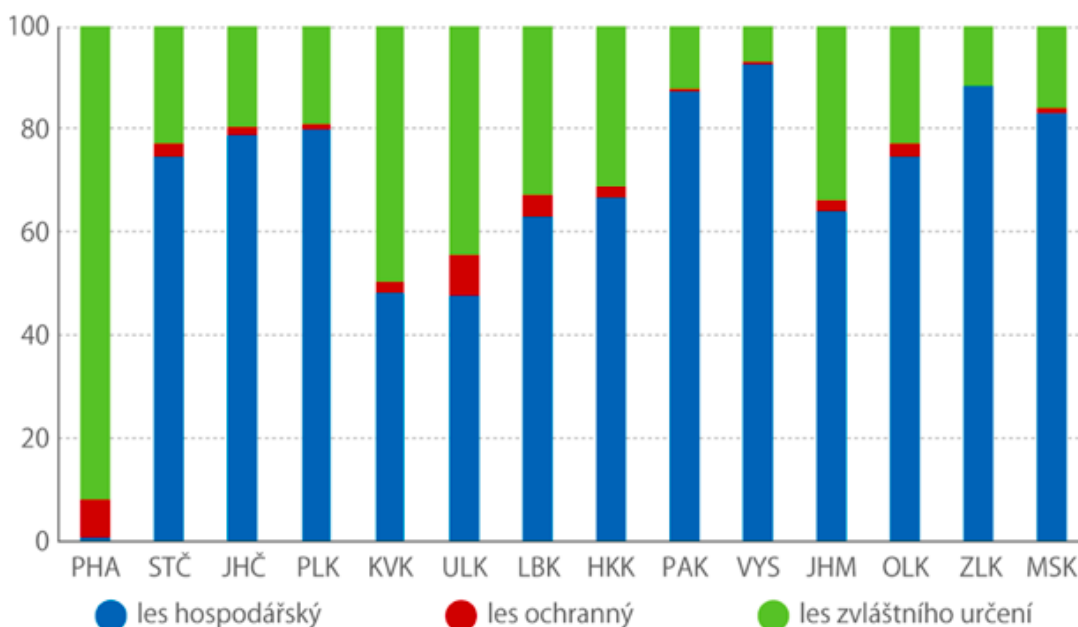
#### **4.2.2. Funkce lesa**

Společnost využívá lesy k celé řadě potřeb, ať už se jedná o ekonomické, environmentální nebo sociální účinky lesů. Odborně jsou nazývány jako funkce lesů, které využíváme při zpracovávání oblastních plánů rozvoje lesů. Z účelového pojetí rozdělujeme funkce lesa na produkční a mimoprodukční. Toto rozdělení má historické opodstatnění, kdy byl les chápán hlavně jako produkční plocha energetického a konstrukčního dříví. V současné střední Evropě se zvyšuje poptávka zejména po sociálně-ekonomických podmínkách. Mezi mimoprodukční funkce můžeme řadit např: kulturní funkce, rekreační funkce, klimatická funkce, vodohospodářská funkce. Hodnota mimoprodukční se v současnosti začíná vyrovnávat funkci produkční. Lesy zastávají řadu vzájemně provázaných sociálních, hospodářských a ekologických funkcí, a to nezářídka ve stejnou dobu a na stejném místě. Zajištění této multifunkčnosti vyžaduje vyvážené přístupy hospodaření, které jsou založené na vhodných informacích o lesích (Oblastní plán rozvoje lesů II ©2018).

#### **4.2.3. Rozdělení lesů České republiky**

Les mohl přetrvat na území České republiky a více méně i v hustě osídlené Evropě hlavně kvůli vymezení lesa, jako základního typu majetku a jeho užívání. S tím úzce souvisí vymezení lesa od půdy zemědělské a s tím spojený zákaz pastvy

v lese. Takto historicky rozdělené užívání půdy na lesní a zemědělskou přetrvává dodnes. V současnosti hovoříme dle zákona o lesích č. 289/1995 Sb. o pozemcích určených k plnění funkcí lesa (PUPFL). Les může být hodnocen na základě svého původu (vyhláška č. 64/2011 Sb.) jako les přirozený, kulturní nebo nepůvodní. Les přirozený je les, ve kterém rostou převážně původní dřeviny. Jeho ráz a autoregulační schopnosti nebyli nějak zásadně ovlivněny člověkem. Kulturní les bývá zpravidla silně ovlivněn hospodářskými zásahy z minulosti, které budou probíhat i nadále. Nepůvodní les neodpovídá původní druhové skladbě dřevin na daném stanovišti. V České republice je nejvíce zastoupen les kulturní, ve kterém se druhová skladba liší od původní. Kategorizace lesů je definována zákonem 289/1995 Sb., o lesích. Rozděluje lesy (viz. graf č.3) podle převažujících funkcí do tří kategorií: lesy hospodářské, lesy zvláštního určení, lesy ochranné (Šefl 2014).

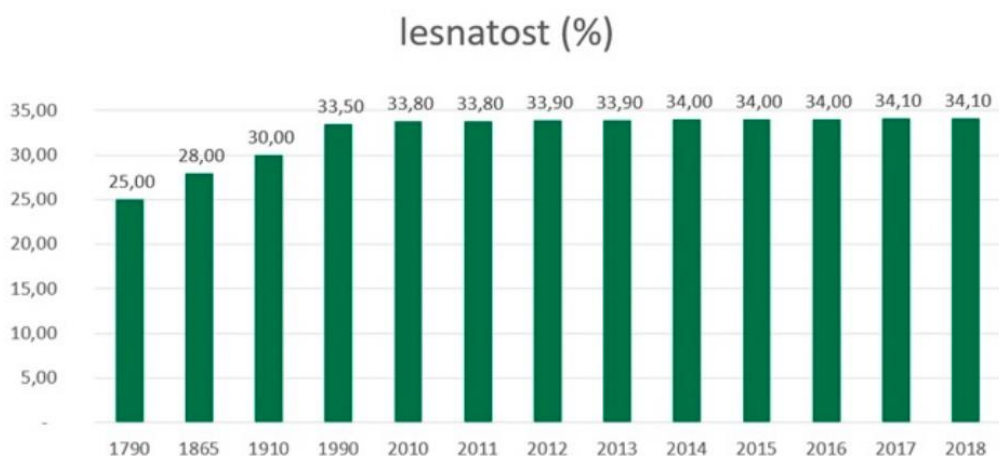


Graf 3. Kategorie lesů k 31.12. 2017 (ÚHÚL 2017).

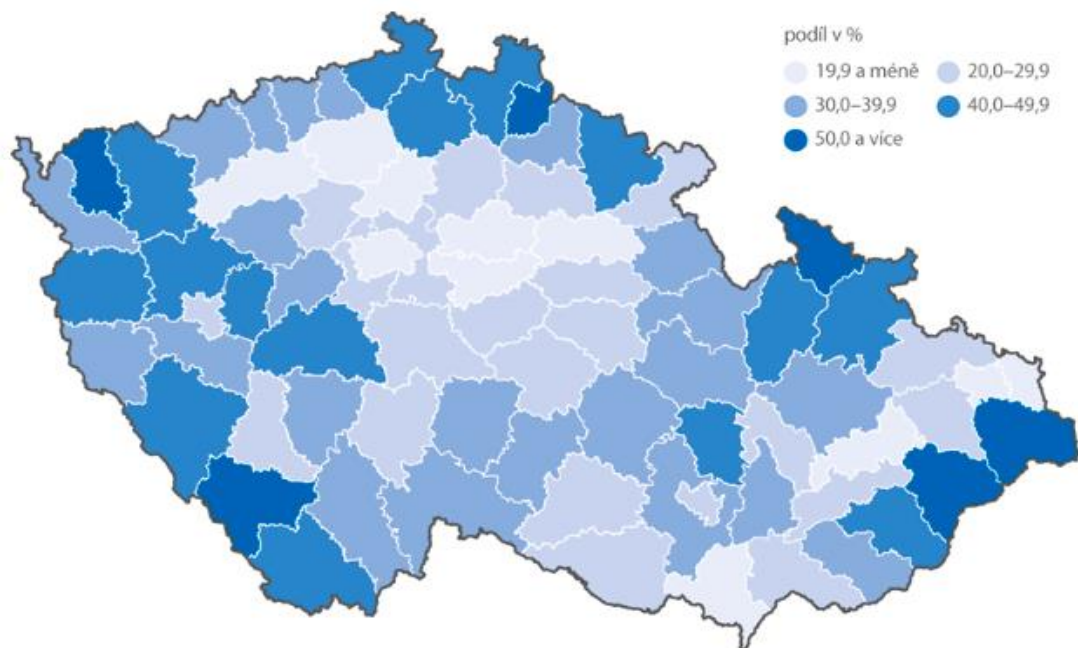
#### 4.2.4. Lesnatost České republiky

Lesnatost v České republice je zhruba 34 %, což je mírně pod evropským průměrem, který je 37,6 %, nicméně lesů u nás stále přibývá. (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů). Řadíme se na 11. místo v Evropské Unii, kde největší koncentraci lesních porostů mají skandinávské státy Švédsko a Finsko, které dosahují hodnot kolem 70 %. V opozici jsou státy jako Velká Británie a Irsko, které mají nejmenší lesnatost (11 %).

Z historie víme, že velké množství lesních porostů padlo na výstavbu lodí nebo v době průmyslové revoluce, kde bylo dřevo jedním z hlavních zdrojů energie. Za vlády Marie Terezie se v českých zemích vyskytovaly lesní porosty na pouhých 14 % území. Proto vzešel v platnost lesní řád, který majitelům lesů přinesl řadu povinností a omezení v zájmu zachování produkce dřeva i lesů samotných. Největší lesnatost v České republice má kraj Karlovarský (49,4 %). Naopak nejnižší lesnatost najdeme v Praze (10,9 %). Celková výměra lesů se od druhé poloviny 20. let soustavně zvyšuje (Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky ©2018).

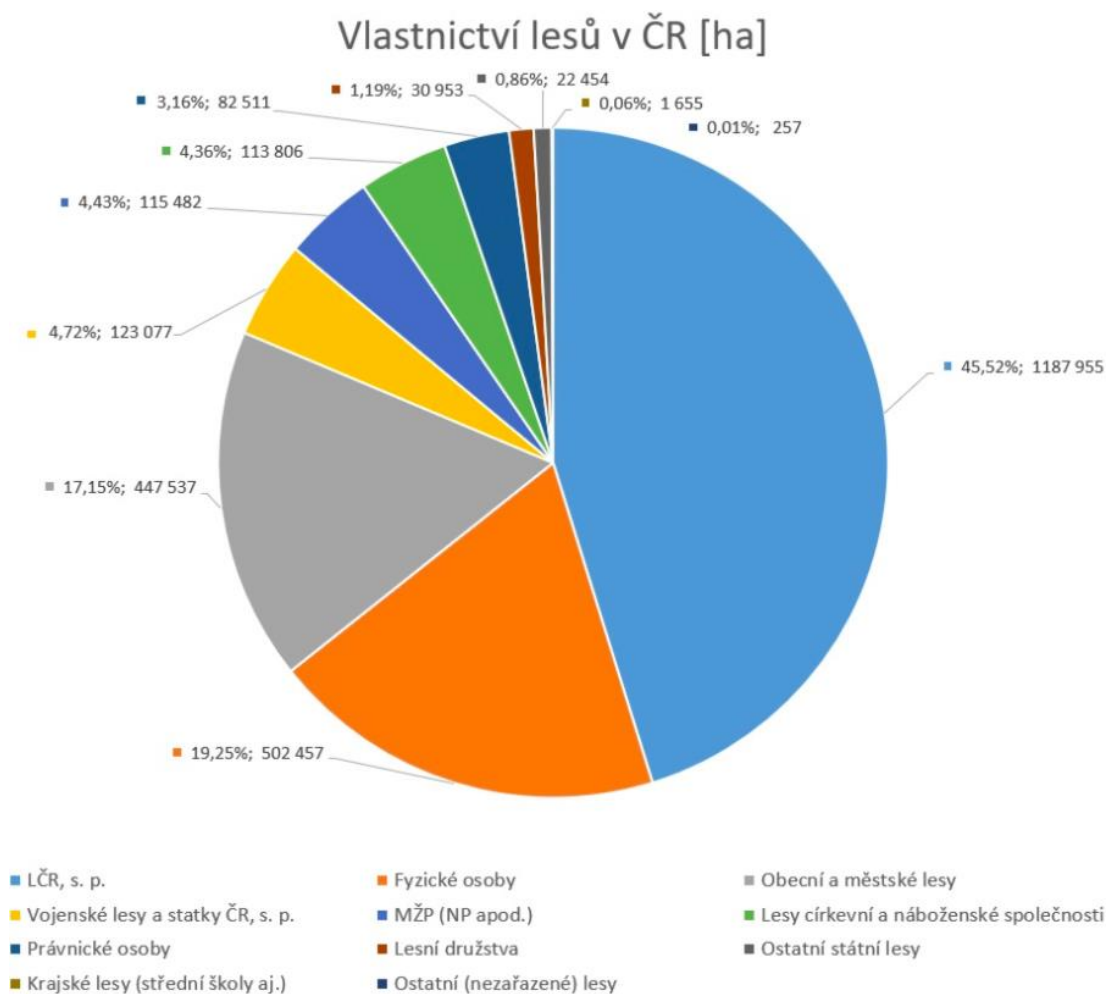


Graf 4. Lesnatost mezi lety 1790-2018 (Ministerstvo zemědělství ©2019).



Obrázek 5. Podíl lesních pozemků na rozloze okresů k 31.12. 2017 (ČÚZK ©2017).

Před rokem 1989 v této oblasti neexistovalo soukromé vlastnictví a téměř všechny lesy byly státní. Důležitá změna přišla v 90. letech, kdy se v procesu restitucí navrátila značná část lesů soukromým a fyzickým osobám. Avšak více jak polovinu nadále spravují dva velké státní podniky – Lesy České republiky a Vojenské lesy. Další významnější změna proběhla v roce 2013 v souvislosti s církevními restitucemi, kdy zhruba 4,4 % připadlo církvím a náboženským společnostem (Zpráva o stavu lesa České republiky ©2018).



Graf 5. Vlastnictví lesů České republiky (Ministerstvo zemědělství ©2018).

### 4.3. Typologie lesů České republiky

Mezi lety 1970-1971 probíhal v ČSR první typologický průzkum lesů, ze kterého následně vznikl první typologický klasifikační systém u nás. Základním rozlišením různých růstových podmínek je lesní typ. Charakteristický především významnou kombinací druhů fytoceózy, výskytem v terénu, vlastnostmi půdy

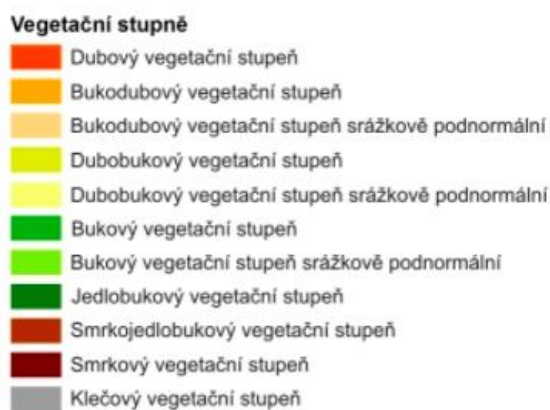
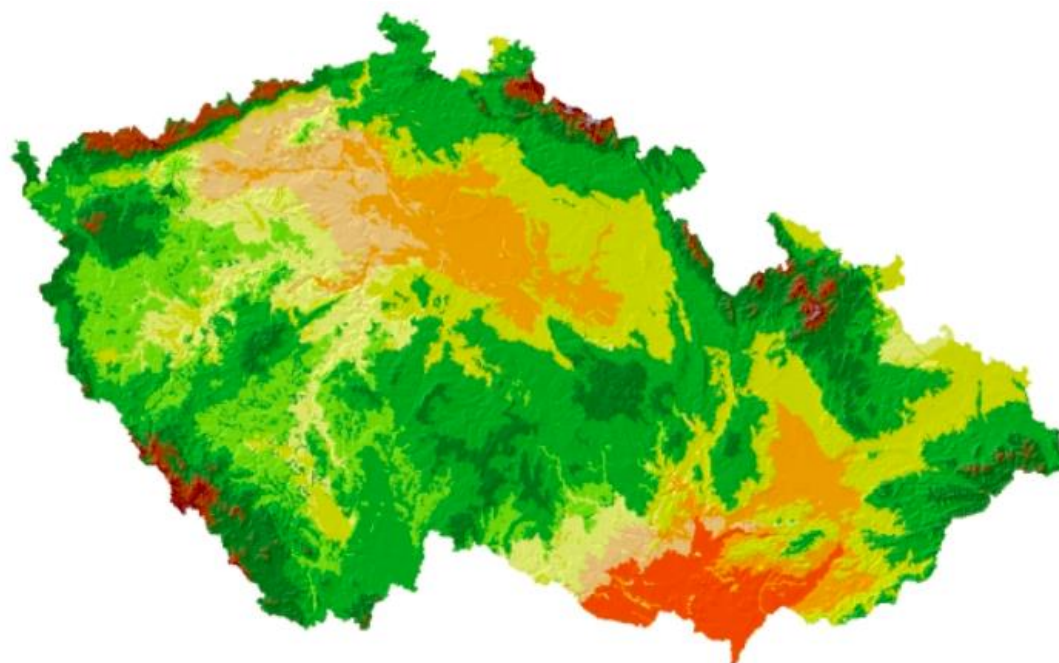


a bonitou dřevin. Charakteristiku pomáhají utvářet poznatky o změnách fytoocenózy ve vývojovém cyklu porostu, degradačních stádiích, znalost růstových křivek jednotlivých dřevin a také praktické závěry. Důležitým výstupem je lesnicko-typologická mapa, na základě které mohou být vytvořena další mapová díla, např. mapa půdních typů nebo mapa lesních vegetačních stupňů. Vlastníci, kteří hospodaří v lesích, používají lesnickou typologii v hospodářských plánech a osnovách, podle nichž jsou schopni stanovit opatření k dosažení provozních a produkčních cílů. Typologie lesů se dále využívá při oceňování lesních pozemků, vyhodnocení lesních ekosystémů, rozhodování orgánů státní správy ochrany přírody, zalesňování půd pro stanovení příhodné druhové skladby nového lesního porostu (Plíva 1987).

#### **4.3.1. Lesnický typologický klasifikační systém**

Hlavními jednotkami lesnického typologického klasifikačního systému (LTKS) jsou: lesní vegetační stupně, ekologické řady a edafické kategorie. Edafické kategorie rozlišují lesní stanoviště od fyzikálně chemických půdních vlastností, až po vlastnosti terénu. Důležité faktory jsou trofie půdy, obsah vody v půdě, úroveň skeletu na povrchu půdy, bazická saturace a tvar terénu. Ekologické řady spojují edafické kategorie za pomoci ekologických podobností podle trofie a hydricity daného místa. Lesní vegetační stupně představují vztah mezi klimatem a biocenózou. Určují se na základě druhové skladby lesa a životními projevy dřevin. Nejdůležitější dřeviny pro vegetační stupně v České republice jsou: dub zimní, dub letní, buk lesní, smrk obecný a borovice kleč. Na základě těchto dřevin byly pojmenovány jednotlivé vegetační stupně, a to pro dominanci či významný vliv na formování lesních společenstev.

Na území České republiky rozdělujeme 8 vegetačních stupňů, nazvaných podle Zlatníka, který vycházel z hlavních dřevin lesních geobiocenóz. V nejvyšších polohách našeho území můžeme narazit také na 9. vegetační stupeň tzv. alpský (nad 1500 m.n.m.) Jedná se však o extrémní stanoviště.



Obrázek 6. Vegetační stupně (Buček a Lacina ©1999).

Vegetační stupeň	Průměrná roční teplota [°C]	Počet dnů s prům. denní teplotou nad 10°C	Prům roční úhrn atm. srážek [mm/rok]	Zastoupení v ČR [%]
1. dubový v.s.	8,5–9,5	> 170	do 500	3,4
2. bukodubový v.s.	8,2–8,8	cca 165	550–600	14,0
3. dubobukový v.s.	8,2–7,5	cca 155	600–700	24,5
4. bukový v.s.	7,5–6,1	cca 145	cca 700	42,6
5. jedlobukový v.s.	4,7–6,1	cca 130	cca 800	12,9
6. smrkojedlobukový v.s.	2,9–4,7	cca 115	900–1100	2,1
7. smrkový v.s.	1,7–2,9	cca 80	>1200	0,4
8. klečový v.s.	cca 1	cca 50	>1400	0,05
9. alpský v.s.	-1	< 20	≥ 1500	0,00
10. subnivální v.s.	-2,5	0	1500–2000	-
11. nivální v.s.	< -3,5	0		-

Obrázek 7. Vegetační stupně (Buček a Lacina ©1999).

Hodnocení lesních porostů zjistíme terénním průzkumem, při kterém se klade důraz na 5 základních tříd ekologických faktorů, mezi ně řadíme: teplo, světlo, vodu, chemické a mechanické faktory. Neméně důležitým ekologickým faktorem jsou hospodářské vlastnosti stanoviště, ke kterým patří reliéf terénu a textura půdy. Výstupem hodnocení typologického průzkumu je lesnicko-typologická mapa, ve které jsou kartograficky vyobrazeny typologické jednotky na území České republiky. Mapa bývá zpravidla zhotovena v měřítku 1:10 000 a napomáhá rozvoji oblastních plánů lesů. Ke všem složkám jsou zhotoveny charakteristiky s poznatky proměnlivosti fytoocenóz ve vývoji porostů. Dále zde najdeme i praktické rady a návody k hospodaření v lesích. Lesnicko-typologické mapy zpravidla bývají podkladem pro další mapy, např. mapa půdních typů, mapa vegetačních stupňů, mapa cílového hospodářství apod. Z pohledu regionálního rozdělení České republiky jsou tzv. přírodní lesní oblasti vymezeny podle difference půdotvorných matečných hornin, v rozdělení terénu vyhraněných geomorfologických celků a rozdílů v makroklimatu (Zlatník 1976).

#### **4.3.2. Druhov<sup>á</sup> struktura lesů České republiky**

Za předpokladu, že bychom lesy v České republice ponechali svévolnému vývoji, bez zásahů lidské činnosti, vypadala by druhová skladba lesů o poznání jinak. Přítomnost jednotlivých stromů by ovlivňovala zejména nadmořská výška a charakter daného území (kvalita půdy, množství vody, sklon svahů). Ve střední Evropě s nadmořskou výškou 300-700 m n. m. (typická pro Českou republiku), bychom našli zastoupení především buku, jedle, dubu a smrku. S příchodem hutnictví, zemědělství, pastevectví a stavbou lidských sídel, došlo k výraznému poklesu lesů na celém území. Smrk ztepilý byl zvolen jako dřevina, která by byla schopna bez větších problémů znovu zalesnit rozsáhlé odlesněné plochy, a navíc poskytnout univerzální, všestranné dřevo. Díky těmto vlastnostem se smrk stal hlavní hospodářskou dřevinou u nás. Smrk se bohužel začal sázet i mimo jeho ekologické optimum, to má za následek podléhání různým kalamitám – větrné, hmyzí apod. Smrk náležitě pomohl k zalesnění rozsáhlých území, avšak s rozvojem lesnických věd a rozvojem ekologie začínají lesníci chápat, že jít proti přírodě se nevyplácí. V České republice je zapotřebí vysazovat stále větší množství původních dřevin, zejména listnatých, tak aby vznikaly

smíšené porosty, které jsou odolnější vůči kalamitám, na místo smrkových monokultur (Ministerstvo zemědělství ©2017).



Graf 6. Zastoupení lesních dřevin v České republice (Ministerstvo zemědělství ©2017).

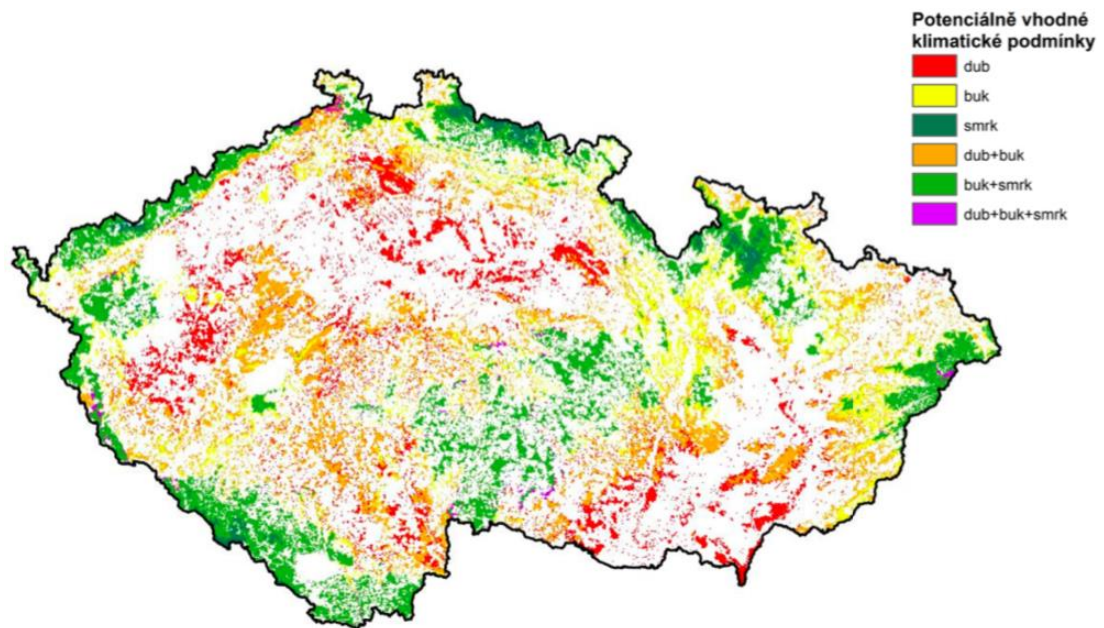
## **5. Dopady klimatické změny na lesní ekosystémy**

### **5.1. Dopady**

Za jedny ze zásadních dopadů klimatické změny, které představují rizika pro lesní hospodaření řadíme: zvýšení průměrné teploty vzduchu, výrazný pokles srážek v létě, zvýšené teploty v jarním a letním období, častější období sucha a prodloužení jeho délky, zvýšená koncentrace CO<sub>2</sub> a v neposlední řadě zvýšení extrémních meteorologických situací. Následné projevy těchto klimatických změn mají za následek řadu rizik pro lesní hospodářství, které mohou mít na lesní porosty v dlouhodobém horizontu fatální následky. Za nejnáchylnější dřevinu na území České republiky je považován smrk ztepilý. Výše zmíněné projevy změn klimatu s dalšími abiotickými a biotickými faktory mají za následek chřadnutí lesních porostů. (Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik) Lesní ekosystémy jsou v kontextu se změnou klimatu, velmi důležitým faktorem. Mají vliv na akumulaci a uvolňování uhlíku, významným způsobem zadržují vodu v krajině a disponují regulačními mechanismy. Abychom byli schopni alespoň zmírnit změny klimatu, je zapotřebí se o les aktivním způsobem starat a používat vhodná adaptační opatření, která dokáží zmírnit výše zmíněné změny klimatu. Mezi nejdůležitější opatření patří změna dřevinného složení, zvýšení biodiverzity, snížení doby obmýtí, introdukce nových druhů a využívání nepasečných způsobů hospodaření (Dopady změny klimatu na lesnictví ©2015).

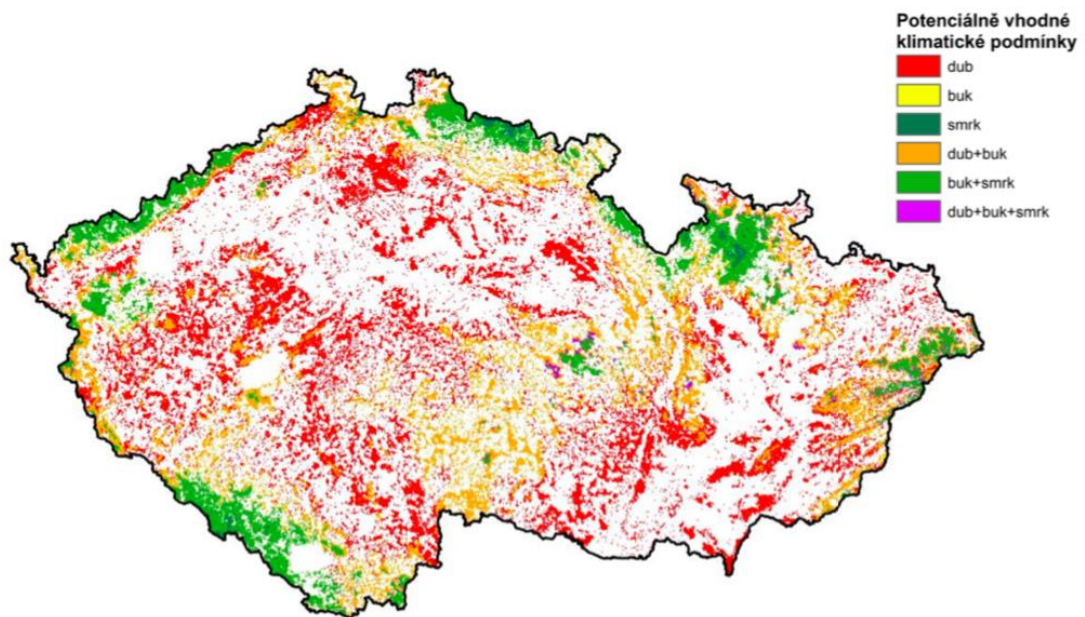
#### **5.1.1. Rozšíření druhů dřevin do vyšších nadmořských výšek**

Jednou z hlavních změn do budoucna je posun lesních vegetačních stupňů, především 4. a 5. lesního vegetačního stupně (oblasti pahorkatin a vrchovin), který nebude vyhovovat předpokládané ekologické valenci smrku ztepilého. Za další nežádoucí projevy klimatické změny považujeme šíření škůdců, hub a jiných patogenů. Takto oslabené lesní porosty budou stále více náchylné k příchodu stále častějších extrémních meteorologických jevů, jako například vichřice. S navýšením každoročních průměrných teplot se do střední Evropy budou šířit druhy z jižněji položených oblastí. Současné druhy organismů se budou moci stěhovat do vyšších poloh, kde se zlepší podmínky pro jejich rozmnožování (Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik ©2015).

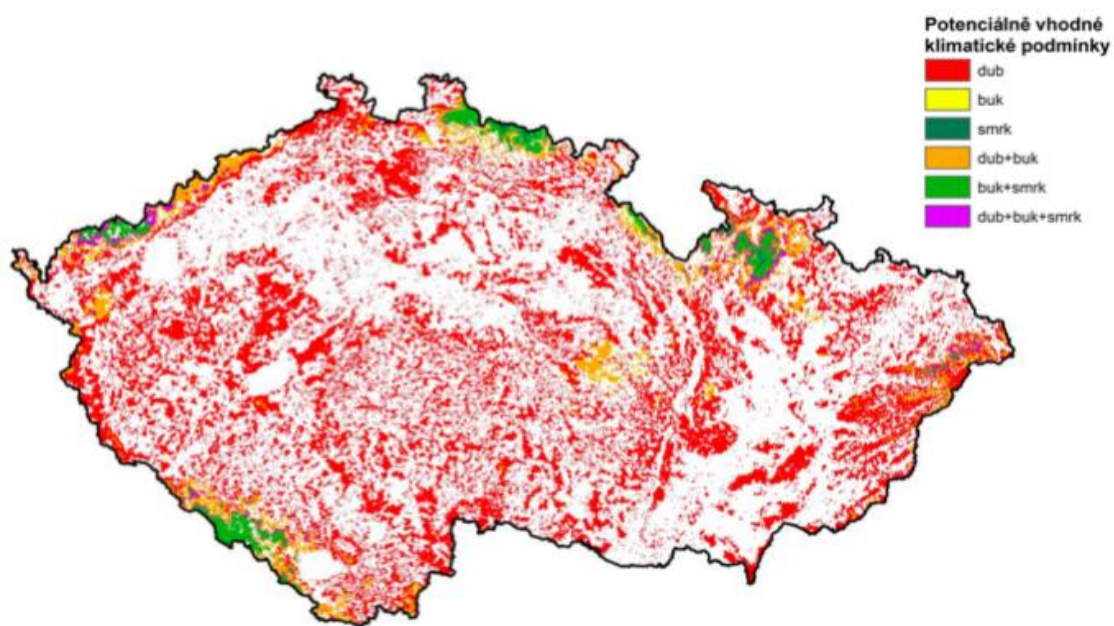


Obrázek 8. Potenciálně vhodné klimatické podmínky pro pěstování lesa mezi roky 1961-1990 (ČHMÚ ©2016).

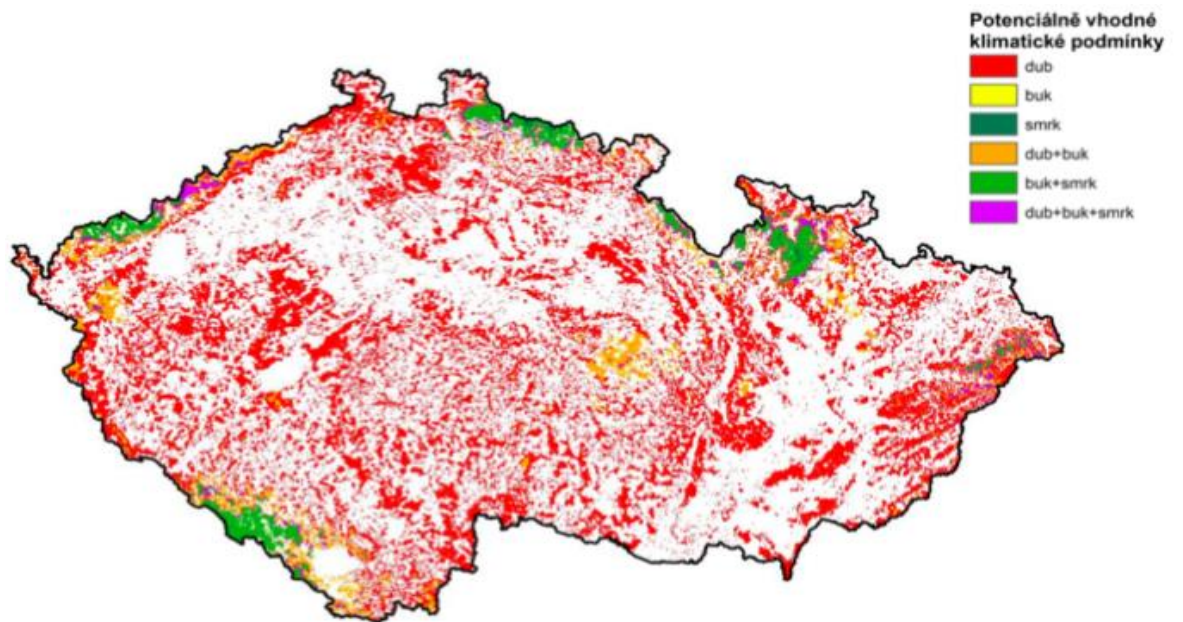
Z toho vyplývá změna potenciálu stanoviště pro pěstování lesních dřevin, a na druhou stranu tak dojde také ke změně tolerance a nároků lesních dřevin ve vztahu k podmínkám na stanovištích. Změny klimatu budou mít za následek posun stanovištních podmínek pravděpodobně o 2 lesní vegetační stupně, a to směrem dolů k nižším vegetačním stupňům. Můžeme očekávat, že zvýšená koncentrace CO<sub>2</sub> poněkud sníží negativní dopad tohoto posunu nejvýrazněji v nižších vegetačních stupních, kde se projeví nárůstem tolerance dřevin vůči stresovým podmínkám. To bude mít za následek výrazné zhoršení podmínek pro pěstování smrkových porostů ve středních polohách České republiky, v nízkých polohách se pěstování smrku zcela vyloučí. Dalším důležitým faktorem souvisejícím se změnou klimatických podmínek bude také zvýšený výskyt biotických činitelů. S navázáním na plnění závazků jednotlivých států, které vyplývají z mezinárodní úmluvy o klimatických změnách, můžeme očekávat, že hospodaření v lesích může být výrazně ovlivněno poptávkou po jiných funkcích, než je produkce dřevní hmoty.



Obrázek 9. Potenciálně vhodné klimatické podmínky pro pěstování lesa mezi lety 1991-2014 (ČHMÚ ©2016).



Obrázek 10. Potenciálně vhodné klimatické podmínky pro pěstování lesa mezi lety 2021-2040 (ČHMÚ ©2016).



Obrázek 11. Potenciálně vhodné klimatické podmínky pro pěstování lesa mezi lety 2041-2060 (ČHMÚ ©2016).

Z výše uvedeného můžeme předpokládat, že nastává zpřesnění předpovědi a zahušťování sítě. V horizontu 30 let se dá očekávat zvýšení teploty o 1 °C až 3 °C. V polohách okolo 700 metrech nadmořské výšky, bude stejná teplota, jako v oblasti Polabské nížiny, kde je nadmořská výška od 115 do 200 metrů nad mořem. To znamená posun o 1 až 2 vegetační stupně. Dá se očekávat větší výskyt extrémních klimatických výkyvů počasí, začátky těchto změn můžeme pozorovat i v současnosti – povodně, vichřice, extrémní vedra a na druhé straně silné mrazy (Kukrál 2015).

### 5.1.2. Problematika smrkových porostů

Jak v České republice, tak i ve střední Evropě je nejnáchylnější dřevinou k environmentálnímu stresu a znečištěnému prostředí smrk ztepilý. Ten se v nižších vegetačních stupních nachází na hranicích svých možností, kdy každá následující stresová zátěž jej může vychýlit z rovnovážného stavu a způsobit úmrtí stromu. Mezi význačné abiotické stresové faktory patří sucho, především na jaře a v jarních měsících. Podstatným rizikem u smrku ztepilého je kombinace letních přísušků a vysoké teploty s vysokou vzdušnou vlhkostí, které dohromady mohou způsobit přehřátí pletiv. Zejména letní přísušky bývají hlavním predispozičním faktorem pro vznik kořenových hnilob u stromů. Klimatické výkyvy jsou v zimních obdobích pro



smrk významným narušitelem dormance, a to zejména v relativně teplých fázích zimy, kdy teplota náhle klesá pod bod mrazu. Zvýšení teplot má za následek vyšší evapotranspiraci, která nakonec vede k vysychání porostů a následnému uzavření průduchů. Z toho vyplývá nejen omezení fotosyntézy, ale také snížení stomatálního toku ozónu, snížení primární produktivity a ukládání terestrického uhlíku. Dalším negativně ovlivňujícím faktorem je inhibice růstu, kterou způsobuje zejména vysoká koncentrace dusíku, ta může mít za následek náchylnost k raným a pozdním mrazíkům. Jiným biotickým faktorem je například savý a listožravý hmyz, ten v kombinaci s vlivem abiotických stresorů může zapříčinit úhyn lesních porostů. V situaci, kdy se spojí lýkožrout smrkový a větrný faktor, vznikají polomy, které vytvářejí vhodné podmínky pro nastartování nových generací tohoto škůdce. Za nejvíce náchylné oblasti byly stanoveny smrkové lesy ve 3. – 5. vegetačním stupni (tj. nižší a střední polohy) s nepůvodní dřevinnou skladbou a zhoršenou vodní bilancí (Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik ©2015).

Klíčová otázka pro lesnictví – v jakém množství, v jakém zastoupení a na jakých typech stanovišť budeme moci smrk pěstovat s dosažením finální produkce do budoucna? V současnosti sledujeme, že smrk v malém množství (jednotlivě, hloučkovitě) vtroušený do smíšeného porostu tvořeného bukem, javorem, modřínem apod. nemá problém přežít i ve středních polohách. Dá se předpokládat, že na většině míst České republiky nebude možné pěstovat smrk v takové míře, jako tomu bylo dosud. Nicméně je zapotřebí zkoušet, jakou si můžeme dovolit jeho příměs. Podíváme-li se na strukturně bohaté porosty, zjistíme, že jako přimíšená dřevina dokáže velmi dobře prosperovat, protože dokáže lépe využít i drobné srážkové úhrny, a to díky jeho kořenovému systému a značné schopnosti zachytit horizontální srážky. Ve smíšených porostech, kde se vyskytuje méně stromů na hektar, bude mít delší korunu, a tím pádem bude fyziologicky odolnější (Vrška 2019).



Obrázek 12. Lesy napadené lýkožroutem smrkovým (PEFC ©2019).

### 5.1.3. Nedostatek vláhy

V našich zeměpisných šířkách, i jinde ve světě, se postupně zvyšuje průměrná teplota. Zároveň nedostatečné, popřípadě nerovnoměrné množství srážek v průběhu roku má katastrofální dopad na celkovou vodní bilanci v krajině. Vodní bilanci zjistíme rozdílem úhrnu srážek a celkového výparu z prostředí. Podle Wilhitea je sucho zapříčiněno nedostatkem srážek v delším časovém období, které vede k nedostatku vody. To má za následek vliv na životní prostředí a s tím spojený vliv na lidskou společnost, která je na vodě závislá. Sucho je výsledkem přírodního jevu, který se skládá z nedostatku vody a poptávce lidí po dodávce vody. Wilhite dělí sucho do čtyř typů a to podle projevů. První je meteorologické sucho, to má zápornou odchylku srážek od normálu během časového období. Druhé je tzv. zemědělské sucho, ve kterém je nedostatek vláhy pro plodiny. Třetí hydrologické sucho, které se projevuje významným snížením hladin vodních toků. Poslední je socioekonomické sucho a to výrazně ovlivňuje kvalitu života (Wilhite 2005).

V poslední době můžeme zaznamenat změnu celkové variability srážek. Namísto většího množství deštivých dnů se začíná vyskytovat větší množství extrémních bouřek a přívalových dešťů. Celkový roční úhrn srážek se nemusí měnit, avšak z celoročního hlediska se vlivem vyšší celkové teploty zvyšuje také reálný výpar, to má za následek výrazný úbytek celkové vláhy v lesních ekosystémech. Z toho vyplývá

zvyšování sucha a tím nárůst stresových faktorů pro lesní dřeviny. Dopad těchto dvou činitelů má za následek snížení vitality lesních porostů.

Zvláště náchylnou dřevinou u nás je pak smrk ztepilý. Ten začíná trpět stresem, když vláha klesne pod 600 milimetrů ročního úhrnu. Navíc jeho mělký kořenový systém, sahající 2 až 3 metry hluboko, není schopen využívat neustále klesající hladinu dostupné vody v půdě. Jakmile má smrk nedostatek vláhy, snižuje se jeho obranyschopnost před škůdci, zejména pak před podkorním hmyzem, tedy kůrovcem. Především mezi roky 2015–2016 byly srážky značně podprůměrné a způsobily rozsáhlé chřadnutí smrkových porostů, které se na naše území šíří jako lavina od východu. Dřeviny, které oslabuje sucho, nejsou schopny vytvářet obranné látky a následně podléhají podkornímu hmyzu nebo houbovým onemocněním. Kromě toho zvýšené teploty, které v posledních letech zaznamenáváme, mají opravdu extrémní charakter a napomáhají vývoji kůrovců a umožňují zvýšení počtu generací. Dále se u nás šíří doposud málo rozšířený druh lýkožrouta severského (Pospíšil 2018).

Nedostatek srážek ve vegetační době v kombinaci s vysokými denními i nočními teplotami má za následek, že lýkožrout může mít několik nových generací za jediný rok. Na druhou stranu, když přetrvávají nízké teploty, dlouhodobě vysoké srážky a krátké sluneční fotoperiody, tak se lýkožroutovi nedaří. Jelikož je ektotermním organismem (přijímá teplo z okolí), tak jeho vývojový cyklus trvá více dní. Navíc s dlouhodobě vyšším úhrnem srážek, začínají lýkožrouta napadat plísně a houby, které ovlivňují všechna vývojová stádia a mohou mít fatální dopad na mortalitu v populaci. Lýkožrout je závislý na teplotě z okolí (Baier a kol. 2002). Smrk ztepilý se umí lépe přizpůsobit spíše vlhkému prostředí, a díky tomu se dokáže lépe vyrovnat i s náparem lýkožrouta smrkového. Za to stres, způsobený nízkým úhrnem srážek, ovlivňuje růst a snižuje obranyschopnost stromů vůči lýkožroutovi. Stres, vyvolaný nedostatkem vláhy, dokáže v rostlině vyvolat různé krizové situace a postihnout všechny její funkce, zhoršuje se příjem vody v kořenovém systému, to má za následek nedostatek vody v rostlině samotné a následné charakteristické stresové symptomy. Schopnost půdy vázat vodu a její množství je důležitý faktor pro rostlinu, aby udržela pozitivní turgor, zároveň je prahovou hodnotou resistance rostliny (Sehnal 2015).



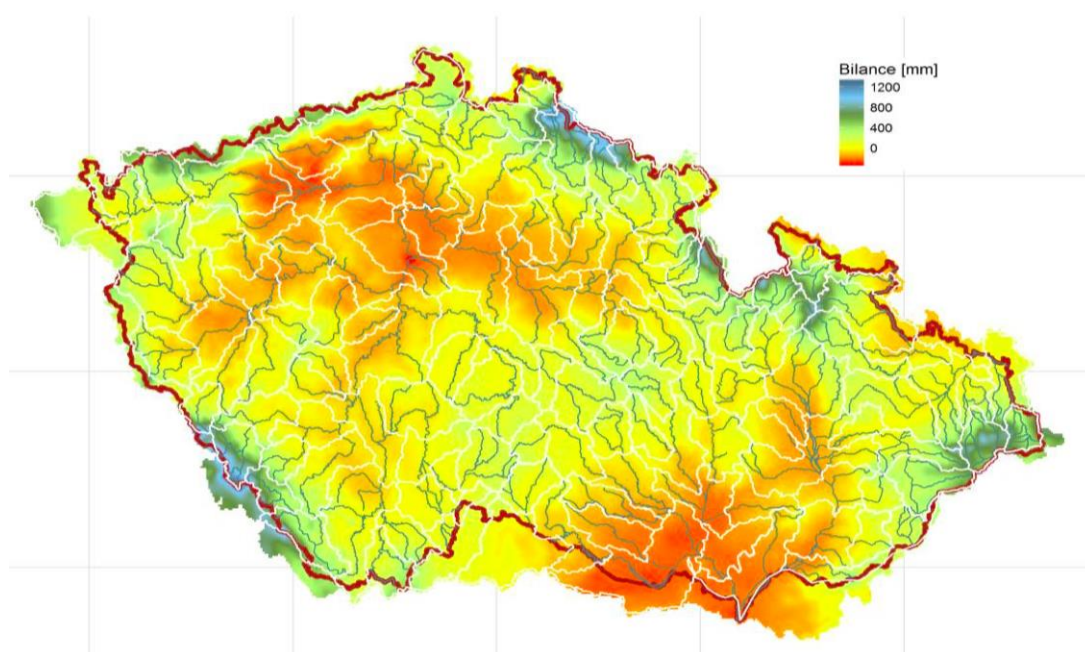
Obrázek 13. Uсыhání borovic (Ebrer 2019).

#### 5.1.4. Zvýšení frekvencí abiotických a biotických disturbancí

Snížení vitality lesních ekosystémů má za následek především společné působení extrémních klimatických změn, okyselování půd, imisní zátěž a především špatné hospodaření v lesních porostech. Je dobré nezapomínat na zvýšené riziko lesních požárů, které jsme mohli zaznamenat i v globálním měřítku (Komplexní studie dopadů 2015). Aktuálně sledované reakce lesních ekosystémů na změny klimatu zahrnují především změny v růstu, fenologii, živočišné skladbě, rostlinné skladbě a v neposlední řadě nárůst škod způsobených škůdci. Se zvyšující se koncentrací CO<sub>2</sub> očekáváme v severní Evropě a ve východních evropských zemích na pobřeží Atlantiku nárůst produkce lesních porostů. Na druhé straně Evropy v jižních částech, vlivem zvyšujícího se sucha, očekáváme větší počet dnů s rizikem vzniku lesních požárů. Ty díky spalování biomasy navyšují koncentraci skleníkových plynů. Škody na lesních porostech se budou zvyšovat v důsledku bouří, které se budou vyskytovat častěji v jarním a zimním období. Dále porostou i škody způsobené houbovými chorobami, které mají příznivější podmínky na šíření ve střední Evropě, a to v důsledku vlhčích zim (CzechGlobe ©2016).

### 5.1.5. Meteorologické sucho

Jedná se o přirozený jev, který se vyznačuje značnou odchylkou od průměrných srážek na daném území. Meteorologické sucho můžeme pozorovat i delší časové období, při kterém negativně ovlivňuje velké oblasti. Tento úkaz může nabírat extrémnějších podob při působení dalších meteorologických jevů, jako je vyšší teplota vzduchu, intenzivnější proudění vzduchu, vyšší sluneční záření, nebo jeho nízká relativní vlhkost. Meteorologické sucho může zapříčinit řada různých přírodních jevů. Velký výpar a vysoká teplota, častokrát v kombinaci s dlouhodobým výskytem tlakových výší a absencí tlakových níží mají za následek nedostatek srážek. Další faktory, které napomáhají zranitelnosti území vůči suchu, jsou např. vzájemné působení mezi teplotou a vlhkostí vzduchu, množství vody v krajině a v půdě před samotným nástupem sucha aj. Na obrázku (viz obr. č.12) je znázorněno meteorologické sucho pomocí rozdílu potencionálních ročních výparu a proměnných ročních srážek.

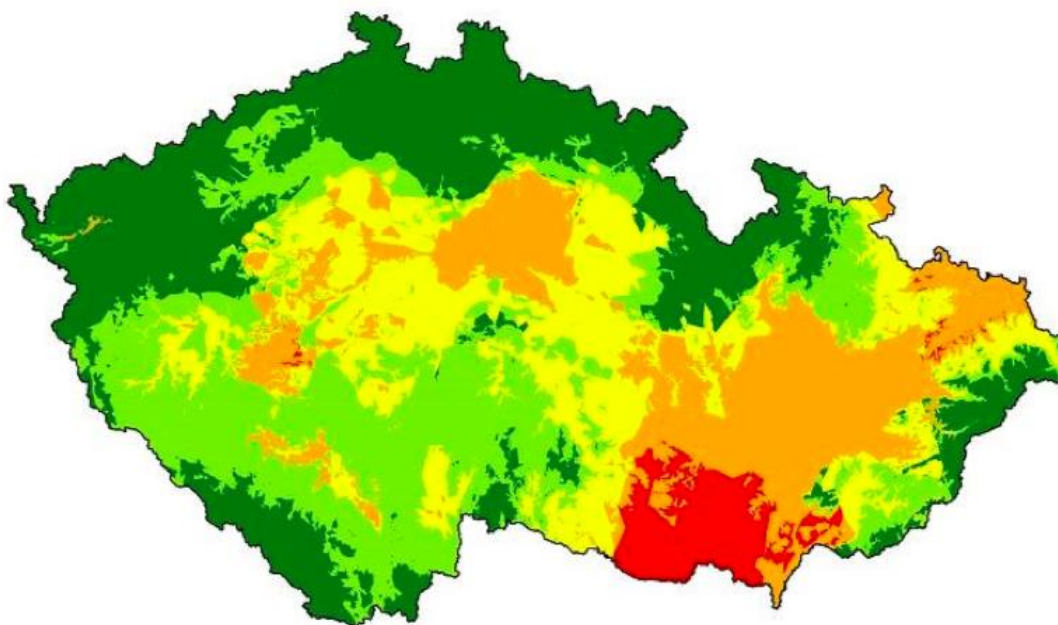


Obrázek 14. Vodní bilance – rozdíl ročního úhrnu srážek (VÚV ©2016).

V souvislosti s rostoucí teplotou pozorujeme potencionální i skutečný výpar z povodí. Zvýšení skutečného výparu je vždy závislé na množství dostupné vláhy v krajině. Proto můžeme sledovat rostoucí skutečný výpar zejména v zimním období, kdy je spojen s vyšší teplotou vzduchu a s nárůstem srážek, které dodávají potřebné

množství vody pro výpar. Dále tento jev pozorujeme v jarním období zejména v jižních Čechách.

Obrovské riziko zde představuje výrazný pokles srážek v jarním období, s tím je spojeno soustředění velkého množství srážek do krátkého časového úseku. To má za následek úbytek podzemní vody a následná sucha, která se prohlubují. Aktuálně pozorujeme závažné škody způsobené v důsledku sucha na střední a severní Moravě. Právě zde můžeme pozorovat chřadnutí smrkových porostů, které se nacházejí na ohrožených stanovištích. Ty jsou zároveň vystaveny současnému působení sekundárních škůdců (Konceptce ochrany před následky sucha pro území České republiky ©2016).

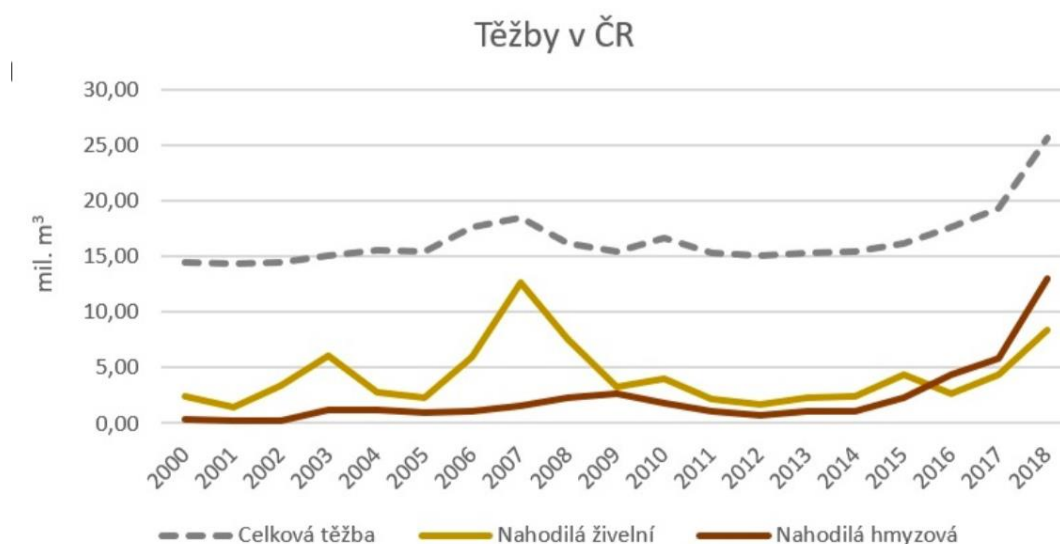


Obrázek 15. Ohrožení lesních porostů suchem 2015 (Ministerstvo zemědělství ©2015).

#### 5.1.6. Gradace hmyzích škůdců

Výše zmíněné meteorologické podmínky jsou úzce spojeny právě s rozvojem, rozšířením a intenzitou hmyzích škůdců. Velké zastoupení škůdců je limitováno teplem a vlhkem, to přímo ovlivňuje prudkost šíření, agresivitu a virulenci. Aktuálně se potýkáme s nárůstem suchých období, snížení zásob podzemní vody, které trvá od roku 1982 a nerovnoměrné rozložení srážek během roku. To má za následek rozšíření

zejména těchto druhů: lýkožrout smrkový, lýkožrout lesklý, lýkožrout severský, bekyně velkohlavá, bekyně mniška. Vysoké zastoupení jehličnatých dřevin (smrku) na nevhodných stanovištích se projevuje sníženou ekologickou stabilitou lesních porostů. Následně lze pozorovat jak výrazné navýšení abiotických kalamit (vítr, sníh), tak i biotického původu (škůdci). V lesních prostorech dochází také k nárůstu antropogenních stresorů, jako jsou: znečištění ovzduší, kyselá dešť, globální změna klimatu. Odolnost a stabilita lesních porostů vůči abiotickým činitelům se v současné době stále výrazně snižuje. Nejvyšší škody, které jsou způsobeny větrem, nalezneme ve starších smrkových porostech, kde při dlouhých obdobích sucha odumírá mykorrhiza a kořenové vlášení. Tím je výrazně narušeno ukotvení smrků (Kukrál 2015).



Graf 7. Těžby dřevin v České republice (Czech forest ©2018).

Na obrázku č. 14 je vyfocen lapač, do kterého se láká škůdce pomocí feromonového odparníku.



Obrázek 16. Feromonový lapač (Zahradník 2016).

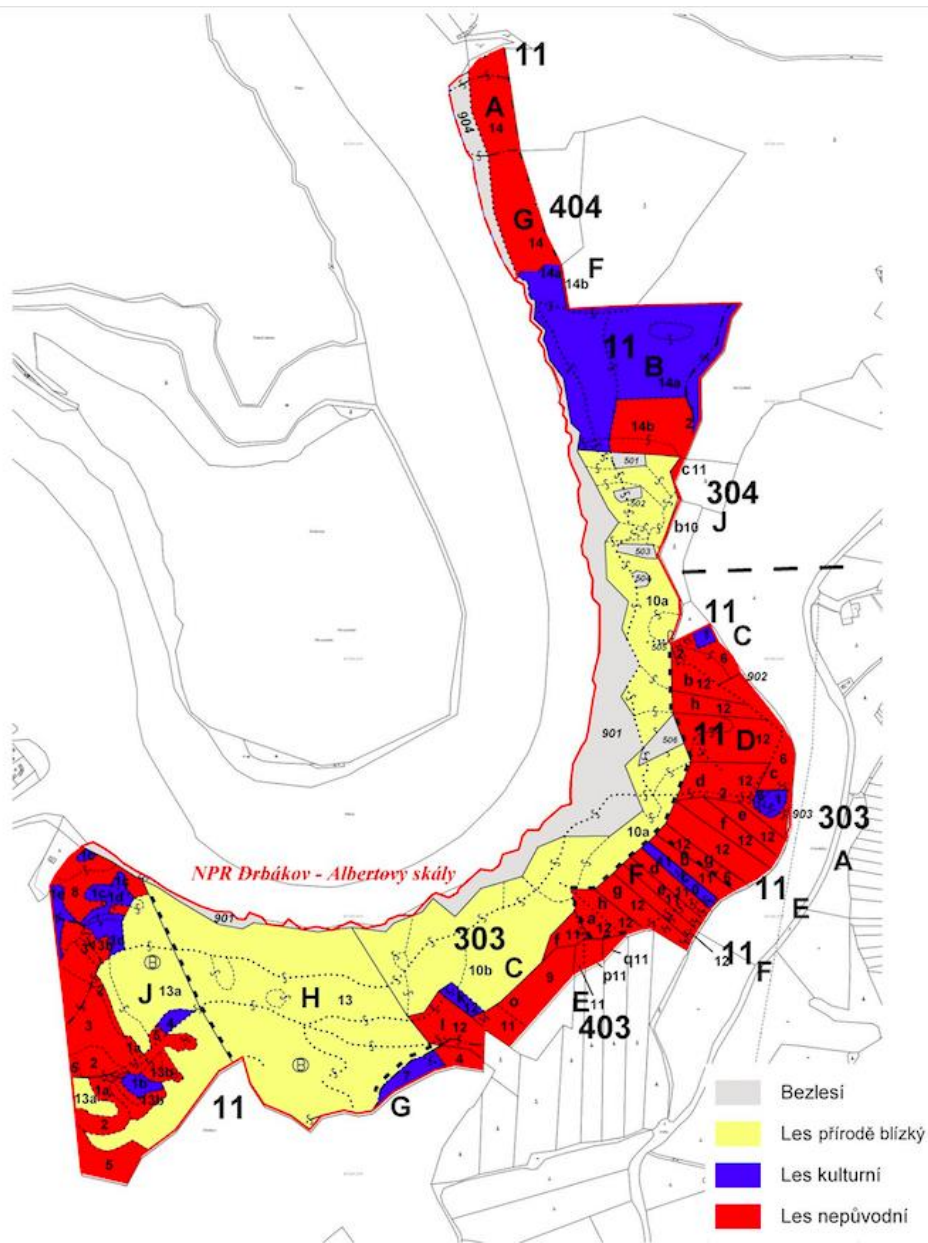
### 5.1.7. Příklad napadené krajiny

Poblíž mého bydliště se nachází národní přírodní rezervace Drbákov-Albertovy skály. Rezervaci najdeme na pravém břehu Vltavy mezi rekreačními středisky Oboz a Častoboř nedaleko města Sedlčany. Území je chráněno od roku 1933, nicméně v posledních 5 letech byla tato oblast vystavená suchu, které je zapříčiněné nedostatkem srážek. Zejména tento faktor napomohl k invazi lýkožrouta smrkového. Nejvíce zasažená část je na obrázku č.14 vyznačená červenou barvou. Jedná se o nepůvodní les, ve kterém převažuje smrk ztepilý a borovice lesní. Právě tyto dřeviny vysazené v monokulturách mají za následek usychání a chřadnutí porostů.

Cíl ochrany národní přírodní rezervace Drbákov-Albertovy skály je především zachování a obnova věkově i prostorově diferencovaných porostů s přirozenou druhovou skladbou. Ta by měla být optimální pro rozvoj populace tisu červeného, který byl jedním z hlavních důvodů pro vytvoření rezervace. Nicméně změna druhové skladby probíhá zejména v červeně vyznačené oblasti (viz. obr. č.17), kde se stále



vyskytují nepůvodní vysazené borovice lesní, smrk ztepilý a trnovník akát. Vzniká snaha o vytvoření původní dřevinné skladby, tedy zejména dubu, buku, lípy a jedle. Doporučeno je etapové odstranění prioritně nepůvodních dřevin z rezervace a uvolněné plochy ponechat původním dřevinám (Plán péče o NPR Drbákov Albertovy skály ©2013).



Obrázek 17. Zastoupení přirozenosti lesních porostů (AOPK ©2013)

## 5.2. Adaptace lesních ekosystémů na klimatickou změnu

V čas vykonaná adaptační opatření, jsou nezbytná pro hospodaření v lesních ekosystémech a důležitá pro redukci kalamit, narušení funkcí, služeb a potažmo také biologické rozmanitosti lesů. Rozdílné podmínky pro růst lesů, mají za následek, že nelze jednoznačně zobecnit možné dopady změn klimatu a přijmout všeobecná adaptační opatření. Lesní hospodářství v obecné rovině v souvislosti s adaptací na změnu klimatu je založeno na šetrnějším, přírodě bližším hospodařením a ve změně druhové a prostorové skladby lesních porostů. Za předpokladu, že takové formy hospodaření budou aplikovány, zvýší se tím biologická rozmanitost, ekologická stabilita, odolnost a přizpůsobivost lesů ke změnám klimatu. S negativním působením změn klimatu na lesní ekosystémy musíme zvolit vhodný způsob hospodaření. Ten zajistíme pomocí ochrany lesního půdního fondu, dále pak vhodně zvolenou (pestrou) druhovou, dřevinou a prostorovou skladbou lesa (Ministerstvo zemědělství ©2014).

### **5.2.1. Obecné principy pro budoucí modely pěstování lesů**

- 1) Práce s nižším počtem dřevin na hektar – z důvodů klimatických změn a úbytku dostupné vody pro stromy/porosty, bude změněn počet stromů na hektar. Takové modely jsou zavedeny například u jižněji položených států jako je Francie či Itálie, kde jsou podmíněny klimaticky. Nicméně i v sousedním Německu a řadě dalších zemích, kde většina majetků přechází k nepasečným způsobům obhospodařování lesů. Dalším pozitivem při snížení počtu stromů na hektar, jsou jejich větší koruny, které jsou z fyziologického hlediska odolnější, mají níže položené těžiště a tím pádem stabilnější základnu. Zároveň dokáží lépe využít světlostního přírůstu (rychleji tloustnou). Tato metoda pěstování lesů je zaměřena na co nejrychlejší získání sice kratšího, za to silnějšího a kvalitnějšího kmene. Tato metoda je více či méně uplatnitelná u různých druhů dřevin, například pro dub je optimální, protože disponuje silnou přírůstovou reakcí na uvolnění.
- 2) Být důraznější na práci s jednotlivými stromy – cena kvalifikovaných pracovníků stále stoupá a také větší uplatnění tvořivých sil přírody v hospodaření, měly by se důležité výchovné zásahy více zabývat tzv. pozitivním výběrem. To znamená, že výhledově uvolňujeme koruny nadějných cílových stromů a ostatní dřeviny zůstávají bez povšimnutí, těžba probíhá tedy jenom u těch jedinců, kteří vadí cílovým stromům.

- 3) Klást důraz na pěstování zejména, listnatých stromů a obecně cenných sortimentů – výše zmíněné dva principy jsou předpokladem pro tento třetí. Dá se předpokládat, že do budoucna stále poroste poptávka právě po cenných, zejména listnatých sortimentech, neboť stále rostoucí ekonomika s sebou přináší možnosti nákupu kvalitnějších výrobků z kvalitního masivu. Na tento fakt navazuje i rychlá změna a vize dřevozpracujícího průmyslu. Současně probíhá veliký rozvoj také v chemickém zpracování dřeva, ve kterém probíhá výroba nových materiálů na bázi dřeva. Podobně jako je tomu dnes u papíru, kde vše je obchodováno váhovými přejímkami, tak i v tomto průmyslu tomu nebude jinak. Sortiment střední kvality, nebude schopný zajistit financování lesních majetků, tak jako v současnosti. Tento faktor není znepokojující, protože při zpracování dřevin jako jsou např. duby, buky, javory, jeřáby se naplňují podmínky jak pro pestrou dřevinnou skladbu lesů, tak i pro zpracování menšího počtu konkrétních stromů.
- 4) Snížit dobu obmýtí u dřevin, které nelze adaptovat, ale zatím se nerozpadly – Například ve středních polohách, kde přežijí lesy s dominancí jehličnanů a zároveň jsou ve věku, kdy lze provést přestavbu lesního porostu, tak za vhodné řešení se považuje, zkrácení doby obmýtí – např. ze 110 let na 80 let. Vzhledem k tomu, že v lesnictví je hlavním zdrojem příjmu (až 90%) prodej dřeva, ze kterého se financují i mimoprodukční funkce lesa, jako jsou opatření na zadržování vody v krajině nebo údržeb turistických cest. Pro vlastníka takového lesního porostu je nejlepší může-li zavčas prodat vypěstované dříví než riskovat, že mu za dalších 10 možná 20 let uschne vše a přijde o výnos. Navíc za včasný prodej dřeva může vlastník změnit dřevinou skladbu. Další fatální krok pro hospodaření může vzniknout tak, že vlastník nechá doživořit porost do 110 let, poté bude ochuzen o výnos z kvalitního dříví a s velkou pravděpodobností bude reprodukovat nadále smrk, protože jeho sazenice jsou samozřejmě levnější než nákup sazenic jedle, klenu, buku či dubu. K tomu všemu započítáme ještě kilometry plotů, které jsou nutné pro zajištění kultur před okusem zvěře.

### **5.2.2. Rozdělení adaptačních opatření**

- 1) Typ stanoviště – Vzhledem k současnému stavu vysychání bučin víme, že v pásmu přirozeném pro bučiny je nejlepší volbou buk s výjimkou v jižních a jihozápadně položených místech, kde dochází k prosychání a starší porosty

odumírají. Za předpokladu, že nebudou zavčas obnoveny, tak s velikou pravděpodobností vlastníci přijdou opět o výnos. Následně nebudou mít dostatek finančních prostředků na úpravu dřevinné skladby, protože z těžby palivového dříví nevydělají potřebný kapitál na obnovu přirozené dřevinné skladby.

- 2) Porostní typ – Každý vlastník lesa, zdědil les po svém předchůdci. Tudiž lesník, který zdědí převážně jehličnatý smrkový porost, postupuje při adaptaci jinak, než lesník, který pracuje s bukovým porostním typem. Postupy se liší zejména výběrem vodné dřeviny pro podsadbu a vhodným načasováním podsadby. Za předpokladu, že lesník vlastní bukový porost, měl by přejít od pasečného hospodaření k nepasečnému, protože jakkoli se může zdát způsob hospodaření v buku dobrou formou, nemělo by docházet k produkování stejnověkých a stejnorodých porostů (Vrška 2019).

### **5.2.3. Využití přírodních procesů při pěstování lesních porostů**

Výhledově navržená opatření mají za cíl věkově, druhově a prostorově rozmanitý les, který je tvořen hospodářsky významnými dřevinami vhodnými pro dané stanoviště. Dále by měl být schopný odolávat extrémním klimatickým změnám, při kterých nedojde k velkoplošným ztrátám porostů. Základem je druhová diverzita, při které klademe důraz na prostorově a druhově různorodé porosty s vysokým využitím přírodních procesů, pestré dřevinné skladby, přirozené obnovy a variability pěstebních procesů. U stanoviště s nevhodně zvolenou skladbou dřevin se snažit posílit podíl meliorizačních a zpevňujících dřevin. S ohledem na změny klimatu, lze stanoviště doplnit i o druhy geograficky nepůvodní, avšak je dobré klást důraz na prověřené a neinvazivní druhy, kde se předpokládá široká ekologická amplituda. Do jisté míry upřednostňovat přirozenou obnovu lesa a minimalizovat technické odvodnění lesních pozemků a zvýšit tak retenční schopnost lesů. Dále by bylo vhodné vytvořit systém finančních podpor, který by poskytl oporu pro současný stav a pomohl zvýšení podílu melioračních a zpevňujících dřevin. Stále vysoké stavy zvěře, jsou velikým problémem pro lesní hospodáře a v souladu se zákonem o myslivosti by bylo záhodné dosáhnout takových stavů zvěře, aby byla možná přirozená obnova dřevin. Při těžbě dřeva v lesích aplikovat postupy a opatření proti rychlé erozi půdy a odtoku srážkových vod. Prodloužení zákonné lhůty k zalesnění a obnovy lesa tak, aby bylo

možné co nejlépe využít přirozenou obnovu lesních porostů (Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR ©2019).

#### **5.2.4. Změna preference druhů a ekotypů lesních dřevin**

V zájmu ochrany přírody a ekologického hospodářství, vytvářet stabilní lesní porosty s vyšším zastoupením domácích druhů a ekotypů dřevin. Nicméně s příchodem extrémních výkyvů počasí v důsledku klimatických změn je vhodné doplnit domácí dřevinou skladbu i o introdukované druhy dřevin, které disponují širokou ekologickou valencí a jsou odolné proti extrémním výkyvům počasí. V případě, že klimatické změny ohrožují domácí genofond, je nezbytné jej chránit. V důsledku vzniklých holin, při kalamitních situacích, využívat přípravné pionýrské druhy dřevin, které připraví vhodné podmínky pro úspěšnou obnovu dřevinné skladby. Přezkoumat prozatímní způsob regulace geograficky nepůvodních dřevin, které by mohli mít významný přínos pro lesní hospodářství a to zejména modřín a douglaska. Snaha připravit dřevinnou skladbu tak, aby odolala škodlivým biotickým a abiotickým činitelům a celkově měla vysokou odolnost a stabilitu. Klást větší důraz na kontrolu a monitoring výše zmíněných biotických činitelů, jako je podkorní hmyz, a v případě hrozící kalamity umět včas a správně zakročit. Podporovat a chránit mokřady v lesích. Určit lesní ekosystémy, ve kterých je nejvíce kritických oblastí a pro ně přednostně realizovat adaptační opatření a jejich účinky promítnout do oblastních plánů rozvoje České republiky. Ohledně adaptačních opatření příhodným způsobem poukázat na možnosti čerpání finančních dotací (Ministerstvo životního prostředí ©2019).

### **5.3. Průzkum veřejného mínění**

Ochrana životního prostředí je v České republice aktuálním tématem. Občané vnímají změny klimatu a jeho negativní působení na lesní ekosystémy. Veřejnost bere v potaz i mimoprodukční funkce lesa a hlasuje pro přírodě blízký způsob zacházení s lesem. Průzkumy ukazují, že lidé, které zajímá environmentální rozsah ochrany lesních ekosystému, mají vyšší vzdělání a jsou si vědomi i produkční funkce lesů. V této oblasti byly provedeny dva zásadní průzkumy. První se týkal změn klimatu v České republice.

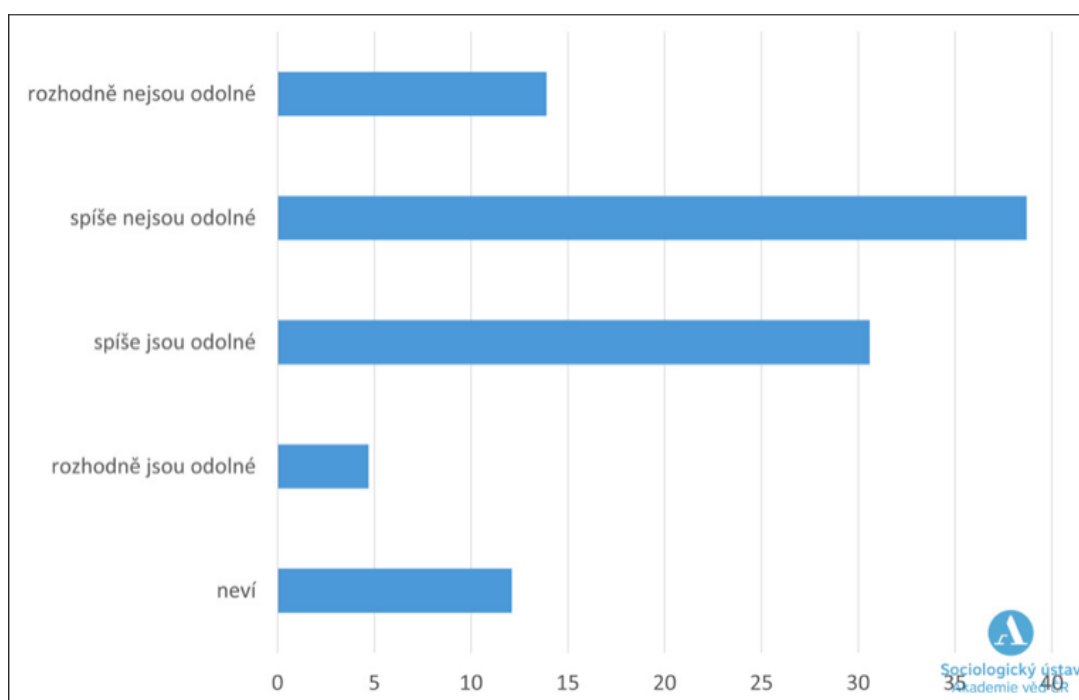
### **5.3.1. Průzkum o globální změně klimatu z roku 2015**

Jeden z prvních podrobnějších průzkumů, co se týče změn klimatu, který publikovala Masarykova univerzita v Brně, ukazuje, že nadpoloviční většina respondentů se domnívá, že dochází ke globální změně klimatu. Opačný názor, tedy že neprobíhá změna klimatu, mělo 29 % dotazovaných. Velká skupina lidí uvedla, že si osobně všimají globálních změn, a každý pátý dotazovaný z deseti je přesvědčený, že změna klimatu negativně ovlivňuje obyvatele České republiky už nyní. Jen malé procento lidí (1,6 %) odpovědělo, že takové dopady v České republice nenastanou nikdy. Podle průzkumu si lidé myslí, že globální změna klimatu nejvíce ohrozí budoucí generace a přírodu jako celek. Mezi hlavní rizika podle české společnosti patří vymírání, nebo pravděpodobné vymírání přírodních druhů, nárůst klimatických extrémů, nárůst terorismu a pro českou společnost blízký xenofobní postoj k přílivu uprchlíků z oblastí postižených změnou klimatu. Podle Jana Krajhanzla mají realistické uvažování lidé, kteří se domnívají, že klimatickou změnu se zvrátit nepodaří. Jen menšina dotazovaných si myslí, že je to možné. Nadpoloviční většina ale míní, že klimatickou změnu lze zmírnit a přizpůsobit se jí. Podle dotazovaných je klíčové pro řešení problémů spojených s klimatem, změna v přístupu politiků a přehodnocení životního stylu většiny společnosti. Vyhodnocení průzkumu ukázalo, že lidé jsou ochotni v souvislostech se změnou globálního klimatu snížit spotřebu vody a energie v domácnostech, dávat přednost výrobkům, které neškodí životnímu prostředí a omezovat dopravu autem nebo letadlem. Velká skupina populace nemá okolo sebe dostatečné vzory, které by je motivovaly k zodpovědnějšímu přístupu ke změnám globálního klimatu. Problém podle Jana Krajhanzla je také v tom, že po většině lidí, by byla vyžadována nějaká investice nebo sebe uskromnění (Ekolist ©2019).

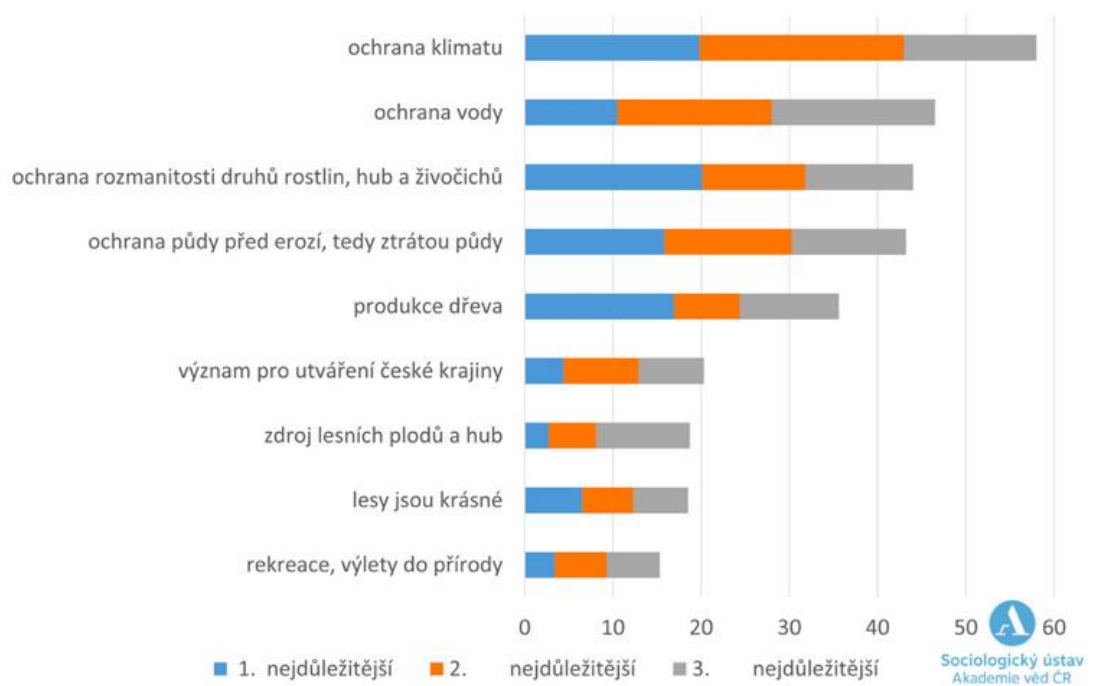
### **5.3.2. Průzkum o lesních ekosystémech v České republice z roku 2017**

Vzhledem k tomu, že se lesní ekosystémy rozprostírají zhruba na třetině území České republiky, tak jsou natolik důležitým krajinným prvkem, že hospodaření v nich se týká i témat spjatých se změnou klimatu a úbytkem biodiverzity. Je určitě dobré takové projekty uskutečňovat, aby se veřejnost seznámila s aktuálními poznatky o lesích. Průzkum provádělo Centrum pro výzkum veřejného mínění. Hlavní záměr byl zmapování české veřejnosti ve vztahu k lesům a s tím související hospodaření

v nich, a s tím spojená změna klimatu, kdy na lesy působí stále větší sucho a vysoké teploty. Nadpoloviční většina (53 %) z dotazovaných se domnívá, že lesy České republiky nejsou dostatečně odolné a připravené čelit změnám klimatu. Naopak za odolné a připravené je považuje 35 % respondentů. (viz. graf č. 7) Když měli vybrat nejdůležitější funkce lesů, často se objevovali mimoprodukční funkce lesů, ale v hojném počtu se také vyskytovala produkce dřeva a ochrana klimatu. (viz. graf č. 8) Co podle dotazovaných nejvíce škodí lesům? Až 77 % lidí považuje za nejhorší znečištěné prostředí a holosečnou těžbu dřeva. Dále se česká společnost přiklání k přírodě bližším podobám lesa, tedy aby se do českých lesů vrátily šelmy, nebo aby probíhala těžba po malých skupinách stromů nebo jednotlivých kusech. To má za následek větší odolnost lesa vůči klimatickým změnám jako je sucho a vysoké teploty. Přes všechny výše uvedené poznatky bychom mohli usuzovat, že lidé dávají přednost přírodě blízkému hospodaření v lesích. Nicméně tento fakt se nějak významně nepromítá do spotřeby lidí, kteří o existence certifikátů na výrobcích spíše nevědí (86 %) a pouze 7 % respondentů se rozhoduje při koupi výrobku, zda-li jde o produkt šetrného hospodaření či nikoliv (Sociologický ústav AV ČR ©2017).



Graf 8. Odolnost lesů vůči klimatickým změnám (Sociologický ústav AV ČR ©2017).



Graf 9. Důležitost funkcí lesa (Sociologický ústav AV ČR ©2017).



## 6. Diskuse

Lesy pokrývají zhruba třetinu rozlohy České republiky a bezesporu jsou nezastupitelnou složkou naší krajiny. Představují přirozené biotopy velké části domácích druhů rostlin a živočichů a hrají tak klíčovou roli v uchování biologické rozmanitosti naší přírody.

Vysoká biodiverzita souvisí především s vertikální strukturou porostu. V přírodním lese jsou většinou zastoupena všechna vegetační patra a různé věkové kategorie stromů, oproti tomu v hospodářském lese, zvláště pak v monokulturním je biodiverzita výrazně nižší (Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy univerzity v Brně 2001).

Aktuálně nejrozšířenější dřevinou našich lesů je smrk ztepilý. V mnoha oblastech dochází v posledních desetiletích k jeho odumírání, které souvisí s více faktory – suchem, houbovými infekcemi, podkorním a listožravým hmyzem. Je nepochybné, že v mnoha případech je to důsledek pěstování smrkových monokultur na stanovištích pro něj zcela nepřírodných (Žárník 2007).

Smrk ztepilý u nás býval přirozenou dřevinou horských lesů, mokřin, rašelinišť a také inverzních údolí. Od poloviny 18. století se ale na našem území vysazuje ve velkých počtech v hospodářských lesích. Postupně se z něj stala nejrozšířenější a ekonomicky nejvýznamnější dřevina České republiky. V dnešní době čelí smrkové porosty velkým výzvám, jako je globální oteplování. Smrky se musí vyrovnávat s rostoucí teplotou a také častějším a intenzivnějším suchem (Botanický ústav AV České republiky ©2017).

Jaké příčiny má hynutí lesních porostů, ztráta jejich odolnosti, časté kalamity, nízká biologická diverzita, pokles retenční schopnosti? Většina z nich souvisí se způsobem hospodaření. České lesnictví totiž konzervativně trvá na hospodářském modelu stejnověkého lesa a paseky. Vědci a odborníci, kteří se ve své práci lesy a jejich ochranou zabývají, považují za potřebné, aby příslušné úřady a zákonodárci provedli opatření, jež zajistí zlepšení. Ke zlepšení stavu českých lesů je nezbytná systémová změna hospodaření. Je nutné zcela opustit hospodářský model stejnověkého lesa a paseky (holiny) a přejít na trvale udržitelné, přírodě blízké lesní hospodaření, které zajišťuje trvalost a nepřetržitost produkce dřeva i existence všech

složek lesního ekosystému. K tomu je potřebná změna způsobů řízení, zejména lesního hospodářského plánování, ale také výuky na lesnických školách tak, aby školství i výzkum šly v čele změn a dostaly se zpět na evropskou úroveň (Ekolist ©2006).

Většina populace vnímá les jako základní přírodní hodnotu, ale už méně lidí si uvědomí, že část našich lesů tvoří v podstatě plantáže na dřevo, kde se hospodařící subjekty snaží maximalizovat zisk. Je nutno zdůraznit, že les zdaleka není jen lesní porost, podléhá přírodním zákonitostem, výkyvům klimatu a ovlivňuje flóru a faunu, která v něm žije. Hospodaření v lesích by mělo zajistit rovnováhu mezi naplňováním produkční a mimoprodukční funkcí lesa. Při hospodaření v lesích by nemělo docházet k uplatňování jednostranných ekonomických zájmů na úkor respektování ekologických hledisek.

Každý problém vždy vyvolá otázku, čím je to vina, a zda mu šlo předejít? U současného chřadnutí lesních porostů tomu není jinak. Avšak důležitější, než hledat viníka, je hledat řešení a poučit se z chyb. Je nezbytné adaptovat lesy na změnu klimatu, ale rovněž náš přístup a pohled na les, který není pouze zdrojem dříví. Následná ztráta druhové diverzity je promítnuta na příkladu Drbákov-Albertovy skály (viz. kapitola 5.1.7), kde došlo ke změně původní druhové skladby. Byly zde sázeny nepůvodní dřeviny zejména pro navýšení hospodářské užitnosti. V současné době v místech nepůvodní dřevinné skladby začali chřadnout borovicové porosty a vznikla kůrovcová kalamita. Bude celkem složité vrátit les do původní podoby, nicméně pevně doufám, že je to možné.

## 7. Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo vyhodnocení dopadů klimatické změny na funkce lesních ekosystémů v České republice. Na základě nashromážděných dat o vývoji klimatu na území České republiky, vztazích mezi klimatem, lesnickou typologií a způsoby hospodaření byly definovány základní pojmy. Spolu s přehledem dopadů klimatické změny, byl zpracován i ucelený náhled adaptačních opatření v oblasti přístupů hospodaření v lesních ekosystémech, které jsou založeny na šetrnějším a přírodě bližším hospodaření. Mezi nejdůležitější opatření patří změna dřevinného složení, zvýšení biodiverzity, snížení doby obmýtí, introdukce nových druhů a využívání nepasečných způsobů hospodaření. Zmíněná opatření podpoří zvýšení biologické rozmanitosti, ekologickou stabilitu, odolnost a přizpůsobivost lesů ke změnám klimatu.

## Přehled literatury a použitých zdrojů

- [1] *Aktuální situace chřadnutí smrkových porostů a kůrovcová kalamita z pohledu Lesů ČR* [online]. Praha: Tomáš Pospíšil, 2018 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/zamereno-na-verejnost/aktualni-situace-chradnuti-smrkovych-porostu-a-kurovcova-kalamita-z-pohledu-lesu-cr/?fbclid=IwAR36hvliWFmlgsnHFjaO9ApVdDVh6UDewnLlMFKTgo2XAXcSTI0gkC90L3A>
- [2] *Aktuální versus přirozené rozšíření smrku ztepilého v ČR* [online]. Praha: Štěpán Křístek, Milan Žárník, 2007 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2007/cislo-12/aktualni-versus-prirozene-rozsireni-smrku-ztepileho-cr.html#pozn1>
- [3] BALDWIN, Andrew, Vital ecosystem security: Emergence, circulation and the biopolitical environmental citizen. *Geoforum* [online]. Elsevier B.V., 2013 [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016718512000048> CLIMATE CHANGE IN EUROPE [online]. [cit. 2020-03-11].
- [4] *Dopady změny klimatu na EU a ČR - Lesnictví* [online]. Brno: Ústav výzkumu globální změny AV ČR, 2015 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: <https://www.klimatickazmena.cz/cs/vse-o-klimaticke-zmene/dopady-zmeny-klimatu-na-eu-a-cr-lesnictvi/>  
Dostupné z: <https://www.eea.europa.eu/publications/urban-adaptation-to-climate-change>
- [5] EUROPEAN ENVIROMENT AGENCY. URBAN ADAPTATION TO
- [6] FLEAGLE, Robert Guthrie a Joost Alois BUSINGER. *An introduction to atmospheric physics*. 2d ed. New York: Academic Press, 1980. ISBN 0-12-260355-9.
- [7] IPCC, 2014. Intergovernmental Panel on Climate Change, Impacts Adaptation and Vulnerability: Regional Aspects. New York: Cambridge University Press. ISBN 978-1-107-05816-3.

- [8] *Jak smrky reagují na změny klimatu?* [online]. Průhonice: J. Altman, 2013 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z:  
<https://www.ibot.cas.cz/cs/blog/2017/10/30/jak-smrky-reaguji-na-zmeny-klimatu/>
- [9] JE U NÁS VÍC LISTNATÝCH, NEBO JEHLIČNATÝCH STROMŮ? *Http://letemlesem.cz* [online]. Praha: <http://letemlesem.cz>, 2017 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z:  
<http://letemlesem.cz/zajimavosti/je-u-nas-vic-listnatych-nebo-jehlicnatych-stromu/>
- [10] *Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR*[online]. Brno: EKOTOXA, 2015 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z:  
[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie\\_dopadu\\_zmena\\_klimatu/\\$FILE/OEOK-Komplexni\\_studie\\_dopady\\_klima-20151201.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie_dopadu_zmena_klimatu/$FILE/OEOK-Komplexni_studie_dopady_klima-20151201.pdf)
- [11] *Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR*[online]. Brno: EKOTOXA, 2015 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z:  
[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie\\_dopadu\\_zmena\\_klimatu/\\$FILE/OEOK-Komplexni\\_studie\\_dopady\\_klima-20151201.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie_dopadu_zmena_klimatu/$FILE/OEOK-Komplexni_studie_dopady_klima-20151201.pdf)
- [12] *Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR*[online]. Brno: EKOTOXA, 2015 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z:  
[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie\\_dopadu\\_zmena\\_klimatu/\\$FILE/OEOK-Komplexni\\_studie\\_dopady\\_klima-20151201.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie_dopadu_zmena_klimatu/$FILE/OEOK-Komplexni_studie_dopady_klima-20151201.pdf)
- [13] *Komplexní studie dopadů, zranitelnosti a zdrojů rizik souvisejících se změnou klimatu v ČR*[online]. Brno: EKOTOXA, 2015 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z:  
[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie\\_dopadu\\_zmena\\_klimatu/\\$FILE/OEOK-Komplexni\\_studie\\_dopady\\_klima-20151201.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/studie_dopadu_zmena_klimatu/$FILE/OEOK-Komplexni_studie_dopady_klima-20151201.pdf)

\_klimatu/\$FILE/OEOK-Komplexni\_studie\_dopady\_klima-  
20151201.pdf

- [14] Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky. *Https://www.klimatickazmena.cz* [online]. Praha, 2016 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: <http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/koncepce-a-strategie/koncepce-na-ochranu-pred-nasledky-sucha.html>
- [15] KUKRÁL, Jan. *Adaptace lesů na klimatické změny a extrémní meteorologické jevy*. České Budějovice: Jih, 2015. ISBN 978-80-86266-10-7.
- [16] KUKRÁL, Jan. *Adaptace lesů na klimatické změny a extrémní meteorologické jevy*. České Budějovice: Jih, 2015. ISBN 978-80-86266-10-7.
- [17] *Kůrovec jako mediální hvězda* [online]. Praha: František Sehnal, 2015 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: <https://www.romanmachac.cz/blog/iv-kurovec-klicovy-druh-28.html?fbclid=IwAR22pzDZ2-7EF6aC8l5r5GBVMiN6OA43DkNmsTNq-p2cxjUN-sxIoJly-sA>
- [18] Les v ochraně přírody a ve stabilitě krajiny. *Https://ldf.mendelu.cz* [online]. Brno: Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy univerzity v Brně, 2001 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: [https://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani\\_v\\_heslech/pestsyst/ucpestov/ucel\\_les\\_vochr\\_prir.html](https://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/pestsyst/ucpestov/ucel_les_vochr_prir.html)
- [19] *LESY A LESNICTVÍ NA HISTORICKY NEJVÝZNAMNĚJŠÍ KŘÍŽOVATCE* [online]. Praha: Fórum ochrany přírody, 2019 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: <http://www.casopis.forumochranyprirody.cz/magazin/analyzy-komentare/lesy-a-lesnictvi-na-historicky-nejvyznamnejsi-krizovatce>
- [20] *LESY A LESNICTVÍ NA HISTORICKY NEJVÝZNAMNĚJŠÍ KŘÍŽOVATCE* [online]. Praha: Fórum ochrany, 2019 [cit. 2020-06-13].

Dostupné z:

[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena\\_klimatu\\_adaptacni\\_strategie/\\$FILE/OEOK-Adaptacni\\_strategie-20151029.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf)

- [21] Lesy pohledem české veřejnosti: jak mají vypadat a jak se v nich má hospodařit. *Https://www.soc.cas.cz* [online]. Praha: Sociologický ústav AV ČR, 2017 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: [https://www.soc.cas.cz/aktualita/lesy-pohledem-ceske-verejnosti-jak-maji-vypadat-jak-se-v-nich-ma-hospodarit?fbclid=IwAR36dLzHgFHoS45EWRSyikzg9iaksAQnrGBjTFampNPuiGEiNjFPodLp\\_WjM](https://www.soc.cas.cz/aktualita/lesy-pohledem-ceske-verejnosti-jak-maji-vypadat-jak-se-v-nich-ma-hospodarit?fbclid=IwAR36dLzHgFHoS45EWRSyikzg9iaksAQnrGBjTFampNPuiGEiNjFPodLp_WjM)
- [22] METELKA, Ladislav a Radim TOLASZ. Klimatické změny: fakta bez mýtů. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí, c2009. ISBN 978-80-87076-13-2.
- [23] METELKA, Ladislav a Radim TOLASZ. *Klimatické změny: fakta bez mýtů*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí, c2009. ISBN 978-80-87076-13-2.
- [24] MORICE, Colin P., John J. KENNEDY, Nick A. RAYNER a Phil D.JONES. Quantifying uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble of observational estimates: The HadCRUT4 data set. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2012, 117(D8), n/a-n/a. DOI: 10.1029/2011JD017187. ISSN 01480227. Dostupné také z: <http://doi.wiley.com/10.1029/2011JD017187>
- [25] Oblastní plány rozvoje lesů 2: sborník příspěvků : 28.6.2018 Praha, Ministerstvo zemědělství ČR. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů a Česká lesnická společnost, 2018. ISBN 978-80-88184-20-1.
- [26] Očekávané dopady změny klimatu. *Https://www.klimatickazmena.cz* [online]. Brno, 2016 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: [http://www.klimatickazmena.cz/download/22228ee8494033981cfb6c742e521172/8.%20kapitola\\_ocekavane%20dopady%20zmen%20klimatu.pdf](http://www.klimatickazmena.cz/download/22228ee8494033981cfb6c742e521172/8.%20kapitola_ocekavane%20dopady%20zmen%20klimatu.pdf)

- [27] Pěstování lesů pod vlivem měnícího se klimatu [online]. Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno, 2013 [cit. 2020-03-29].  
Dostupné z:  
[https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/EOPORY/Pesteni\\_lesu\\_II/el3\\_Pestovani%20lesu%20pod%20vlivem%20meniciho%20se%20klimatu.pdf?fclid=IwAR3V4nfGD6hArERUTk8A0qMbaEPS4weWRlytrbRqOAWnQssXDZJLwyEVxPY](https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/EOPORY/Pesteni_lesu_II/el3_Pestovani%20lesu%20pod%20vlivem%20meniciho%20se%20klimatu.pdf?fclid=IwAR3V4nfGD6hArERUTk8A0qMbaEPS4weWRlytrbRqOAWnQssXDZJLwyEVxPY). Výzkum. Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 3, 613 00 Brno.
- [28] Plán péče o NPR Drbákov - Albertovy skály [online]. Praha: AOPK - ČR, 2013 [cit. 2020-06-25]. Dostupné z:  
<http://www.ochranaprirody.cz/lokality/?idlokality=84>
- [29] Probíhající a očekávané změny klimatu a s nimi související změny podmínek pro růst dřevin [online]. Lesnická a dřevařská fakulta Mendelovy univerzity v Brně, Zemědělská 3, Brno 613 00, 2014 [cit. 2020-03-29] Dostupné z:  
[http://www.czechfsc.cz/data/moznosti\\_adaptace\\_na\\_klimatickou\\_zmenu/Cermak\\_Mikita\\_FSC\\_seminare-2017.pdf](http://www.czechfsc.cz/data/moznosti_adaptace_na_klimatickou_zmenu/Cermak_Mikita_FSC_seminare-2017.pdf). Výzkum. Mendelovy univerzity v Brně, Zemědělská 3, Brno 613 00.
- [30] *Stav lesů - Stanovisko vědců a odborných pracovníků k ochraně českých lesů* [online]. Praha: ekolist.cz, 2006 [cit. 2020-06-13].  
Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/stav-lesu-stanovisko-vedcu-a-odbornych-pracovniku-k-ochrane-ceskych-lesu>
- [31] *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR* [online]. Praha: Zpracovalo Ministerstvo životního prostředí, 2014 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z:  
[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena\\_klimatu\\_adaptacni\\_strategie/\\$FILE/OEOK-Adaptacni\\_strategie-20151029.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf)
- [32] *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR* [online]. Praha: Zpracovalo Ministerstvo životního prostředí, 2014 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z:



- [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena\\_klimatu\\_adaptacni\\_strategie/\\$FILE/OEOK-Adaptacni\\_strategie-20151029.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie/$FILE/OEOK-Adaptacni_strategie-20151029.pdf)
- [33] Sucho v Česku se prohlubuje. <https://www.intersucho.cz> [online]. Praha: CzechGlobe, 2020 [cit. 2020-06-22]. Dostupné z: <https://www.intersucho.cz/cz/o-suchu/aktuality/sucho-v-cesku-se-prohlubuje-v-pude-chybi-hektolitry-vody/>
- [34] ŠEFL, Jiří. *Funkce lesa - základy*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-893-4.
- [35] ŠEFL, Jiří. *Funkce lesa - základy*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-893-4.
- [36] TOLASZ, Radim. *Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia*. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007. ISBN 9788086690261.
- [37] Typologický klasifikační systém ÚHÚL. <http://www.uhul.cz> [online]. Brandýs n. L., 1987 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: [http://www.uhul.cz/images/typologie/Typologicky\\_klasifikacni\\_system\\_UHUL\\_Pliva\\_1987.pdf?fbclid=IwAR0wSlzEP9rVqTxj00LotNSelbHyY0qQ9u6YI4zYqY6VgZTS1TvYXQdIq50](http://www.uhul.cz/images/typologie/Typologicky_klasifikacni_system_UHUL_Pliva_1987.pdf?fbclid=IwAR0wSlzEP9rVqTxj00LotNSelbHyY0qQ9u6YI4zYqY6VgZTS1TvYXQdIq50)
- [38] Typologický klasifikační systém ÚHÚL. <https://is.muni.cz> [online]. Brno: Alois Zlatník 1976, 1987 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index\\_VS.html](https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index_VS.html)
- [39] *Většina Čechů míní, že ke globální změně klimatu dochází. A ohrožuje lidstvo i přírodu* [online]. Praha: <https://ekolist.cz>, 2019 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/pruzkum-vetsina-cechu-mini-ze-ke-globalni-zmene-klimatu-dochazi-a-ohrozuje-lidstvo-i-prirodu>
- [40] WILHITE, Donald A., 2006. Drought and water crises: Science, technology, and management issues. 1. Boca Raton: CRC Press. ISBN

- 0824727711.U.S. Census Bureau - Lidská populace: graf, 2015. Gnosis - internetový magazín pro ty, kdo hledají poznání [online]. Praha: Gnosis [cit. 2016-09-15]. Dostupné z: <http://gnosis9.net/populace.php>
- [41] Změna klimatu v ČR [online]. Na Šabatce 2050/17, Praha, 143 00, Česko: ČHMÚ, 2010 [cit. 2020-03-29]. Dostupné z: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap10.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap10.pdf)
- [42] Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2018. [Http://eagri.cz](http://eagri.cz) [online]. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2018 [cit. 2020-06-13]. Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/634125/Zprava\\_o\\_stavu\\_lesa\\_2018\\_verze\\_vladni.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/634125/Zprava_o_stavu_lesa_2018_verze_vladni.pdf)
- [43] *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky: Report on the state of forests and forestry in the Czech Republic : stav k ..* Praha: Ministerstvo zemědělství v nakladatelství Lesnická práce, 1995. ISBN 978-80-7434-530-2.

## Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1. Průměrná roční teplota ovzduší České republiky (ČHMÚ ©2010)

dostupné z:

[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap10.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap10.pdf)

Obrázek 2. Průměrná roční teplota ovzduší České republiky (ČHMÚ ©2010)

dostupné z:

<https://pocasimeteoaktuality.wordpress.com/klimatologie/klima-v-cr/>

Obrázek 10. Průměrný roční úhrn srážek (ČHMÚ ©2010) dostupné z:

<https://pocasimeteoaktuality.wordpress.com/klimatologie/klima-v-cr/>

Obrázek 11. Průměrný roční úhrn srážek (ČHMÚ ©2010) dostupné z:

<https://pocasimeteoaktuality.wordpress.com/klimatologie/klima-v-cr/>

Obrázek 5. Podíl lesních pozemků na rozloze okresů k 31.12. 2017 (ČÚZK

©2017) dostupné z:

<https://www.statistikaamy.cz/2018/09/lesy-pokryvaji-tretinu-uzemi/>

Obrázek 6. Vegetační stupně (Buček a Lacina©1999) dostupné z:

[https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index\\_VS.html](https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index_VS.html)

Obrázek 7. Vegetační stupně (Buček a Lacina ©1999) dostupné z:

[https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index\\_VS.html](https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index_VS.html)

Obrázek 8. Potenciálně vhodné klimatické podmínky pro pěstování lesa mezi

roky 1961-1990 (ČHMÚ ©2016) dostupné z:

<http://www.frameadapt.cz/coajdfadlf/uploads/2015/07/1->

[3\\_Modelovani\\_podminek\\_pro\\_pestovani\\_SM\\_BK\\_DB.pdf](http://www.frameadapt.cz/coajdfadlf/uploads/2015/07/1-3_Modelovani_podminek_pro_pestovani_SM_BK_DB.pdf)

Obrázek 9. Potenciálně vhodné klimatické podmínky pro pěstování lesa mezi lety

1991-2014 (ČHMÚ ©2016) dostupné z:

<http://www.frameadapt.cz/coajdfadlf/uploads/2015/07/1->

[3\\_Modelovani\\_podminek\\_pro\\_pestovani\\_SM\\_BK\\_DB.pdf](http://www.frameadapt.cz/coajdfadlf/uploads/2015/07/1-3_Modelovani_podminek_pro_pestovani_SM_BK_DB.pdf)

Obrázek 10. Potenciálně vhodné klimatické podmínky pro pěstování lesa mezi lety 2021-2040 (ČHMÚ ©2016) dostupné z:

[http://www.frameadapt.cz/coajdfadlf/uploads/2015/07/1-3\\_Modelovani\\_podminek\\_pro\\_pestovani\\_SM\\_BK\\_DB.pdf](http://www.frameadapt.cz/coajdfadlf/uploads/2015/07/1-3_Modelovani_podminek_pro_pestovani_SM_BK_DB.pdf)

Obrázek 11. Potenciálně vhodné klimatické podmínky pro pěstování lesa mezi lety 2041-2060(ČHMÚ ©2016) dostupné z:

[http://www.frameadapt.cz/coajdfadlf/uploads/2015/07/1-3\\_Modelovani\\_podminek\\_pro\\_pestovani\\_SM\\_BK\\_DB.pdf](http://www.frameadapt.cz/coajdfadlf/uploads/2015/07/1-3_Modelovani_podminek_pro_pestovani_SM_BK_DB.pdf)

Obrázek 12. Lesy napadené lýkožroutem smrkovým (PEFC ©2019). Dostupné z:

<https://echo24.cz/g/SkTy4/kurovec-nam-opravdu-zere-lesy-do-roka-muze-byt-mrtva-skoro-ctvrtina-lesu/1>

Obrázek 13. Usychání borovic (Ebrer 2019) dostupné z:

[https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/alesn-erber-priciny-usychani-borovic-a-zkusenosti-s-jeji-adaptaci?fbclid=IwAR0Gh-a\\_ULbtg\\_xZx-I87ShbK2DO\\_oFkcqTjClj8i5bcVdIL6NKi9CIgOK4](https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/alesn-erber-priciny-usychani-borovic-a-zkusenosti-s-jeji-adaptaci?fbclid=IwAR0Gh-a_ULbtg_xZx-I87ShbK2DO_oFkcqTjClj8i5bcVdIL6NKi9CIgOK4)

Obrázek 14. Vodní bilance – rozdíl ročního úhrnu srážek (VÚV ©2016) dostupné 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)

Obrázek 15. Ohrožení lesních porostů suchem 2015 (Ministerstvo zemědělství ©2015) dostupné z: <https://www.nase-voda.cz/mapy-ohrozeni-smrkovych-porostu-suchem-pomohou-rozpoznat-rizika/>

Obrázek 16. Feromonový lapač (Zahradník 2016) dostupné z: <http://www.silvarium.cz/lesnictvi/pouziti-feromonovych-lapacu-v-ochrane-lesa-proti-lykozroutu-smrkovemu>

Obrázek 17. Zastoupení přirozenosti lesních porostů (AOPK ©2013) dostupné z:

[http://www.ochranaprirody.cz/lokality/?idlokality=84&fbclid=IwAR3d\\_c-ddghrOieEU3iIAanNfoUpUozJdFceX4WS-yCTdxsIWJCD7u6voUA](http://www.ochranaprirody.cz/lokality/?idlokality=84&fbclid=IwAR3d_c-ddghrOieEU3iIAanNfoUpUozJdFceX4WS-yCTdxsIWJCD7u6voUA)

Graf 1. Průběh průměrných ročních teplot vzduchu (°C) na stanici Praha-Klementinum (ČHMÚ ©2010) dostupné z:

[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap10.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap10.pdf)

Graf 2. Průběh ročních úhrnů srážek (mm) na stanici Praha-Klementinum (ČHMÚ ©2010) dostupné z:

[http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc\\_chap10.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap10.pdf)

Graf 3. Kategorie lesů k 31.12. 2017 (ÚHÚL 2017) dostupné z:

<https://www.statistikaamy.cz/2018/09/lesy-pokryvaji-tretinu-uzemi/>

Graf 4. Lesnatost mezi lety 1790-2018 (Ministerstvo zemědělství©2019) dostupné z: <http://www.uhul.cz/rychle-informace/85-lesnatost-cr-je-33-8>

Graf 5. Vlastnictví lesů České republiky (Ministerstvo zemědělství ©2018) dostupné z: <http://letemlesem.cz/zajimavosti/je-u-nas-vic-listnatych-nebo-jehlicnatych-stromu/>

Graf 6. Zastoupení lesních dřevin v České republice (Ministerstvo zemědělství ©2017) dostupné z: <http://letemlesem.cz/zajimavosti/je-u-nas-vic-listnatych-nebo-jehlicnatych-stromu/>

Graf 7. Těžby dřevin v České republice (Czech forest©2018) dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/jan-prihoda-czech-forest-vyse-kalamitnich-tezeb-za-rok-2018-ukazuje-zavaznost-situace-i-extremni-nasazeni-lesniku>

Graf 8. Odolnost lesů vůči klimatickým změnám (Sociologický ústav AV ČR ©2017) dostupné z: [https://www.soc.cas.cz/aktualita/lesy-pohledem-ceske-verejnosti-jak-maji-vypadat-jak-se-v-nich-ma-hospodarit?fbclid=IwAR36dLzHgFHoS45EWRSyikzg9iksAQnrGBjTFampNPuiGEiNjFPOdLp\\_WjM](https://www.soc.cas.cz/aktualita/lesy-pohledem-ceske-verejnosti-jak-maji-vypadat-jak-se-v-nich-ma-hospodarit?fbclid=IwAR36dLzHgFHoS45EWRSyikzg9iksAQnrGBjTFampNPuiGEiNjFPOdLp_WjM)

Graf 9. Důležitost funkcí lesa (Sociologický ústav AV ČR ©2017) dostupné z: [https://www.soc.cas.cz/aktualita/lesy-pohledem-ceske-verejnosti-jak-maji-vypadat-jak-se-v-nich-ma-hospodarit?fbclid=IwAR36dLzHgFHoS45EWRSyikzg9iksAQnrGBjTFampNPuiGEiNjFPOdLp\\_WjM](https://www.soc.cas.cz/aktualita/lesy-pohledem-ceske-verejnosti-jak-maji-vypadat-jak-se-v-nich-ma-hospodarit?fbclid=IwAR36dLzHgFHoS45EWRSyikzg9iksAQnrGBjTFampNPuiGEiNjFPOdLp_WjM)