

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



**Fakulta lesnická  
a dřevařská**

**Ekologické lesnictví a mikroklima v podmínkách změn klimatu**

Bakalářská práce

Autor: Simon Zwaan

Vedoucí práce: Ing. Pavel Janda, Ph.D.

2022

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Simon Zwaan

Lesnictví

Lesnictví

Název práce

**Ekologické lesnictví a mikroklima v podmínkách změn klimatu**

Název anglicky

**Ecological forestry and microclima under climate change**

---

### Cíle práce

Cílem je vypracovat rešerši na téma ekologické lesnictví a mikroklima v podmínkách změn klimatu. Práce bude zaměřena na ekologické lesnictví a jeho možnosti užití v podmínkách klimatických změn v České republice. Specifickým cílem bude popis mikroklima a s ním spojených hrozeb suchem v lese. Práce by se zaměřila na zadržování vody v lese, metody zamezující zbytečné vypařování a zadržování vlhkosti.

### Metodika

Vědecká práce bude zahrnovat vypracování rešerše na dané téma. Za pomoci domácí a zahraniční literatury bude zpracována odborná literární rešerše. Následně bude práce doplněna dotazníkem. Dotazník by byl vyplňován lidmi přímo z praxe. Oslovení by měli být lidé z více oborů např. ekologové, vodohospodáři a lesníci. Struktura práce bude odpovídat standardním požadavkům na tento typ práce na Fakultě lesnické a dřevařské, České zemědělské univerzity v Praze.

Harmonogram zpracování:

Práce bude vypracována v průběhu roku 2020 a 2021. Během roku 2020 proběhne studium odborné literatury, zpracování, vyhodnocení a analyzování dat. Leden 2021 – odevzdání první verze textu DP. Duben 2021 – odevzdání DP školiteli.

## Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran

## Klíčová slova

sucho, klima, lesní hospodaření, dotazník

---

## Doporučené zdroje informací

- Brang, P., Spathelf, P., Larsen, J.B., Bauhus, J., Boncina, A., Chauvin, C., Drossler, L., Garcia-Guemes, C., Heiri, C., Kerr, G., Lexer, M.J., Mason, B., Mohren, F., Muhlethaler, U., Nocentini, S., Svoboda, M., 2014. Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry* 87, 492–503.
- Bréda, N., Huc, R., Granier, A., Dreyer, E., 2006. Temperate forest tree stand stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Ann. For. Sci.* 63, 625–644.
- Bussotti, F., Pollastrini, M., Holland, V., Brüggemann, W., 2015. Functional traits and adaptive capacity of European forests to climate change. *Environ. Exp. Bot.* 111,91–113.
- Franklin, J.F., Mitchell, R.J., Palik, B.J., 2007. Natural Disturbance and Stand Development Principles for Ecological Forestry. USDA-FS, Northern Res. Sta., Gen. Tech. Rep. NRS-GTR-19, pp. 1–44.
- Gustafsson, L., Baker, S.C., Bauhus, J., Beese, W.J., Brodie, A., Kouki, J., Lindenmayer, D.B., Lohmus, A., Pastur, G.M., Messier, C., Neyland, M., Palik, B., Sverdrup-Thygeson, A., Volney, W.J.A., Wayne, A., Franklin, J.F., 2012. Retention forestry to maintain multifunctional forests: A world perspective. *Bioscience* 62, 633–645.
- Chen, J., Saunders, S.C., Crow, T.R., Naiman, R.J., Brosfokske, K.D., Mroz, G.D., Brookshire, B.L., Franklin, J.F., 1999. Microclimate in forest ecosystem and landscape ecology. *Bioscience* 49, 288–297.
- Kovács, B., Tinya, F., Németh, Cs., Ódor, P., 2020. Unfolding the effects of different forestry treatments on microclimate: results of a 4-year experiment. *Ecol. Appl* 30.
- Lindner, M., Maroschek, M., Netherer, S., Kremer, A., Barbati, A., Garcia-Gonzalo, J., Seidl, R., Delzon, S., Corona, P., Kolström, M., Lexer, M.J., Marchetti, M., 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *For. Ecol. Manage.* 259, 698–709.
- Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., Wild, J., Ascoli, D., Petr, M., Honkaniemi, J., 2017. Forest disturbances under climate change. *Nat. Clim. Change* 7, 395–402.
- Seymour, R.S.; Hunter, M.L., Jr. 1999. Principles of ecological forestry. In: Hunter, M.L., Jr., ed. *Composition in managing forests for biodiversity*. New York: Cambridge University Press: 22-61.
- 

## Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FLD

## Vedoucí práce

Ing. Pavel Janda, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 1. 7. 2020

**prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 21. 10. 2020

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 24. 03. 2022

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Ekologické lesnictví a mikroklima v podmínkách změn klimatu** vypracoval samostatně pod vedením **Ing. Pavla Jandy, Ph.D.** a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne.....

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval na prvním místě mému vedoucímu práce Ing. Pavlovi Janovi, Ph.D. za pohotovost a důkladnou podporu v práci. Zároveň velké poděkování náleží lidem mně blízkým za neustálou motivaci a podporu při práci.

## Abstrakt

Tato bakalářská práce se soustředí na vliv klimatických změn na lesní prostředí našeho území. Základem práce je literární rešerše popisující předpokládané změny a problémy budoucího lesnictví, převážně s ohledem na sucho a nedostatek vody. Zároveň tato práce hledá možnosti a doporučované postupy pro omezení negativních vlivů těchto změn, pomocí podpory či úpravy klimatického mikroklimatu. Mezi ně řadíme např. různé způsoby retence vody, zvyšování strukturní diverzity porostu, zvyšování biodiverzity včetně změny druhové skladby, kdy tato opatření jsou nejčastěji zmiňovaná v literatuře a jsou pravděpodobně nejefektivnější. Pro ověření užívání teoretických poznatků v praxi byl ve druhé části práce vytvořen dotazník. Tento dotazník vyhodnocoval dopady změn v lesním prostředí a následně používaná opatření k jejich zmírnění. Výsledkem práce je vyhodnocení propojení poznatků z odborné literatury a praxe a návrh nejefektivnějších a reálných opatření pro zdravý a prospěšný vývoj našich lesů v budoucnu.

Klíčová slova: sucho, klima, lesní hospodaření, dotazník

## Abstract

This bachelor thesis focuses on the impact of climate change on the forest environment of our country. The basis of the thesis is a literature research identifying the expected changes and issues of future forestry, mainly of drought and water shortage. At the same time, it looks for options and best practices to reduce the negative effects of these changes, mainly by support or change of the local microclimate. Different methods of water retention, stand diversity and biodiversity, including changes in species composition are the most common and reportedly the most effective. To verify the theoretical knowledge in practice, a questionnaire was created in the second part of the work in order to compare the impacts of changes in the forest environment and the use of defensive measures. The result of the work is a mutual connection between academic literature and practical knowledge, in selecting the most effective and realistic strategy for a healthy and beneficial future forest.

Key words: drought, climate, forest management, questionnaire

## Obsah

1	Úvod.....	9
2	Základní přehled .....	10
2.1	Les .....	10
2.2	Voda v lese .....	11
2.3	Klima.....	11
2.4	Globální oteplování .....	12
2.5	Sucho.....	12
2.6	Hospodářské způsoby obnovy lesa .....	13
2.6.1	Pasečný hospodářský způsob – holosečný způsob .....	14
2.6.2	Nepasečný hospodářský způsob – výběrný způsob .....	15
2.6.3	Podrostní způsob.....	16
3	Ekologické lesnictví.....	18
4	Dopady sucha a klimatických změn .....	21
5	Způsoby zadržování vody v lese.....	31
5.1	Meliorační a zpevňující dřeviny (MZD).....	31
5.2	Omezení vypařování vody .....	32
5.3	Vodní nádrže .....	33
5.4	Podzemní voda .....	33
6	Názory odborníků a pracovníků z praxe – dotazník. ....	35
6.1	Zpracování výsledků z dotazníku.....	35
7	Diskuse.....	39
8	Závěr práce.....	41
9	Zdroje.....	42
10	Přílohy .....	45

## Seznam doprovodných položek

### **Mapy**

Mapa 1 - Hrubé rozdělení zemí do bioklimatických zón.....21

### **Schémata**

Schéma 1 - Distribuce přímých, nepřímých a interakčních účinků .....26

### **Tabulky**

Tabulka 1 - Počet shodných odpovědí dle druhu opatření.....37

### **Grafy**

Graf 1 - Výsledek odpovědí na pátou otázku v dotazníku.....36

Graf 2 - Výsledek odpovědí na sedmou otázku v dotazníku .....36

Graf 3 - Výsledek odpovědí na jedenáctou otázku v dotazníku .....38

Graf 4 - Výsledek odpovědí na třináctou otázku v dotazníku .....38



## 1 Úvod

Tato práce se zaměřuje na negativní dopady globálních změn klimatu na naše lesy, a to zejména sucha a s ním spojené škody. Vliv globálních změn klimatu na klimatické mikroklima samotných lesů. Podporováním prvků ekologického lesnictví a zadržováním vody v lese se ustálí mikroklima vhodné ve prospěch lesa. Stabilní mikroklima by mělo omezit negativní dopad zmíněných klimatických změn, především sucha, jenž se rapidně prohlubuje, a mění tak výhled do budoucna pro lesnictví, ve kterém je zvykem dělat rozhodnutí na desítky, občas i stovky let dopředu a k tomu je potřeba určitý odhad budoucnosti. Teplota byla do nedávna relativně stálým faktorem při plánování, ale to se změnilo a dle aktuálních studií měnit bude. Existují již programy, které nám mohou být nápomocné v plánování i se změnou teplot, ale to nepomáhá stromům, které se budou sázet a budou změnami procházet. Velké množství druhů se již přizpůsobuje novým podmínkám a posouvají svoje hranice optimálního růstu více směrem k pólům a vyšším nadmořským výškám. Optimistickou vizí je aplikace metod a teorií z odborné literatury do praxe pro lepší budoucnost lesů. Metody zmiňované literaturou v souhrnu doporučují úpravu dřevinné skladby, včetně nepůvodní, podporu migrace druhů do svých nově vznikajících areálů, retence vody pro minimalizaci dopadů klimatických změn a přípravu lesů na přechodné období pomocí změny hospodářského přístupu. Neopomenutelným faktorem je pozitivní vliv biodiverzity na své okolní mikroklima. Odůvodnění těchto metod a názorů je součástí práce. Práce je zpracovaná formou rešerše vědeckých článků a doplněna dotazníkem, pro získání názoru z praxe a porovnání teoretických postupu s reálnými. Dotazník byl rozeslán odborné veřejnosti, a to primárně lesníkům, hydrologům a ekologům.

## 2 Základní přehled

Pro snadnější pochopení práce jsou zde vysvětlené základní pojmy používané v práci. Zároveň tyto základní pojmy poukazují na komplexní problematiku řešenou v práci, na propojení všech částí lesa a negativní vliv klimatických změn a sucha. Tyto negativní dopady lze pozorovat na změnách mikroklimatu, které může dopady minimalizovat v případě, že je stabilní. Jak mikroklima stabilizovat a další možnosti zlepšení stavu lesa budou rozvíjeny v dalších kapitolách.

### 2.1 Les

Představa, co je les může být u každého jiná, a i definice se mohou lišit. Rozdílná definice může působit komplikace a nedorozumění jak v teorii, tak následně v praxi, proto je vhodné si předem vyjasnit, jak les budeme vnímat. Představím zde dvě základní definice, které můžeme u nás potkat:

První je dle lesního zákona, kde se za les považují lesní porosty a jejich prostředí na pozemcích určené k plnění funkce lesa. Pozemky určené k plnění funkci lesa se dělí na lesní pozemky a jiné pozemky. Za lesní pozemky se považují pozemky, na nichž je lesní porost nebo plocha po odstranění porostu za účelem obnovy lesa, také lesní průseky a nezpevněné lesní cesty s maximální šířkou 4 m. Závěrem pozemky, na nichž byly lesní porosty dočasně odstraněny rozhodnutím orgánu státní správy lesů, jakožto jiné pozemky, stále však určené k plnění funkce lesa. Rozhodla-li tak státní správa lesů, za les se považují zpevněné lesní cesty, drobné vodní plochy, ostatní plochy a pozemky nad horní hranicí lesa (nazývané hole). S výjimkou i zastavěné pozemky a jejich příjezdové komunikace. Mezi jiné pozemky dále patří lesní pastviny a políčka pro zvěř, pokud nejsou součástí zemědělského půdního fondu a jestliže s lesem souvisejí nebo slouží lesnímu hospodářství. Lesní školky ani plantáže lesních dřevin se nepočítají mezi pozemky určené k plnění funkcí lesa, pokud nebyly založeny na pozemcích již k tomu určeným nebo, orgán státní správy lesů nerozhodne jinak.

V případě nerozhodnosti či nejasnosti, zdali pozemek je či není určen k plnění funkce lesa, rozhoduje orgán státní správy lesů. Také pozemky, které nespádají do předchozích rozhraní, může orgán státní správy lesů na žádost vlastníka, nebo s jeho souhlasem, prohlásit za pozemek určený k plnění funkce lesa, uzná-li tak za vhodné. (1)

Druhá definice se užívá i na mezinárodní úrovni a je ukotvena ve stanovách organizace Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) a je

stanovena na základě definice plochy a základních charakteristik stromů na dané ploše. Definice stanovuje les jako každou plochu o velikosti 0.5 hektaru a více se stromy vyššími než 5 metrů a pokrytím stromů, alespoň 10 %. Dodatkem se specifikuje, že i palmové či bambusové porosty se počítají jako les, pokud splňují základní kritéria. Dále sem patří oblasti s mangrovovými porosty v přílivových zónách, přestože se nemusí jejich území počítat jako země. Patří sem též malé otevřené prostory, jako národní parky a rezervace a další chráněné oblasti. Jakož les jsou vyčleněny ovocné či olivové plantáže, olivové sady. (15) Na výběru definice v případě této práce příliš nezáleží, ale v případech, kdy by měla být zohledněna, bude využita definice lesního zákona, pro svojí širší platnost.

Nahlédneme-li do nitra těchto parametrů, můžeme les pozorovat jako ekosystém. To znamená, že se jedná o soustavu živých a neživých složek životního prostředí, která je navzájem spojena výměnou látek, tokem energie a předáváním informací. Tím se navzájem ovlivňují a vyvíjejí v určitém čase a prostoru. (2)

## 2.2 Voda v lese

Úvodem je dobré uvést, že Česká republika se rozkládá ve středu Evropy na rozhraní tří moří. Převážná část vody tak z území ČR odtéká velkými řekami do sousedních států, ze kterých naopak nepřitéká žádný významnější tok. Z toho vyplývá, že jedním z hlavních zdrojů vody v ČR je akumulovaná srážková voda, se kterou je nutno šetrně hospodařit, tak aby byla řádně saturována všechna potřebná odvětví. (18)

Voda v lese je souhrn vody ve všech místech a formách. Základní typy jsou podzemní voda, srážky, výpary, voda zadržovaná v rostlinách a vodní nádrže. Každý typ má své unikátní využití a přispívá zdravému chodu lesního ekosystému. Zároveň voda nestagnuje, ale přechází mezi těmito skupinami – koloběh vody. Se současným trendem globálního oteplování a častým obdobím sucha, které nepřímo i přímo škodí stromům, je voda stále cennější v lesním hospodářství. Zadržení vody v lese pro udržení stabilních podmínek, a tak zabezpečení zdravého a prospěšného vývoje lesa je strategicky důležitým úkolem do budoucna, také je to klíčovým bodem této práce.

## 2.3 Klima

Klima lze definovat jako dlouhodobý průměrný stav počasí. V daných podmínkách se zohledňuje atmosféra, hydrosféra, kryosféra, litosféra i biosféra, které jsou navzájem provázané. Proto je klima určeno souborem časově průměrovaných veličin, které popisují strukturu a chování různých částí klimatického systému, jakož

i vzájemnými vztahy mezi nimi. (3) Určením menší konkrétní oblasti lze následně mluvit o mikroklimatu. V takové oblasti je standardně menší rozpětí minima a maxima měřených veličin a lze proto často hovořit o stálém mikroklima, zároveň však každý výraznější výkyv z normy je znatelnější a může mít intenzivnější dopad na živou složku dané oblasti. V kontextu naší práce budeme mluvit o mikroklimatu zalesněné krajiny jako celku, ale nebudeme se zajímat o specifické mikroklima uvnitř porostu. V rámci této práce se budeme bavit o vlivu globálního klimatu na lokální podmínky mikroklimatu v zalesněné krajině.

#### 2.4 Globální oteplování

Dlouhodobý nárůst průměrných ročních teplot po celém světě se označuje jako globální oteplování. Důsledky těchto změn jsou zrychlené roztávání ledovců, stoupaní hladiny moře, vysychání, lesní požáry a mnoho dalšího. Proces ohřívání planety není přírodě neznámý, ovšem co je specifické pro aktuální situaci, je rychlost změn. Lidskou činností jsme několika násobně urychlili a umocnili proces oteplování, tak, že příroda není schopná se dostatečně rychle adaptovat. (4) Adaptace na rychlé změny je problematická v oboru lesnictví z důvodu dlouhodobého pěstební procesu. Dnes založený porost bude mít odlišné podmínky prostředí ve svém mytném věku. Pokud je změna nepatrná, stromy jí nebudou trpět, ovšem jak již bylo zmíněno, změny jsou rychlé a intenzivní a mohou tak výrazně narušit přirozené procesy stromů. Jednotlivé generace stromů jsou kvůli své dlouhověkosti a obmýcí odděleny i více než sto lety, tudíž generační adaptivní změny nemusí být dostačující s ohledem na rychlost klimatických změn.

#### 2.5 Sucho

Obecně platí, že sucho je velmi podprůměrná dostupnost vody v životním prostředí. Nutno zde zmínit rozdíl mezi suchem a nedostatkem vody. Nedostatek vody je hodnocen jako umělý stav, kdy se jedná o nerovnováhu vzniklou v souvislosti s vyšším užíváním vodních zdrojů než umožňuje jejich přirozená obnovitelnost. Nedostatek vody může být také zapříčiněn například znečištěním vody, která se pak následně nedá využít. Naopak od nedostatku vody je sucho přirozeným jevem. Jako sucho je označován stav dočasné záporné, ale výrazné odchylky od průměru srážek. Tato odchylka trvá určité časové období a postihuje poměrně velké oblasti. Sucho se hodnotí z hlediska několika faktorů a těmi jsou délka trvání, intenzita a plošný rozsah. (17) Délka trvání určuje, v jakých dalších částech hydrologického cyklu se sucho

projeví. Nedostatek srážek totiž vede k poklesu půdní vlhkosti, ke zmenšení povrchového i podpovrchového odtoku, ke snížení saturace podzemní vody a následně pak i ke snížení průtoků ve vodních tocích. Podle toho, jaká část hydrologického cyklu je suchem zasažena, je možné rozlišovat meteorologické sucho, hydrologické sucho, zemědělské sucho, a socioekonomické sucho.

Sucho i nedostatek vody mohou způsobit hospodářské ztráty v klíčových odvětvích využívajících vodu a zároveň mohou mít environmentální dopady na biologickou rozmanitost, jakost vody, zhoršování stavu vodních útvarů, úbytek mokřadů, erozi půdy, degradaci a desertifikaci půdy. Zatímco meteorologické sucho vyjadřuje dlouhodobé nedostatky pouze ve srážkách, zemědělské a hydrologické sucho řeší nedostatky ve vláhách půdy, podzemních a povrchových vod. Hydrologické sucho je často určeno suchem v toku. (9, 26) Sucho je jedním ze základních stresorů v lese, vzhledem k velkému množství vody, která je potřebná pro život stromů. Sucho oslabuje obranyschopnost stromu a tím podporuje škody vytvořené hmyzem či jinými patogeny, které mohou být pro strom fatální. Samotné usychání stromů omezuje přírůst dřevinné hmoty a tím i výtěžnost a finanční zhodnocení. (6)

Pro všechny definice a druhy sucha jsou však vždy společné faktory, které mají vliv na samotné sucho. Základními jsou srážky a vysoké teploty, dále však ovlivňuje sucho rychlost a síla větru, vlhkost vzduchu, intenzita slunečního záření a s tím spojená oblačnost, množství vegetace na ploše, které dále určuje evapotranspiraci a poměr odhalené půdy pro vysychání. (27, 28)

## 2.6 Hospodářské způsoby obnovy lesa

Těžba dřeva v lese je jeden ze základních důvodů zakládání lesa a všeobecně hospodaření v lese. Lesní hospodářství je komplexní a dlouhodobá záležitost s výnosem primárně v prodeji vytěženého dříví na konci celého procesu. Stejně jako při těžbě, tak i při pěstování, výchově a péči o les je snaha výkon provádět co nejefektivněji a to časově, finančně i ekologicky. Bohužel nelze vše vykonávat s maximální efektivitou a v případě potřeby upřednostnění jedné z možností klesne efektivita jinde, proto existuje více možností, jak těžbu provádět, v závislosti na dané potřebě.

### 2.6.1 Pasečný hospodářský způsob – holosečný způsob

Jedna ze základních metod pasečného způsobu je holosečná metoda. Plocha jednotné seče je omezena vyhláškou Ministerstva zemědělství na jeden hektar s maximální šířkou dvojnásobku výšky těžného porostu. S výjimkou tato plocha může být zvětšena na rozsah do velikosti dvou hektarů, poté se jedná o velkoplošnou holoseč, ovšem výjimka je udělena v případě jednoho z následujících bodů; V hospodářském souboru přirozených borových stanovišť na písčinych půdách a v hospodářském souboru přirozených lužních stanovišť nebo na dopravně nepřístupných horských svazích delších 250 metrů, nejedná-li se o exponované hospodářské soubory. Je také zakázáno přiřazovat další holoseč k mladým, dosud nezajištěným porostům na celé ploše, pokud by celková výměra nezajištěného porostu překročila stanovenou velikost a šířku. Přípuštěná nejmenší vzdálenost holé seče od holiny nebo nezajištěného porostu nesmí být menší než průměrná výška obnoveného porostu. (19)

Provedení takovýchto zákroků je možno několika způsoby, nejjednodušší je pruhová metoda, kde je vymýcen obdélníkový tvar na okraji či uvnitř porostu (je nutné zabezpečit stabilitu otevřené porostní stěny). Metoda je rychlá a vhodná pro většinu dřevin. Obnova je zpravidla umělá, ale stejně jako u všech sečí se mohou ponechat výstavky, které umožňují přirozenou podpůrnou obnovu. Další možností je takzvaná kulisová holá seč, kde je využito předchozí pruhové metody, která je vložena několikrát poblíž sebe doprostřed porostu. Je vhodná pro rychlou obnovu stabilních porostů, například borovice. Poslední metoda je skupinová nebo také kotlíková. Vně obnoveného porostu je vytěžen kotlík vhodného tvaru a velikosti. Cílem je vnášení pomaleji rostoucích druhů, jako jsou některé zpevňovací nebo meliorační dřeviny do porostu. Kotlíky je potřeba včasné rozšiřovat a také dobře rozčlenit a zpevnit obnovovaný porost. Hlavní nevýhodou této metody je pomalý postup obnovení porostu. (19)

Předností holosečí je velké množství vytěženého dříví v jednotný čas, proto je výhodné nasazení těžké techniky na těžební a vyklizovací práce. Na volné holině je možné také dle potřeby provádět přípravu půdy před zalesněním. Zalesnění je následně efektivnější a sadební materiál může rychleji vyrůst, a poté lépe konkurovat buřeni nebo odrůst zvěři. Výsadba dřevin nebo jejich směsí je nezávislá na původním porostu vzhledem k předpokládané umělé obnově, a je proto možné vybrat sadební materiál s dobrou genetickou výbavou, jeli dostupný. Podpora přirozené obnovy je nejběžnější

dřevinami z okolí, která mají lehká případně i okřídlená semena, díky kterým mohou doletět na větší vzdálenost. Dříve zmíněné výstavky mohou být taktéž zdrojem přirozené obnovy.

Odhalení plochy po lesním porostu razantně mění nastavený ekosystém. S tím jsou spojené i negativní vlivy počínaje přerušením koloběhu živin mezi porostem a půdou až na několik let, nebo zintenzivnění klimatických extrémů, kdy chybí ochrana nového porostu kvůli odstranění mateřského porostu. Omezením odbytu vody dochází také ke zvýšení povrchového odtoku, čímž se zvyšuje půdní eroze a vyplavují se živiny, které jsou omezené kvůli zmíněnému přerušení koloběhu. Svažité terén efekt odtoku a eroze násobí, čím strmější nebo delší tím hůře. Naopak pro půdní organismy je sluncem zalitá půda zdrojem nové energie a zlepší se tak jejich životní podmínky, což vede ke zrychlení mineralizace a zvýšeného rizika vyplavování živin. Bohužel kvůli absenci stromů a tím i jejich opadu jakožto zdroje potravy pro půdní organismy dochází k rozkladu mrtvé organické hmoty s nežádoucími důsledky, a to zejména na humusem chudých půdách.

#### 2.6.2 Nepasečný hospodářský způsob – výběrný způsob

Výběrný hospodářský způsob se dělí na dva základní typy podle intenzity lokálního zásahu. Prvním typem je jednotlivě výběrná seč a druhým je skupinově výběrná seč. V obou případech se předpokládá vznik různověkého porostu při trvalém zachování lesa jako ekosystému na všech vývojových částech porostu, přičemž je dokázána kladná korelace mezi různověkým porostem a biodiverzitou. (5) Dodržením tohoto předpokladu a správného hospodaření bude v lese trvalý výskyt stromů dosahujících dimenzí mýtního typu, a umožní tím neustále se opakující možnost těžby v krátkých intervalech, která odpovídá objemu odvozeného z přírůstku. Kvalita produkce je kladně ovlivněna neustálým negativním výběrem (preferenci těžení zdravotně či kvalitativně horších stromů), čímž v porostu zůstávají silní a zdraví jedinci s větším potenciálem na růst. (19)

Stálou strukturou rozmanitých tloušťkových tříd stromů vyskytující se na malé ploše je model výběrového lesa vhodný pro ochranný les. Alternativně je vhodnou formou hospodářského lesa pro vlastníky drobných lesů, kteří mají každoročně stále stejnou potřebu dřeva anebo výnosu. Mimoto výběrný les může být obhospodařován tak, že cílové tloušťky jsou stanoveny do tříd středních nebo tlustých stromů. Podíl tenkého a méně hodnotného dřeva z výchovných zásahů je poměrně nižší než v lese

pasečném. Nenarušeným zápojem vyšších etáží vyrůstá většina stromů převážně v zastínění a mají tím husté letokruhy do věku 80 až 100 let, jedná se díky tomu o velmi stabilní stromy, které po zapojení do horní etáže a osvětlení koruny mají mimořádné přírůstky na tloušťce. Důsledkem vysokého podílu tlustých kmenů v celkové produkci je vyšší zhodnocení porostu. (19)

Tento způsob však není bezchybný. Vzhledem k neustálým potřebným pěstebním pracím, které musí být přizpůsobené aktuální situaci a možností je zapotřebí mít dovedné znalosti v pěstování lesa a tvořivě je aplikovat. Takové znalosti je možné nabýt po mnoha letech v praxi a není dostačující jejich teoretická znalost z literatury. Po otázce pěstování také přichází otázka těžby, pro uplatnění náročného hospodaření. Těžba a vyklízení je komplikováno neustálým zmlazením, dostupnost místa těžby může být náročná a je proto doporučováno mít od počátku mít vyvinutou dopravní síť, též kvůli častému návratu do porostu na provedení práce. Také kvůli množství těžného dříví, které je sice pravidelné, ale v menším množství než u pasečného způsobu, a proto může být neekonomické využití těžší mechanizace. Omezení se netýká jen provozu ale také dřevin. Neustálý zápoj je vhodný pro stínomilné dřeviny případně pro polostínomilné, avšak světlomilné dřeviny se v takovémto hospodářství neuplatní nebo jen ve velmi malém rozsahu, a to převážně na krajích porostů.

Na závěr je nutno zmínit negativní vliv neodborného hospodaření či těžení, který může v porostu poměrně rychle zjednodušit jeho strukturu a zkazit tak celý proces. Ve snahách tyto chyby napravit, nebo v případě potřeby změnit pasečně obhospodařovaný porost na výběrový, je potřeba počítat s náročnou a dlouhodobou prací. (19)

### 2.6.3 Podrostitní způsob

Podrostitní způsob je řazen mezi pasečné způsoby hospodaření, ale s výrazně nižší intenzitou jednorázového zásahu do porostu a se znaky podporující ekologickou myšlenku lesnictví. Základním principem je postupné prosvětlování porostu ve prospěch urychlení procesu obnovy pomocí clonných sečí. Postup je dělen na čtyři fáze

- D) V přípravné fázi se sleduje zejména kvalita korun stromů, kvalitní jedinci se ponechávají a méně kvalitní jedinci se odstraňují. Dále se může připravovat půda pro podporu semenění, jelikož mechanická úprava je nereálná vzhledem k stále stojícímu porostu, využívá se možnosti mineralizace povrchového



humusu. Mineralizace však prospívá i buřeni, je proto potřeba její stav hlídat a včas zasáhnout, je-li to potřeba.

- II) Semenná fáze se provádí v semenném roce rovnoměrným prosvětlením na povrchu celé plochy. Intenzita zásahu je přizpůsobená druhové skladbě porostu a podmínkám stanoviště, všeobecně se však nedoporučuje jít pod úroveň zakmenění 0.6-0.7. Pokud nově uvolněný prostor umožní narušení půdy, je vhodné tak učinit pro lepší klíčivost semen.
- III) Prosvětlovací fáze, také nazývaná uvolňovací, není prováděná dříve než za dva roky. Jejím účelem je podpora růstu náletu neboli přirozené obnovy, která má původ z horní etáže porostu. Pokud máme jedlový porost, pak se provádí seč nadvakrát v období 10 let.
- IV) Domýtná, závěrečná fáze, je nejrizikovější, jelikož dochází k odstranění posledních stromů starého porostu nad novými nárosty, přičemž může dojít k jejich poškození. Místa poškozená technikou a samotnou těžbou jsou dodatečně vylepšována, nejčastěji pomocí modřínu, javoru či jilmu. Případně jinou rychle rostoucí dřevinou, aby dorostla již zajištěné nálety.

V případě borovic nebo jiných světlomilných dřevin je možné proces urychlit sloučením fází, a to I. s II. a III. s IV. Provedení clonných sečí se opět dělí na velkoplošné, kdy se obnovují porosty na celých velkých plochách, a maloplošné kde dochází k úpravě jen na části porostu. Maloplošné seče je opět možno dělit do tří skupin

- I) Okrajová clonná seč, vhodná spíše pro světlomilné dřeviny, jelikož pro stinné může být nevhodná silnou expozicí světlu z otevřené strany porostu. Provádí se z kraje porostu v pruzích.
- II) Pruhová clonná seč je využívána při obnově rozsáhlých porostů, které je nutno k přiměřené obnovní době potřeba rozdělit do více částí a na všech začít pracovat současně.
- III) Ve skupinové či kotlíkové clonné seči se zakládají různě veliké skupiny uvnitř mateřského porostu. Rozmístění kotlíků není náhodné, nýbrž plánované, tak aby ve výsledku vznikla žebra. Při tomto způsobu je možné mít rozpracováno více míst v různých fázích postupu, díky tomu vznikají věkově nehomogenní porosty – jeden z žádaných parametrů pro přírodě blízké lesnictví.

### 3 Ekologické lesnictví

Dalším způsobem, jak hospodařit a obnovovat les, je za využití principů ekologického lesnictví. Lesníci napodobují přírodní disturbance a koloběhy přírody již po mnoho let v různých podobách. Ekologické lesnictví je snaha těmto přírodním procesům lépe porozumět, lépe je napodobit a implementovat do lesního hospodaření.

(30) Takový přístup by měl být složen ze tří základních bodů

- I) pochopení důležitosti biologického dědictví, které vzniká při regeneraci po disturbancích a následné využití tohoto dědictví a začlenění jej do hospodaření a postupu těžby. Využitím například způsobu výběrného lesa nebo maloplošných či skupinových sečí, kdy je v porostu ponechána starší generace schopná dědictví přenášet.
- II) Uznání procesů vývoje porostu, zejména individuálního odumírání stromů, při vytváření strukturální a druhové heterogenity v porostech a zavádění předpisů pro hospodaření, které tuto heterogenitu zvyšují. Pro uskutečnění jsou nejvhodnější clonné seče, za účelem výškové rozmanitosti v kombinaci s ponecháváním některých jedinců k přirozenému rozpadu.
- III) Uznat roli období regenerace mezi disturbancemi ve vývoji komplexního porostu. Zde by se dalo polemizovat o využití bezzásahové zóny a tím umožnit porostu vlastní regeneraci, ovšem to není vždy možné, doporučuje se tedy opět výběrný způsob.

Pro naplnění prvního bodu jsou disturbance studovány podle svého typu, velikosti, frekvence, intenzity a dopadu. Dělíme je dle velikosti dopadu na individuální, skupinové (typicky 0.08 až 0.1 ha) a velkoplošné. Gradient velikosti rozsahu samotných disturbancí koreluje s proporcemi pozůstalého lesa a úrovní heterogenity struktury a kompozice. V případě jednotlivých nebo skupinových disturbancí zůstává dominance zdravého lesa, velkoplošné disturbance naopak mohou znamenat celkovou obnovu porostu. Dle těchto poznatků jsou například holoseče stejnověkových porostů často popisovány jako hospodářské obdoby pro velkoplošné disturbance, jako jsou intenzivní lesní požáry nebo vichřice, které uvolňují prostor pro novou generaci s homogenní charakteristikou. (24) Selektivní výběry individuálních stromů a skupin jsou modelovány podle vzoru disturbancí a mortality, které zahrnují odumírání jednotlivých nebo malých skupin stromů v jinak neporušených porostech. Například probírka lesů je navržena tak, aby zachytila mortalitu závislou na hustotě mladých

porostů, než k ní dojde přirozeně – konkurenční boj o prostor a živiny ve svém přímém okolí, tím umožňují nejen prosvětlení a uvolnění aktuálního zápoje, ale i obnovu porostu novými generacemi po částech a kvůli časovým rozestupům tak vytváří věkově variabilní strukturu. (30) Proto jsou režimy disturbancí a porostní vývoj koncepčním základem lesního hospodářství v ekologickém směru. Samozřejmě nelze předpokládat, že lesní hospodaření bude přesně kopírovat disturbance, protože to je nemožné a v rámci managementu nevýnosné. Cílem je spíše porozumět přírodním procesům a výsledným zákonitostem a čerpat z tohoto porozumění při navrhování pěstebních přístupů, které dosahují ekologických a jiných cílů hospodaření. (16)

Pro druhý bod je důležitý fakt, že i když disturbance může dramaticky narušit ekosystém a zabít stromy, jen omezené množství organické hmoty je využito nebo odstraněno z přírody. (25) Velká část organické hmoty přetrvává ve formě struktur – jako jsou stojící mrtvé stromy, padlé kmeny stromů a další zbytky dřeva na zemi – které poskytují důležitá stanoviště pro různé organismy a plní důležité funkční role v ekosystému. Nejvýrazněji chybějícím zdrojem dědictví jsou zbytky živých stromů, souše a spadlé kmeny. Proto je v ekologickém zájmu neexportovat veškeré dřevo z porostu, ale ponechat nějaké mrtvé dřevo v porostu pro své ekologické přínosy.

V případě holosečí, které imitují velkoplošné disturbance, i když ne na tak velké ploše, je základní rozdíl odstranění dřeva z lesa a také hranice přechodu. Přírodní disturbance mají spíše pozvolný přechod do ztracena, zatímco holoseč má jasný a ostrý přechod. Takové otevření může ohrozit nově otevřený porost, který není zvyklý na větrné podmínky nebo v případě stínomilných druhů v rámci zmlazení může dojít ke spálení obnovy. Samozřejmě v případě plánovaných holosečí s tímto lesník často počítá a otvírá porost na strany neohrožené abiotickými činiteli. Jako příklad pro skupinové disturbance je nejčastěji uváděn příklad probírky, jak již bylo zmíněno. Ačkoliv jsou k sobě přirovnávány, stále jsou mezi skupinovou disturbancí a lidmi provedenou probírkou rozdíly. Přirozený konkurenční boj o prostor a živiny ve výsledku v porostu ponechá velké, konkurence schopné stromy, ale mohou zůstat i méně kvalitní stromy, které by probírka odstranila ne kvůli svému umístění či zdravotnímu stavu, ale kvůli redukované ceně po vytěžení například z důvodu pokřivení či dutiny. Takový strom není vhodný na prodej, ale mohl být vhodným sídlem pro některé živočichy, jako jsou například sovy a jiní ptáci. Selektce nestandardních kusů, jako jsou zmíněné křivé či dutinové stromy, nejsou jen ve fázi výchovy, také díky mýtním procesům je les ochuzen o nestandardně silné stromy.

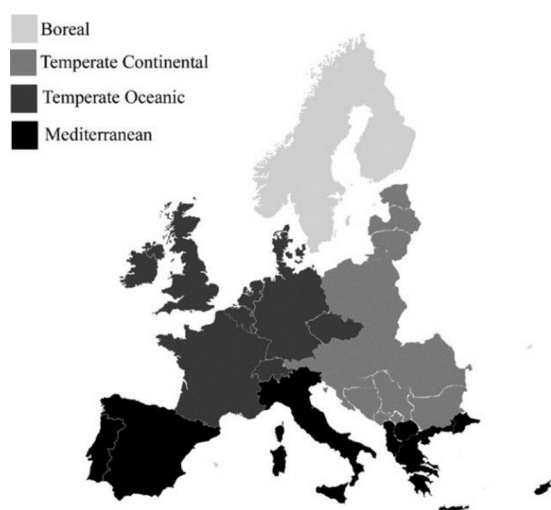
Doprovodné dřeviny mohou být při mýcení skáceny spolu s hlavní dřevinou, tím pádem neměly dostatečný čas se zapojit do dominantního zápoje a je tím omezena druhová diverzita. Monokulturní sadba ani neposkytuje možnost druhové diverzity a tím obohatit porost biologickým dědictvím.

Obnova, přirozená či umělá, je jedním ze způsobů jak podpořit třetí bod hlavní myšlenky. Po skupinové disturbanci, případně její lidské alternativě, je lokálně umožněna podpora existujícího porostu případně jeho obnova. Poskytnutím dostatku času na uchycení obnovy, nebo využití umožněného potenciálu před dalším zásahem, je základ této myšlenky. Pro dokonalé provedení se doporučuje podporovat druhovou diverzitu umělou výsadbou v případě nedostupnosti žádané dřeviny nebo pokud je málo zastoupena. Ekologické periody se však netýkají pouze obnovy, ale i druhé strany časového horizontu hospodaření, a to obmýtí. Podle výzkumu v severní Minnesotě byly evidovány velké přírůstky na Borovici smolné (*Pinus resinosa*) mezi lety 85 až 140 let, což je později než klasická mýtní doba. Stromy přispívaly svou ekologickou hodnotou, a k tomu stále rostla i jejich ekonomická hodnota, ačkoliv již ne tak intenzivně jako v dřívějších letech. Myšlenka je, že pro ekologické lesnictví by mělo hodnotit i ekologický vliv stromů, a nejen finanční při určování doby mýcení. (16)

Finanční stranu věci však nelze kompletně opomíjet v obnově, výchově či mýcení. Pokud procesy s ekologickým cílem budou příliš nákladné nebo nevýnosné, tak nebude zájem ani snaha je implementovat v praxi ve větším měřítku. Proto nesmíme na myšlenku ekologického lesnictví nahlížet jako na záchranu lesů a návrat nebo přechod na člověkem nedotčený les, ale jako na lesní hospodářství rozšířené o několik cílů.

## 4 Dopady sucha a klimatických změn

Globální oteplování mění klima na všech místech planety, v rámci těchto změn se mění podmínky, ve kterých žijeme a v kterých hospodaříme. Pro lesní hospodaření je nejzásadnější změnou očekávaná změna v disturbancích, a to v nárůstu frekvencí a závažnosti dopadů (22), převážně sucha. Události z roku 2003, kdy v srpnu byla intenzivní teplá vlna doprovázená suchem, se původně považovala za mimořádnou událost, ale vlivem klimatických změn takové události můžeme očekávat častěji. (20) Důkazem tohoto jsou další velká sucha jako například v roce 2010, 2013, 2015 a 2018. (26) Ostatní druhy disturbancí jsou taky pravidelnější, ale příliš často se netýkají našeho území. Silné bouřky a záplavy jsou typické pro mírné oceánské klima. Pro středomořskou oblast jsou typické lesní požáry, často způsobené nebo podpořené vlnami tepla a suchem. Pro mírnou kontinentální oblast je nejzásadnějším problémem sucho, určitě v místech s omezeným zdrojem vody; toto platí též pro středomořskou oblast. Výjimkou jsou evropské horské regiony, kde tyto trendy omezují strmé výškové gradienty a zvýšená prostorová heterogenita. (21) Pro přehled principiálního rozdělení evropských zemí do bioklimatických zón je k dispozici zjednodušený náhled (Mapa 1). Mnoho zemí se rozprostírá v různých zónách a je třeba vzít v úvahu i vliv sousedních zón.



Mapa 1 - Hrubé rozdělení zemí do bioklimatických zón

Hrubé rozdělení zemí do bioklimatických zón – Boreální, mírně kontinentální, mírně oceánské, středomořské klima. (Převzato z 22)

Období sucha je ovlivněno více faktory a je také různě definované. Hlavními faktory jsou teplota a množství dostupné vody. Pro srážky, jakož to zdroj vody pro les, není důležité pouze množství, ale také pravidelnost a časové období úhrnu. Změny

srážek odvozené z modelů zahrnují vysokou míru variability v regionálním měřítku, lze však pozorovat obecnou tendenci, kdy v zimě budou srážky na většině území Evropy (kromě středomořských oblastí) přibývat, kvůli zvýšené bouřkové aktivitě a vyššímu objemu atmosférické vodní páry. (23) V létě se naopak předpokládá pokles sezónních srážek na většině území západní a jižní Evropy, zatímco frekvence silných srážek se může zvýšit. Očekává se, že změny srážek na jaře a na podzim budou méně výrazné než v zimě a v létě. (23) To znamená, že pravděpodobnost výskytu letního období sucha se ve většině částí jižní a západní Evropy zvýší, zatímco ve zbytku Evropy se očekává zvýšení průměrných letních teplot (a pravděpodobně i zimních teplot). (23)

Ovšem množství vody dostupné přes celý rok hraje velkou roli, pokud srážky spadnou v jeden moment například v zimě, nemusí být voda využita a oteče dále do povodí. V zimě je možnost zadržení vody ve sněhové formě a ta se postupně uvolňuje, je však potřeba počítat s vyššími teplotami a tím i menší možností jejího zadržení. Doporučují se proto retenční opatření omezující odtok nevyužité vody. (29) Očekává se, že dojde k omezení srážkové vody od mírného oceánského pásu po mírný kontinentální a středomořský pás. V kombinaci se zvýšením teploty by to mohlo vést k většímu suchu zejména ve Středomoří a mírném kontinentálním pásmu. V těchto oblastech je teplo a sucho často stresovým faktorem. (20)

Optimální teplota pro fotosyntézu hlavních evropských dřevin zřídka přesahuje 30.8 °C. Při vysokých teplotách je fotorespirace stimulována, zatímco fotosyntéza je inhibována. (21) Strom v ten moment žije a dýchá (vylučuje CO<sub>2</sub>) ale nevytváří sacharidy potřebné pro svůj růst či zásobování. Příliš dlouhá inhibice fotosyntézy může strom vážně omezit až usmrtit. Teplota však není jediným faktorem ovlivňující růst stromů, pro kompletní fotosyntézu je též potřeba voda, která více než jakýkoli jiný zdroj určuje roční růstový potenciál jednotlivých stromů. Kolísání dostupnosti vody ovlivňuje až 80 % meziroční variabilitu přírůstku v porostech mírného pásma. (20)

Zásobování stromů vodou zahrnuje dva hlavní kroky: absorpci a transport vody (tj. vzestup mízy), oba jsou poháněny transpirací. Účinnost absorpce půdní vody u stromů závisí jak na jejich prostorovém rozmístění, tak na hustotě jejich kořenového systému. Srážky jsou jedním z hlavních přírodních faktorů ovlivňujících biomasu jemných kořenů. (20) Ve vědeckém průzkumu Lindner a spol. (21) bylo zjištěno, že u kořenů buků (*Fagus sylvatica*) v suchém bukovém porostu bylo nalezeno překvapivě malé množství jemné kořenové biomasy ve srovnání s pěti dalšími porosty v oblastech s vyššími srážkami, což mohlo být způsobeno velkou mortalitou jemných kořenů

během vrcholného sucha. (20) Toto znázorňuje důležitost vody při adaptaci na její příjem. Je také dobře známo, že v kontinentálním nebo středomořském klimatu se absorpce půdní vody projevuje postupným posunem směrem dolů, jak půda vysychá. (20) V období sucha malá část z celkových jemných kořenů rostoucích hlouběji v půdě zajišťuje přes noc obnovu rovnováhy vodního potenciálu stromů a podporuje část transpirace stromů během období uzavřených stomat na listech. Alespoň tento malý zlomek kořenového systému umožňuje přežití stromům poskytováním minimálního množství vody. (20) Pro zlepšení absorpce vody jsou jemné kořenové špičky úzce spojené s houbami a utváří mykorrhizní symbiózu, v mnoha případech se jedná o nejdůležitější část kořenového systému pro příjem vody a minerálů. Ektomykorrhizní symbiózy mohou zlepšit vodní dostupnost stromů, pravděpodobně i suchých. (20) A to pomocí zvýšeného absorpčního povrchu. Rozvoj kořenů ve spojení s houbami výrazně zvyšuje výměnnou plochu kořenového systému.

Bréda a spol. (20) ukázali, že snížení hydraulické vodivosti mezi půdou za sucha je v první řadě způsobeno zvýšením odporu půdy vůči kořenům. Tento odpor se stává limitujícím, jakmile objemový obsah vody v půdě klesne pod 0.33 v hlinitých půdách, tj. jakmile jsou makro póry v půdě vyčerpány. (20) Takové úrovně vyčerpání půdní vody se v létě často vyskytují. Jak modelování, tak přímá měření v terénu potvrdila, že příjem vody z hlubších a vlhčích vrstev kořenových zón dokázal částečně kompenzovat deficit vody v sušších horních vrstvách obsahujících pouze jemné kořeny, a pomohl stromům přežít, a to navzdory nízké hustotě kořenů, které se v takto hlubokých vrstvách půdy vyskytují. (20) S nástupem sucha a změnou srážkového režimu se rostliny musí přizpůsobit nedostatku vody. Stromy, které čelí těmto změnám, si musí zachovat integritu svého hydrologického systému. (20) Pokud ne, může dojít k „přetržení“ vodního sloupce v xylému; dochází tak v případě překročení prahu napětí mízy. Tento jev se nazývá kavitace. Vznik kavitací je pravděpodobně následující; membrána jamek, umožňující propojení mezi buňkami cév, může uvolňovat nepatrné vzduchové bublinky, jakmile napětí sloupce kapaliny překročí práh, který umožňuje kapilární membrána; následně se céva vyprázdní během několika mikrosekund, což umožní difúzi okolního vzduchu do kavitované cévy a vede k nevratné embolii, kde je konkrétní vodivé pletivo naplněno vzduchem. (20) Nízká náchylnost vůči embolii je klíčovou složkou pro toleranci sucha. Často je u stromů vodivost obnovena až následující rok vytvořením nového prstence funkčního xylému. (20) U dřevin vytvářejících silné tlaky mízy v kořenech během jara je obnovení vodivosti částečně

dosaženo propláchnutím cév s embolií tlakovou mízou. K úplnému obnovení transportní schopnosti dochází obvykle až po vyvinutí nového letokruhu. (20) Každopádně náprava embolie, pokud k ní dojde po suchu, zůstává nákladným procesem (vyžaduje metabolickou energii k vytvoření požadovaných přetlaků) a vyhnutí se kavitaci pravděpodobně představuje mnohem účinnější strategii vyrovnávání se s omezením transportu půdní vody. V rámci šetření metabolické energie je také předpokládána spojitost s odumíráním větví u topolů; (20) kde větve omezené kavitacemi již nejsou zásobovány pro omezení transpirace a umožňují mladým výhonkům udržovat příznivou vodní rovnováhu. Jako možnost ochrany před kavitacemi mohou stromy uskutečnit dynamické, krátkodobé a reverzibilní regulační procesy, jako je snížení transpirace uzavřením stomat. (20) Sníží se tak množství vypařené vody, to vede k šetření půdní vody. Je tak učiněno za cenu menšího ochlazení a může přitom dojít k přehřátí asimilačních orgánů. Jiné možnosti jsou dlouhodobého charakteru a často jsou nenávratné, také časově náročnější, například vyvinutí xylému se zvýšenou odolností proti kavitacím ve vodním sloupci cév. (20) Byl nalezen pozitivní vztah mezi zesílením stěny vodivých pletiv a odolností proti kavitaci, větší hustota dřeva je také spojena se zabráněním propadu stěn, což umožňuje odolnost vůči suchu. Tento poslední trend je výraznější u jehličnanů než u krytosemenných. (20) Další možností je snížení listové plochy s ohledem na absorpci a vodivé elementy. Tato strategie vyžaduje modifikaci nebo přemístění biomasy do kořenů. Neboli dochází k upřednostnění kořenů na úkor listů, to může vést k různě intenzivnímu opadu listů. (20)

Oproti těmto drastickým opatření jsou možnosti, které stromy dělají automaticky i bez vlivu sucha, například využití vody na svém povrchu. Zachycování srážek po celém povrchu nadzemní části rostliny, která se po deštích přímo vypařuje z listů a kůry, představuje pro lesní půdu ztrátu, protože tato voda se nikdy nedostane k povrchu půdy. Tomuto jevu se říká intercepce. (20, 28) Během odpařování zachycené vody je transpirace stromů snížena nebo někdy dokonce zastavena, omezí se tak množství využití podzemní vody v porostu. Intenzita intercepce se v kontinentálním a středozemním klimatu uvádí v rozmezí 20 až 35 % kumulovaných srážek ročně. (20)



Míra zachycování srážek se však do značné míry liší v důsledku

- I) Podnebí, zejména rozložení srážek v průběhu času, ozáření a rychlost větru. Vyšší četnost zachycení se vyskytuje v podmínkách častých a menších srážek.
- II) Dřeviny, vyšší míry zachycení je obecně zaznamenáno v jehličnatých porostech.
- III) Index listové plochy, na kterém přímo závisí vodní kapacita intercepce porostu. Roční kumulovaný záchyt stálezelených lesů (středomořské druhy, jehličnanů) je díky jejich trvalému olistění větší než u listnatých druhů. (20, 28)

Nevratné poškození způsobené suchem vede k dysfunkci orgánů, ale jen zřídka má za následek přímý a okamžitý pád stromů a jejich mortalitu. Sucho vyvolává krátkodobé fyziologické poruchy, jako je snížená asimilace uhlíku a živin a někdy dokonce zhroucení samotného fotosyntetického aparátu. Tyto tkáně musí být regenerovány, než se obnoví normální procesy stromu. (22) Mezitím je množství skladovaných sacharidů sníženo a na konci vegetačního období nejsou řádně doplněny zásoby, což poté omezuje hospodaření stromu do budoucna. Strom musí rozdělit stávající zásoby mezi výdaje na regeneraci, údržbu, růst a obranu. Jakákoli dodatečná poptávka po již tak omezených zásobách může zpozdít, ne-li zastavit obnovení růstového potenciálu. V důsledku toho je šířka letokruhu nebo plocha listů často menší po několika intenzivních obdobích sucha. (20, 22) Obranschopnost proti suchu progresivně upadá v důsledku zmíněných potřebných regeneračních procesů, proplachů embolie a nekompletnímu doplnění zásob z omezených a intenzivně vyčerpávaných zdrojů. Kromě toho fyziologické poruchy zvyšují zranitelnost stromů vůči sekundárním činitelům, jako například poškození hmyzem, houbovým patogenem, mrazem nebo větrem. (20) Takové kumulované procesy mohou vést k dlouhodobým reakcím někdy v průběhu několika let. (20) Rámcový přehled vzájemného působení stresorů způsobených klimatickou změnou lze vidět na následujícím grafu ze studie napříč Evropou. (Schéma1)

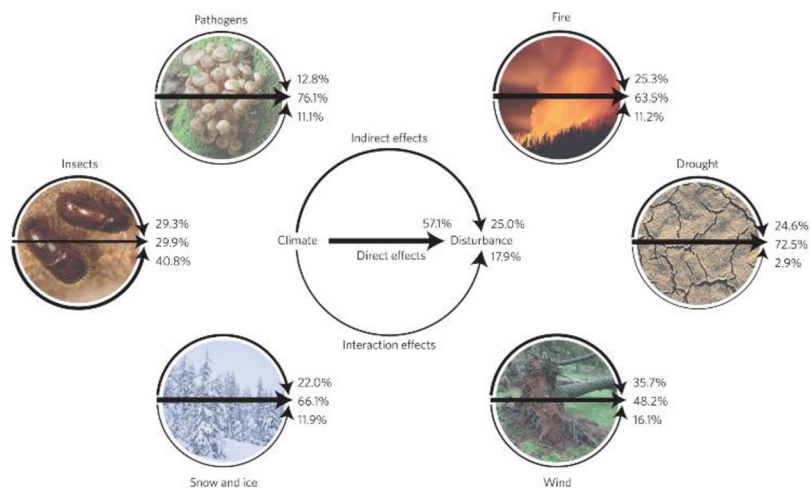


Schéma 1 - Distribuce přímých, nepřímých a interakčních účinků

Distribuce přímých, nepřímých a interakčních účinků změn klimatu na les v recenzované literatuře. Šířka šipek a procenta pro každého činitele označují relativní důležitost příslušného účinku, což je vyjádřeno počtem pozorování daných jevů v analyzované literatuře. Centrální panel zobrazuje souhrnný výsledek všech rušivých činitelů. Přímé efekty jsou nezprostředkované dopady klimatu na dané procesy, zatímco nepřímé efekty popisují vliv klimatu na disturbance prostřednictvím vlivů na vegetaci a další ekosystémové procesy. Interakční efekty se týkají toho, že již poškozené místo je ovlivněno jinými rušivými činiteli. Převzato z (22).

Zvýšené teploty však nemusí vždy znamenat sucho, mohou prodloužit vegetační období a zvýšit míru fotosyntézy, zejména v severních zeměpisných šířkách. Je tak ale jen u lokalit, kde není omezující faktor vody. (21, 23) Větší přírůst lze tedy očekávat v místech kde navýšená evaporace z produkce bude vyvážená srážkami. (20) Předchozí poznatek lze také popsat jako rozšíření oblasti optima do chladnějších okrajů distribuce a současná redukce optimální oblasti v teplejších částech neboli posun území optimálního výskytu. Předpokládá se, že většina dominantních evropských dřevin podstoupí severovýchodní posun svých optimálních klimatických oblastí a následnou dlouhodobou změnu jejich areálů rozšíření. (23) Po roce 2100, kdy se očekává „nová rovnováha“, by to vedlo ke značným ztrátám hodnoty evropských zalesněných území, které mohou dosahovat až několik set miliard eur. (23) Tento efekt bude způsoben především čistou náhradou (v kontinentálním měřítku) vysoce hodnotných jehličnatých (smrkových a borových) lesů za méně hodnotná dubová společenstva. Ve střední Evropě je významná část produkčního lesnictví založena na umělém zalesňování smrku ztepilého (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*). (23) Tyto porosty jsou velmi zranitelné vůči zvýšenému suchu způsobenému změnou klimatu. Dokladem toho je předpokládaný pokles primární produkce do konce století u jehličnanů v kontinentální a střední Evropě v důsledku omezení vody. (20) Aby se zvýšila odolnost, mělo by

lesnictví podporovat přirozenou dynamiku ekosystémů, podporovat obnovu přirozeného lesního společenství s větším zastoupením původních listnatých dřevin, které jsou méně náročné na vodu. (21, 23) Snížení radiálního růstu bylo pozorováno u druhů jehličnanů v oblasti Středomoří v důsledku zvýšené aridity. Na druhé straně se očekává, že xerofytní duby, jako je dub pýřitý (*Quercus pubescens*) a dub cesmínovitý (*Quercus ilex*), rozšíří areál svého rozšíření v západní a střední Evropě. (23) Stálezelená středomořská vegetace, i když je přizpůsobena vysokým teplotám a nedostatku vody, může také trpět extrémním suchem a teplými vlnami. Listnaté a stálezelené duby a mnoho dalších středomořských listnatých dřevin mají vysokou schopnost regenerace rašením z pupenů, ale tato kapacita může být vyčerpána opakujícími se epizodami sucha. Vysoké lesy tak budou nahrazeny nižší vegetací s převahou keřů. (23)

Smíšené lesy mají optimálnější úroveň biologické diverzity, což je klíčové pro ekologickou stabilitu lesních ekosystémů, a očekává se, že vysoce rozmanité lesy mohou tlumit účinek klimatických změn účinněji než porosty s nízkou diverzitou. (23) Lesy ve zdravém stavu mohou svou energii investovat do produkce dřeva, čímž plní esenciální roli ukládání uhlíku, převážně ze vzdušného oxidu uhličitého, který podporuje globální oteplování jako skleníkový plyn. (23) Vyšší koncentrace CO<sub>2</sub> v atmosféře může navýšit úroveň fotosyntézy, ačkoliv tento vliv je vázaný na stav dusíku a hlavně dřevinu. Například dospělé buky (*Fagus sylvatica*) a duby zimní (*Quercus petraea*) reagovaly lépe v experimentu než například habr obecný (*Carpinus betulus*), třešeň ptačí (*Prunus avium*) a lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*) na vzduch obohacený CO<sub>2</sub> ve střední Evropě. (20). Vázání uhlíku je jedna ze základních ekologických vlastností ceněných na lesích, v případě sucha však může být tento efekt zastaven, jak již bylo zmíněno dříve. V takových případech dochází pouze k dýchání rostlin a pouze k vylučování uhlíku do atmosféry. Lesy se pak stávají zdrojem a ne „poutačem“ uhlíku. Mělo by tedy být všeobecným záměrem pěstovat zdravé a produkční lesy pohlcující uhlík a vytvářející dostatek dřeva k hospodářskému zhodnocení.

Udržet ekologicky stabilní lesy v budoucích klimatických podmínkách je v silném společenském zájmu. Lesy jsou komplexní ekosystémy, které poskytují základní funkce a služby, jako je primární produkce, ochrana půdy, zadržování (pitné) vody, koloběh živin a tvorba půdy a další. Vzhledem k ekonomickému a ekologickému významu lesů je zásadní uplatňovat vhodné lesní hospodaření, aby se lesy dokázaly

vyrovnat s novými podmínkami prostředí. Může se jednat o změny ve skladbě a struktuře lesních porostů, selekci adaptovaných proveniencí (přírodních lesních oblastí) nejvýznamnějších evropských dřevin nebo, je-li to považováno za nedostatečné, asistovanou migraci (tj. využití druhů vhodných pro budoucí klimatické podmínky) a alternativně nahrazení původních druhů nepůvodními. (23) Lesy jsou zvláště citlivé na změnu klimatu kvůli dlouhověkosti stromů neumožňující rychlé přizpůsobení se na změny prostředí. (20) Měly by se proto, při zakládání nových lesů v oblastech ohrožených klimatickými faktory, přehodnotit klasické pěstební strategie, jako například používání semen místní doporučené provincie přizpůsobené aktuálním klimatickým podmínkám a místo nich navrhnout kombinované použití vysoké fenotypové a genotypové variability sadebního materiálu. (23) Z pěstebního hlediska by měly být využívány převážně clonné seče. Adaptační potenciál existujících populací lze zvýšit příměsí dobře zvoleného semenného materiálu. Semena by měla být sbírána z provincií, kde jsou v současné době očekávané klimatické podmínky cílové lokality, aby došlo ke zvýšení genetické variability. (23) Lesní hospodaření může aktivně modulovat klimatickou citlivost na režim disturbancí prostřednictvím modifikace struktury a složení lesa. Zmírnění přímých účinků měnícího se klimatu prostřednictvím managementu však bude jen zřídka možné, což naznačuje, že budoucí management bude muset najít způsoby, jak se vyrovnat se změnou klimatu a s tím úzce spojených disturbancí. (21) Slibným přístupem v tomto ohledu je podpořit odolnost lesů vůči měnícímu se režimu disturbancí a podpořit jejich schopnost regenerace a přizpůsobení se disturbancím. Tím zajistit nepřetržité poskytování služeb lesa, a v konečném důsledku připravit ekosystémy i společnost na častější výskyt narušení lesů v budoucnosti. (22)

Přirozený posun vegetace do nového klimatického optima bude záviset na schopnosti distribuce semen. U taxonů distribuovaných větrem (listnaté dřeviny rodu *Acer*, *Betula*, *Salix*, *Populus* a jehličnany) může být tato rychlost dostatečně vysoká, aby se shodovala s posunem klimatických pásem, zatímco u ostatních druhů tomu tak být nemusí. (23) Rychlé klimatické změny v kombinaci s fragmentací lesů a přítomností antropogenních bariér mohou představovat nepřekonatelnou překážku pro přirozené šíření lesa, i pro druhy šířené větrem. Bude proto asi nutné přímé působení lesníků, aby podpořili umělou migraci, aby nedocházelo ke ztrátě lesního porostu v důsledku nedostatku přirozeného šíření reprodukčního materiálu. (23)

Naše chápání adaptivní kapacity odhaluje, že přirozené mechanismy adaptační kapacity jsou různorodé a budou podporovat adaptaci lesů na změnu klimatu. (20) Při umělém šíření lesů a výběru sadebního materiálu je klíčové využití fenotypové plasticity. Fenotypovou plasticitu (FP) lze definovat jako „rozsah fenotypů, které může jediný genotyp vyjádřit jako funkci svého prostředí“. (23) Umožňuje plastické reakce na rychlé výkyvy klimatu a představuje základní předpoklad pro aklimatizaci rostlin. Vysoká FP by umožnila populacím přežít v širším rozsahu klimatických podmínek, čímž by se snížilo riziko ztráty druhů v důsledku změny klimatu. FP je geneticky řízena pomocí tzv. „genů plasticity“, které jsou dědičné a mají potenciální význam i pro evoluci a adaptaci druhů. Důležitou roli ve FP hrají epigenetické faktory, které vyvolávají změny v genové expresi a fenotypu beze změny sekvence DNA. (23) Epigenetické změny probíhají mnohem rychleji než změny založené na sekvenci DNA a tyto mechanismy mohou být dědičné, ale také potenciálně reverzibilní. Limitem tohoto procesu je, když tlak prostředí překročí plasticitu základních adaptivních vlastností daného druhu. K tomu může dojít na okrajích areálu druhu a na jeho ekologických limitech, (23) neboli na místech, kde se druhy vyskytují, ale příčinou klimatických změn již nejsou v areálu optimálních klimatických podmínek. S kratším generačním cyklem je vyšší pravděpodobnost úspěšné adaptace. (23) Proto za předpokladu, že je vyprodukováno dostatečné množství semen, může vysoká míra úmrtnosti (způsobená klimatickými faktory) během fáze mlazin a raných dospělců na okraji distribuční oblasti zvýšit míru adaptace, a to jak kvůli vysokému selekčnímu tlaku, tak kvůli zkrácené průměrné generační obměně. (23)

Veškerá doporučení je však potřeba vnímat s vědomím, že naprostá většina literatury o dopadech změny klimatu a zranitelnosti lesnického sektoru je teoretické povahy a lze pozorovat obrovský rozdíl mezi teorií a praxí, potenciální dopady jsou často daleko od realistických projekcí. Dobrým příkladem jsou předpokládané dopady na biologickou rozmanitost. (21) Většina existujících studií bere změnu klimatu s jasnou hranicí, které naznačují, že dojde k posunu v přirozené druhové skladbě od jehličnatých lesů na lesy s převahou listnatých druhů. Stále však nevíme přesně, jak rychle druhy ustoupí z oblastí, které již neodpovídají jejich přirozenému ekologickému optimu. Vzhledem k tomu, že většina evropských lesů je intenzivně obhospodařována, může hospodaření silně ovlivnit výskyt dřevin, a to buď zachováním hospodářsky významných druhů mimo jejich přirozený areál (jak tomu je u smrku ztepilého v některých částech našeho území), nebo podporou regenerace nových cílových druhů.

(20, 21) Očekává se, že případná náhrada současných lesních dřevin bude velmi dlouhodobý proces, který bude trvat několik desetiletí nebo dokonce staletí, než bude nový lesní porost zcela přizpůsoben novým klimatickým podmínkám. Lesy se vyvíjejí pomalu, takže během období rychlých klimatických změn budou pravděpodobně v nerovnováze s prostředím, což povede k druhové konkurenci a možná i mortalitě stromů. Aktivní substituce existujících genotypů a asistovaná migrace mohou být nezbytnou možností v těch oblastech, například v západní a střední Evropě, kde má lesnictví vysokou ekonomickou hodnotu a očekávají se výrazné vlivy klimatických změn a změny v rovnovážném druhovém složení. (23) Lesy ve Středomoří a jižní Evropě jsou historicky většinou neobhospodařované. Pro tyto regiony je obtížné předvídat rozsáhlá adaptační opatření do budoucna kvůli nedostatku zdrojů a tradic řízení. Navíc ústup hlavních středomořských druhů stromů nelze kompenzovat substitucí jinými původními druhy, které by prosperovaly ve změněných podmínkách. (23) Proto se očekává, že lesní porost se bude zmenšovat s následným rozšiřováním méně produktivních struktur, jako jsou křoviny nebo zakrslé stromy. Obecně se úbytek druhové diverzity očekává v rozsáhlých regionech Evropy s výjimkou boreálního regionu, který bude podpořen imigrací. (23) Mezi nepůvodními jehličnany je douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*), která je pravděpodobně nejrozšířenější ve velkých částech Evropy pro hospodářské zalesňování a je považována za vhodného kandidáta pro náhradu produktivních smrkových a borových lesů ve střední Evropě v perspektivě změny klimatu. (23)

## 5 Způsoby zadržování vody v lese

Jelikož hlavní priorita je zadržování vody v lese, je potřebné znát způsoby k docílení tohoto požadavku. V následujících odstavcích jsou popsány základní možnosti a systémy, které by mohly situaci pomoci. Jedná se jen o úzký výběr se zaměřením na les a v něm proveditelné aplikace. Jsou i další, jako například rašeliniště, které jsou velmi zajímavé všeobecně, ale hlavně svou retenční schopností vody. Bohužel podmínky pro vznik rašelinišť jsou velmi specifické a nenapodobitelné. Zároveň je nemožné v nich účinně hospodařit. Dále samozřejmě lesy ovlivňuje i okolní krajina, kdy pole mají velké ztráty ve vodovodní bilanci, hlavně v období, kdy nejsou zasetá. Fragmentace polí s navýšením remízků by kladně ovlivnila situaci, ovšem toto nelze ovlivnit z pozice lesníka a není tedy předmětem této práce.

### 5.1 Meliorační a zpevňující dřeviny (MZD)

Jedná se o dřeviny, které podporují zadržení vody, zpevnění půdy pomocí hlubších kořenových systémů a tvorby humusu listnatým opadem. Jehličnatý opad je také zdroj hrabanky a následně humusu; bohužel hrabanka z jehlic je kyselejší a v případě monokultur či většího podílu jehlic může podporovat podzolizaci. Jedná se o složitý proces, ve kterém se minerální látky (obecně železo a hliník) spolu s humnovými kyselinami mobilizují a vyplaví z horních horizontů do nižších půdních horizontů. Prostřednictvím tohoto procesu se eluviální horizonty bělí nebo při obohacení humusem jsou šedé barvy, světlá barva však značí malý podíl živin či rostlinám prospěšných minerálů. Kyselejší rozpad je často tvořen nepřítomností nebo nedostatečným množstvím organismů rozkládající organický materiál na jednodušší mechanické i chemické částice. Mnoho těchto organismů je citlivých na své životní prostředí, proto je výhodné mít takové prostředí, které vyhovuje co nejvíce druhům, které na oplátku tvoří prostředí vhodné pro více rostlin; opět je zde důraz na větší biodiverzitu.

Seznam dřevin této skupiny a jejich procentuální zastoupení s ohledem na cílový hospodářský soubor je daný lesním zákonem, přesněji definován novelizovanou vyhláškou č. 298/2018 Sb. (12) Jedním z podnětů k nové verzi je také práce několika akademiků, kteří mimo jiné zmiňují měnící se klimatické podmínky a tím se zhoršující zdravotní stav některých tradičních hospodářských dřevin. Návrhem optimalizují množství sazenic MZD na hektar a také intenzitu jejich efektu dělí na tři stupně. Na prvním jsou vysoce potenciální, na druhé jsou dřeviny s dobrým potenciálem

a v posledním, třetím stupni jsou dřeviny s dostačujícím potenciálem meliorace. (13) Definice jejich funkcí je již zmíněný opad, který postupným rozkladem dodává živiny a organické látky do půdy a zabraňuje tím degradaci lesních půd. Podílí se na vodním režimu lesních půd díky kořenovým systémům, které zpevňují půdu a omezují tak vývratům na podmáčených půdách. Zpevňují také kostru lesních porostů, které jsou odolnější vůči povětrnostním vlivům a námrazám. Pro vytváření příznivějšího mikroklimatu ve svém okolí (13), resistenci disturbancím a dalším zmíněným benefitům je doporučováno navýšit množství MZD v porostech.

## 5.2 Omezení vypařování vody

Největší množství vody z lesa se ztrácí vypařováním, ať přímo ze stromů, nebo ze zemského povrchu; tomuto vypařování se říká evapotranspirace. Celkový výpar však není ztráta. Dodatečný vliv na evaporaci má i druh zemského povrchu. Standardně je ovšem jedno, o jaký holý povrch se jedná; v případě pokrytí vegetací je vypařování nižší, jelikož se částečně převádí na transpiraci, proto se ve smyslu šetření vody preferují zarostlé plochy. Intercepce je výpar zachycených srážek z korun stromů, které se již nedostanou na povrch půdy a snižují vodní bilanci. Jedná se o relativně významnou část vodní bilance, kterou lze ovlivnit hustotou porostu či druhovým složením.

V místech, kde chybí vegetace, jako jsou pouště či v menší míře holoseče, je výkyv denních a nočních teplot větší než na místech, kde je vegetace přítomná v hojném množství. Rostliny pomocí transpirace ochlazují sebe i okolí, tím snižují maximální denní teplotu. Teplo omezené přes den se však nemůže vytratit, jak určuje zákon o zachování energie. Teplo je tedy uchováno v listech a přes noc, kdy okolní teplota klesá, je teplo z listů uvolňováno a tím zvyšuje okolní teplotu a opět posouvá hranici – tentokrát minimální teploty ve svém okolí. Posuny maximální a minimální hranice blíže k sobě neboli zmenšení intenzity výkyvu denních a nočních teplot přispívají k nastavení stálého mikroklimatu.

Množství vypařené vody z lesa je možné ovlivnit hustotou zalesnění, od kterého se následně odvíjí množství vody zadržené na jejím povrchu a také množství odhalené půdy, která se rychleji zahřeje a ovlivňuje okolní klima.



### 5.3 Vodní nádrže

Vodní nádrže jsou velmi efektivní v zadržování vody, a to jak stékající, tak půdní. Samotné nádrže jsou schopny zadržet vodu po dešti nebo při jarním tání sněhu a tím ji déle udržet v lese a jeho okolí, pro delší čas na absorpci nebo pro opětovné zařazení do koloběhu vody. Hladina vody však ovlivňuje i okolní vodu v půdě a omezuje její prosakování dále, efekt zadržení je vázaný na druh a hrubost půdy. (7,8) Omezením průsaku do spodních částí významně pomáháme stromům s mělkým kořenovým systémem.

Pod představou vodní nádrže si lze představit obrovské přehrady, které se pro lesní hospodářství vůbec nehodí, je však možné v lese aplikovat výrazně menší nádrže o průměru několika metrů. Klasické tůňe či rybníky s plochou menší než 0.5 ha jsou dokonce efektivnější než velké nádrže s rozlohou přes 1 ha, a to zhruba o 240 %, bereme-li přepočtenou zadržovanou vodu v nádrži a vodu zadržovanou v ovlivněné půdě v okolí. (7) Zároveň malé nádrže jsou levnější a jednodušší na realizaci, tím jich lze umístit více ve strategických rozestupech pro ještě efektivnější využití. Introdukce vodní plochy do míst, kde zatím není ustálená, nabízí i možnost rozšíření lokální biodiverzity. Voda může být domovem obojživelníků a mnoha druhů hmyzu. Zvěř žijící v okolí může nádrž použít k napájení a popřípadě vytvoření kaliště. Hlavním cílem zakládání vodní plochy, ale zůstává podpora vodní dostupnosti pro dřeviny, převážně v místech, kde se vyskytovalo nebo očekává silný výskyt sucha.

### 5.4 Podzemní voda

Největší význam podzemní vody je trvalá zásoba vody pro veškerou faunu a floru, která se k ní může dostat. Rostliny, zejména dřeviny s dlouhými kořeny, mají možnost vodu absorbovat z větších hloubek. Jiné rostliny často v symbiotickém vztahu s podhoubím, které může mít hlubší dosah než samotná rostlina. Světově však zásoby podzemní vody mizí, kvůli stále rostoucí spotřebě vody v zemědělství, průmyslu i v denním využívání člověkem. (14) Návratnost vody do těchto zásob a minimalizování jejich plýtvání je zásadní pro naši budoucnost. V rámci lesa je několik věcí, které toto mohou ovlivnit.

Jedním z faktorů ovlivňujících použití podzemní vody jsou různé druhy dřevin, kde každá je jinak náročná na spotřebu. Úroveň zakmenění, logicky více stromů využije více vody, ačkoliv jsou meze, kde menší zakmenění je výhodnější, ale v těchto případech je silnějším faktorem druhová skladba dřevin či výška nebo stáří

stromu. (14) Stáří stromu je rozhodující hlavně v nejproduktivnějším období, kdy vzniká nejvíce dřevní hmoty, pak je potřeba vody vyšší. Na produkci dřeva se váže i sezónní odběr, ve vegetačním klidu stromy využívají méně vody, opadavé stromy přes zimu podzemní vodu téměř nečerpají oproti jehličnanům, které stále transpirují. Nečerpáním vody dovolují stromy půdě vodu opět doplnit ze srážek, což je důležité v obdobích sucha kdy podzemní voda tvoří určitý zásobník. (14)

Hlavním faktorem retence vody v půdě je samotná půda. Její druh a struktura jsou základními parametry. Kamenité či písčité půdy s většími mezičásticovými prostory umožňují snazší a rychlejší průtok vody, zároveň nemají velkou kapacitu v pórech na zadržení vody. (31). Jílovité půdy nebo půdy s větší vrstvou humusu mají více menších pórů mezi částicemi a mohou vody zadržet více a déle díky pomalému průtoku. (31) Vliv na kapacitu, průtok a vsakování má hustota půdy, čím více je půda utažená (vyšší hustota) tím méně vody může pohltit a více po ní stéká, a naopak. (32) Tento efekt je hlavní u lesních cest využívaných k pohybu těžké mechanizace pro práci v lese. Cesty odvádí vodu do svého bezprostředního okolí, kde může stagnovat, je proto vytvořena síť průtoků a žlábků, pro usměrnění odtok vody. Bohužel některé části této sítě mohou být neudržované, a tak neplní svou funkci. Možnost nápravy je běžné kontrolování této sítě. dalším řešením, jak navrhuje pan Štefan Valo, je zrušení starých nevyužívaných lesních cesty. Narušením jejich povrchu (snížení hustoty) a úpravy jejich těsného okolí se navrátí částečně kapacita půdy a běžný tok vody v půdě, čímž zmírníme riziko lokálních povodní po přeháňkovém dešti. (32) Vhodnou prevencí před těmito jevy může být dobré rozčlenění lesní i zemědělské krajiny na menší části, ve kterých lze vytvořit integrovanou vodní síť malých vodních toků a nádrží, jak tomu bývalo dříve. Množství vody se tak rozdělí na větší ploše, kde se po menších částech lépe vsákne do země. (32)

## 6 Názory odborníků a pracovníků z praxe – dotazník.

Dotazník, jakožto praktická část práce, vznikl se záměrem porovnávání navržených možných řešení odbornou literaturou s reálným řešením v praxi. Zároveň bylo zjišťováno, zdali jsou předpovídané změny klimatu pozorovatelné a případně pociťované lidmi v těsném pracovním vztahu s prostředím. Proto byl dotazník rozeslán především lidem z oboru a nejlépe přímo pracujícím v terénu, preferovaně lidem se zaměřením na lesnictví, ekologii nebo hydrologii. Základní myšlenky v dotazníku jsou shrnuty do velmi stručných bodů

- I) Smíšené lesy jsou schopny lépe odolávat klimatickým změnám nebo alespoň nabízejí možnost lepšího přechodného období než monokulturní porosty jehličnanů.
- II) Při změně klimatických podmínek je doporučováno změnit dřevinou skladbu, jelikož aktuální dřeviny zde nemusí již mít vhodné podmínky.
- III) Zadržení vody v lesích je klíčovou potřebou jak nyní, tak do budoucna, nezávisle na dřevinné skladbě.

Otázek je celkem třináct a u většiny je možnost výběru jedné či více odpovědí, nebo je odpověď založena na základě rozmezí intenzity provedení či pozorování daných jevů. Dotazník byl vytvořen pomocí webové služby Google forms a rozeslán již zmíněným skupinám.

### 6.1 Zpracování výsledků z dotazníku

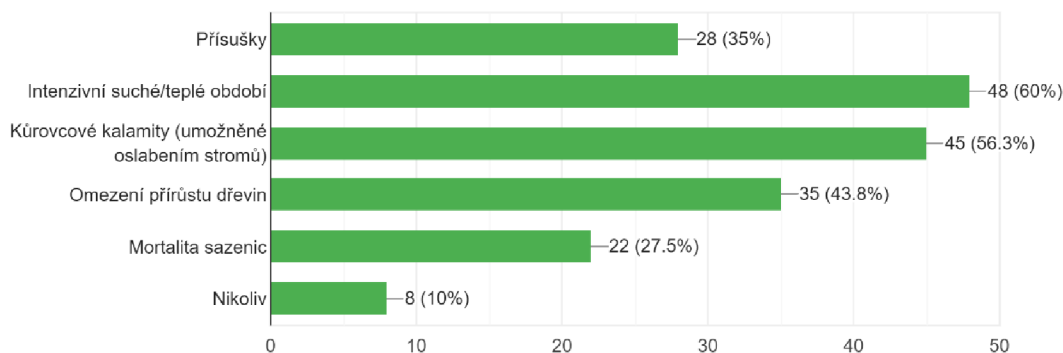
Dotazník vyplnilo celkem 80 osob, díky povinnému vyplňování téměř všech otázek, nebylo potřeba redukovat odpovědi o neúplně vyplněné. Též nebyl nalezen žádný dotazník, kde by data byla nevěrohodně vyplněna. V rámci zhodnocení dat je počítáno se všemi osmdesáti respondenty. Ukázka dotazníku je v příloze (Příloha č. 1).

Z kombinací odpovědí prvních dvou otázek vyplývá, že většina respondentů pracuje v lese a z toho je 68 % zaměřeno na lesnictví (těžaři, adjunkti, hajní a další), 14 % se zaměřuje na ekologii (ekologové a ochránci přírody) a nejmenší zastoupení je hydrologů, pouze 7 %. Zbývajících 11 % v lese nepracuje.

Dominantní odpovědí ve čtvrté otázce, zdali lze pozorovat úbytek vody v lesích, je ano. Opačnou odpověď uvedla necelá čtvrtina respondentů. Případný opak neboli příbytek v lesích nepozoroval žádný respondent. Nejčastější pozorované problémy poukazují na intenzivní sucho či teplé období, a kůrovcovou kalamitu, přehled ostatních pozorování je uveden v grafu (Graf 1).

## 5. Vnímáte problémy spojené se suchem?

80 responses



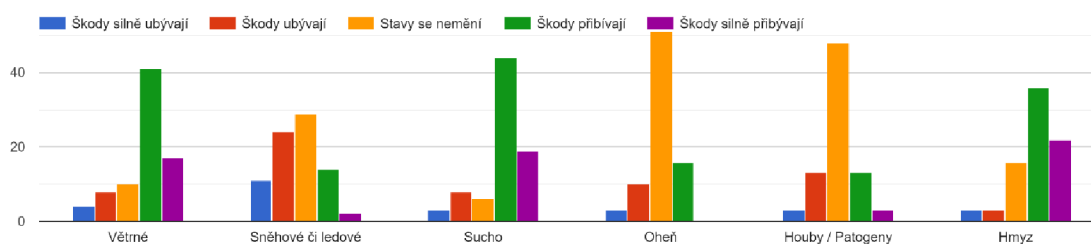
Graf 1 - Výsledek odpovědí na pátou otázku v dotazníku

Výsledek odpovědí na pátou otázku v dotazníku („Vnímáte problémy spojené se suchem?“), vlastní z Google forms

Velká většina, 82.5 % respondentů, nezakládá vodní plochy. Ačkoliv se očekával, respektive byla naděje, na opačný poměr odpovědí. Respondenti, kteří odpověděli ano, jsou nejčastěji z Královehradeckého kraje, druhý nejvíce zastoupený kraj byl Středočeský kraj.

Výsledky sedmé otázky dokládají, že dle mínění dotazovaných respondentů, je sucho je nejvíce na vzestupu ve škodách. Na druhém místě jsou škody větrné a škody způsobené hmyzem. Ovšem, přisoudíme-li odpovědi „Škody silně přibývají“ váhu 2, pak jsou škody hmyzem na druhém místě a větrné až na třetím. Další zajímavostí v grafu (Graf 2) je pozorovaný úbytek škod sněhem nebo ledem.

## 7. Jsou podle Vás škody různými činiteli častější?



Graf 2 - Výsledek odpovědí na sedmou otázku v dotazníku

„Jsou podle Vás škody různými činiteli častější?“ vlastní z Google forms

Porovnáním osmé a deváté otázky, zaměřené na opatření proti vzniku škodám sucha, lze zjistit poměr žádaných a realizovaných opatření. Nejdříve byly porovnány poměry odpovědí v jednotlivých otázkách. Následně poměr teoretických

a realizovaných opatření. V teorii by nejvíce lidí podporovalo změnu dřevinné skladby (81 %) a úpravu hydrologických podmínek v lese (70 %). Ponechávání mrtvého dřeva je nejméně preferovaný způsob (45 %), ostatní varianty jsou relativně vyrovnané. Kdy věková diverzita má největší procentuální zastoupení z nich. V praxi jsou poměry vyrovnanější, nejprováděnějším opatřením je rozrůzněnost výškové struktury (55 %), jako další následuje věková diverzita lesního porostu (52 %), tyto opatření na sebe mohou navazovat, proto se dá očekávat malý procentuální rozdíl v těchto odpovědích. Následují opatření úpravy druhové skladby a hydrologických podmínek (44 % a 42 % příslušně). Porovnáme-li pořadí preferencí, zjistíme, že není totožné, ale dost se liší. Za snahou zjistit, zda-li respondenti s možností ovlivnit daná opatření užívají ty, které sami podporují. Byli srovnány výsledky odpovědí mezi otázkami. Osob s možností opatření ovlivnit je celkem 33, z toho shodně v otázkách odpověděli následovně (viz Tabulka 1). Vypovídá to, že více než polovina věří svým opatřením.

Tabulka 1 - Počet shodných odpovědí dle druhu opatření

<i>Odpověď</i>	<i>počet</i>	<i>poměr</i>
Změna druhové skladby	21/33	64%
Věková diverzita porostu	21/33	64%
Výšková struktura	25/33	76%
Přírodě blízký způsob hospodaření	19/33	58%
Úprava hydrologických podmínek lesa	18/33	55%
Ponechávání mrtvého dřeva	19/33	58%

Závěrem dotazníku je veřejné vnímání a řešení posunu klimatického optima dřevin, 55 % respondentů již vnímá posun areálu různých dřevin. Tři čtvrtiny respondentů považují změnu dřevinné skladby jako řešení tohoto posunu, ačkoliv třetina z nich by podporovala pouze původní dřeviny (Graf 3). V případě preference druhu dřevin by byly upřednostněny dřeviny listnaté. Ačkoli po ohlasech několika respondentů s nepochopením této otázky, vlivem nejasnosti podmínek výběru a různého výkladu, nebyla otázka hodnocena.

Cílem poslední otázky bylo zjistit, zda-li potenciální ekonomická ztráta je důležitým faktorem při rozhodování ve způsobu hospodaření, jelikož ekologické lesnictví je často spojováno se sníženou možností výnosu porostu. Pokud přeskočíme nejčastější odpověď, kterou jak můžeme pozorovat v grafu 3, je odpověď „Nehospodařím, nemůžu odpovědět“, druhá nejpočetnější odpověď vykazuje důležitost finančního prvku.

11. Považujete jako řešení do budoucích klimatických podmínek změnu dřevinné skladby, například i nepůvodními druhy?

80 responses

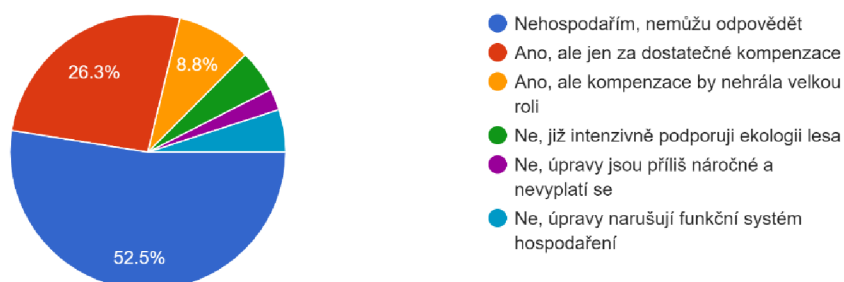


Graf 3 - Výsledek odpovědí na jedenáctou otázku v dotazníku

„Považujete jako řešení do budoucích klimatických podmínek změnu dřevinné skladby, například i nepůvodními druhy?“ vlastní z Google forms

13. Pokud by úpravy v ekologický prospěch byly finančně kompenzovány, změnily byste způsob hospodaření?

80 responses



Graf 4 - Výsledek odpovědí na třináctou otázku v dotazníku

„Pokud by úpravy v ekologický prospěch byly finančně kompenzovány, změnili byste způsob hospodaření?“ vlastní z Google forms

## 7 Diskuse

Shrnutím poznatků ze zpracování dotazníku je zřejmé, že vliv klimatických změn je pozorován i v praxi, nejedná se pouze o pozorování akademiky či odbornou literaturou. Ve snaze konkurovat nebo se připravit na změny klimatu je v nejvyšší míře volena změna dřevinné skladby, ačkoliv někdy za použití pouze původních druhů, které v případě teplejších částí našeho území nemusí být dostačující. (21) Využití nepůvodních dřevin a s tím částečně spojená změna hospodaření v lesích je často otázkou ekonomických možností, ale není zamítnuta. Všeobecně to značí relativní shodu v teorii, získané z odborné literatury, kde změna druhové skladby a zadržování vody v krajině jsou základní doporučované metody, s prakticky prováděnými opatřeními, která ovlivňují nebo připravují porost na klimatickou změnu. (11,14)

Výsledná data však nejsou bezchybná, některé otázky bylo možné pochopit různými způsoby, a některé chyběly pro potvrzení stanovených tvrzení. Pro případné další či podobné dotazníky navrhuji více otázek porovnávací teorii a praxi, konkrétnější dotazy, případně doprovodný text pro objasnění cíle dotazu čtenáři, širší zkoumání zájmu a možností využití vodních ploch v lesích. Taktéž obecné doporučení pro zastoupení respondentů; pro statisticky významnější hodnoty a rovnoměrnější kategorie respondentů lze doporučit ekvivalentní oborové zastoupení, v tomto případě převládalo oborové zastoupení z lesa, je možné že názory hydrologů byly výrazně odlišné, ale bohužel nedokázali v malém počtu vyjádřit svůj názor.

Obranná opatření se cílí proti škodám způsobeným suchem, nedostatkem vody a hmyzem, který je podpořený předchozími činiteli, a činí nám dnes dobře známé kůrovcové kalamity. Škody suchem jsou nejkritičtější hlavně v místech s omezenými zdroji vody, a pokud jsou suché roky těsně za sebou a stromy nemají šanci se zregenerovat.

Krátká rekapitulace možných opatření probraných v práci;

- I) Přejít na ekologické lesnictví, nebo alespoň změna hospodářského způsobu z holosečného na nesečný či podrostní. Změnou zachováme kontinuitu porostu a jeho prostředí, a tím omezíme ostrý přechod podmínek při obnově. Dále je možné snížit náklady pomocí přirozené obnovy bez potřeby zásahů díky podpoře přírodních procesů. Bohužel za cenu ponechávání určitého objemu dříví v lese, které není současně zpeněženo a můžeme o něj přijít.
- II) Změna a rozšíření dřevinné skladby, která bude lépe prosperovat v novém klimatu. Podpora širšího spektra druhů v rámci porostu, které může částečně zajistit přežití porostu bez jeho celkového kolapsu.
- III) Diverzita věkové či strukturní skladby, podobně jako druhová diverzita, umožňuje omezit ztráty při rozsáhlých disturbancích. Ačkoliv obdobně jako druhová diverzita může ve spojení se změnou hospodářského způsobu být náročnější na plánování a realizaci než hospodaření holosečí na monokulturách. Snížením doby obmýtí lze zvýšit stabilitu produkce. Nebo například snížením hustoty porostu lze zlepšit jeho vodní bilanci.
- IV) Zadržování vody v lese pomocí retenčních nádrží, zvýšením zastoupení MZD a revize vodní sítě. Voda je často omezující faktor a je potřeba se připravit na její úbytek.
- V) Na závěr podpora migrace druhů do nových klimatických optim, což je spojeno s již zmíněnou změnou druhové skladby. V některých případech kontroverzní téma, kvůli obavám z invazních druhů, nebo jiné potřeby na zachování původních druhů.

Hlavní návrh doporučuje změnu druhové skladby a více listnatých dřevin, které jsou sice náročnější na pěstování a jsou hůře zhodnotitelné než jehličnany, jelikož obchod a dřevozpracovatelský průmysl v České republice na ně není nastaven, ale mají velký ekologický význam.

Celkově však práce potvrzuje správnou volbu vybraných opatření a záměr lesníků. V případě potřeby může být souhrnným zdrojem informací a inspirace na úpravu způsobu hospodaření těm, kteří nezapočali již zmíněné způsoby obrany, nebo může ujistit ty, kteří by rádi změny provedli, ale neví, jaké a zdali jsou efektivní.



## 8 Závěr práce

Cílem práce bylo zjistit a popsat vliv klimatických změn na lesní porosty, možnosti přírodě blízkého hospodaření na omezení negativních dopadů těchto změn a srovnání teoretické myšlenky s praktickým provedením. Věřím, že práce prokázala přínos ekologického lesnictví pro zlepšení stavu současných a budoucích lesů, převážně pomocí navýšení druhové a věkové diverzity. Se změnou druhové skladby je úzce spjat posun areálu dřevin, popsáný v rámci práce včetně potřeby lesníku na asistenci v migraci z důvodů překážek ve volném šíření. Soulad názorů svědčí o správném postupu a nepotřebě drastické reformy stávajících metod.

Sucho a nedostatek vody jsou v praxi i rešerši nejčastější problémy spojené se změnou klimatu, jejich nepříznivé až smrtelné efekty jsou proto hlavní prioritou v přípravných opatřeních. Na výběru opatření se opět obě strany shodly, ačkoliv realizace některých je menší z důvodů finanční nákladnosti, nevhodných podmínek a dalších příčin. Základem šetření je, že názory z praxe a teorie se diametrálně nerozcházejí a naznačuje vzdělanost personálu v oboru.

Velká část vybraných opatření je spojena se zlepšením mikroklimatu v lesích, což je ve shodě s podporováním biodiverzity, která na oplátku ustaluje podmínky nového mikroklimatu. Práce tak prokázala podstatu mikroklimatu v přírodě. Opatření jako již zmíněná druhová, věková a strukturní diverzita, podporují hlavně přípravu na disturbance a resistenci alespoň části porostu při intenzivních disturbancích. Zadržování vody retenčními nádržemi má za účel omezit nedostatek vody v porostu a ekologické lesnictví spojuje tyto body dohromady pomocí přírodě šetrného způsobu.

Les není jediný prostor, kde mikroklima hraje podstatnou roli a kde jej lze ovlivnit; i ostatní typy krajiny mají své specifické podmínky pro zlepšení mikroklimatu a možnost jeho ovlivnění, ačkoliv odlišné lesnímu, které v rámci klimatických změn je nenahraditelné. Vzájemná podpora těchto mikroklimat je idealistickou myšlenkou budoucího stavu.

## 9 Zdroje

- 1) 289/1995 Sb. Lesní zákon. Zákony pro lidi – Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © AION CS, s.r.o. 2010 [cit. 06.11.2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289>
- 2) 17/1992 Sb. Zákon o životním prostředí. Zákony pro lidi – Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © AION CS, s.r.o. 2010 [cit. 21.11.2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>
- 3) LUCARINI, V. Towards a definition of climate science, *Int. J. Environment and Pollution*, Vol. 18 No. 5, 2002
- 4) *The Central European Journal of regional development and tourism* Volume7 Issue1, Page95-109 2017, ISSN18212506
- 5) PAN, Y.; MCCULLOUGH, K; & HOLLINGER, D.Y.; Forest biodiversity, relationships to structural and functional attributes, and stability in New England forests. *For. Ecosyst.* 5, 14p, 2018, <https://doi.org/10.1186/s40663-018-0132-4>
- 6) ALLEN C.D.; MACALADY A.K.; CHENCHOUNI H.; BACHELET D.; MCDOWELL N.; VENNETIER M.; KITZBERGER T.; RIGLING A.; BRESHEARS D.D.; HOGG E.H.; GONZALEZ P.; FENSHAM R.; ZHANG Z.; CASTRO J.; DEMIDOVA N.; JONG-HWAN LIM; ALLARD G.; RUNNING S.W.; SEMERCI A.; COBB N., A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests, *Forest Ecology and Management*, Volume 259, Issue 4, 2010, Pages 660-684, ISSN 0378-1127
- 7) JUSZCZAK R.; KĘDZIORA A.; OLEJNIK J., Assessment of Water Retention Capacity of Small Ponds in Wyskoć Agricultural-Forest Catchment in Western Poland. *Polish Journal of Environmental Studies* 16(5), 2007, pp.685-695., ISSN: 1230-1485
- 8) HEWELKE P.; GRATOWSKI T.; HEWELKE A.E.; ŻAKOWICZ S.; TYSZKA J., Analysis of Water Retention Capacity for Select Forest Soils in Poland. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(3), pp.1013-1019. 2015, <https://doi.org/10.15244/pjoes/23259>
- 9) TEULING A.J.; VAN LOON A.F.; SENEVIRATNE S.I.; LEHNER I.; AUBINET M.; HEINESCH B.; BERNHOFER C.; GRÜNWALD T.; PRASSE H.; SPANK U., Evapotranspiration amplifies European summer drought, *Geophys. Res. Lett.*, 40, 2013, 2071–2075p, doi:10.1002/grl.50495.

- 10) ZHANG, L., HICKEL, K., DAWES, W. R., CHIEW, F. H. S., WESTERN, A. W., AND BRIGGS, P. R., A rational function approach for estimating mean annual evapotranspiration, *Water Resour. Res.* 40, 2004, doi:10.1029/2003WR002710.
- 11) THOMAS, C.D., Climate, climate change and range boundaries. *Diversity and Distribution* 16, 2010, 488-495p. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00642.x>
- 12) 298/2018 Sb. Vyhláška o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. *Zákony pro lidi – Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. Copyright © AION CS, s.r.o. 2010 [cit. 06.02.2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-298/zneni-20190101#p8-1>
- 13) SLODIČÁK, M.; KACÁLEK D.; MAUER O.; et al. Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin v CHS borového a smrkového hospodářství: certifikovaná metodika. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2017. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-153-6.
- 14) SCHWAIGER F.; POSCHENRIEDER W.; RÖTZER T.; BIBER P.; PRETZSCH H., GROUNDWATER recharge algorithm for forest management models, *Ecological Modelling*, Volume 385, 2018, Pages 154-164, ISSN 0304-3800
- 15) FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Terms and Definitions FRA 2020, Řím, 2018
- 16) Franklin J.F.; Robert M.J.; Brian P.J., Natural disturbance and stand development principles for ecological forestry. Gen. Tech. Rep. NRS-19. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 2007, 44p.
- 17) Česko, Ministerstvo zemědělství, Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky, 2017, Praha, dostupné na [https://eagri.cz/public/web/file/545860/Koncepce\\_ochrany\\_pred\\_nasledky\\_sucha\\_pro\\_uzemi\\_CR.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/545860/Koncepce_ochrany_pred_nasledky_sucha_pro_uzemi_CR.pdf)
- 18) BIRKE J.; KOVAČÍK P.; FALTÝNEK J. Důvodová zpráva, Praha, 2020
- 19) BUŠINA F.; HRDINA V.; Pěstování lesů, Písek, 2016, 103-112s.
- 20) BRÉDA N.; HUC R.; GRANIER A.; ERWIN DREYER E., Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences *Ann. For. Sci.* 63(6), 2006, 625-644p, DOI: 10.1051/forest:2006042
- 21) LINDNER M.; MAROSCHEK M.; NETHERER S.; KREMER A.; BARBATI A.; GARCIA-GONZALO J.; SEIDL R.; DELZON S.; CORONA P.; KOLSTRÖM M.;

- LEXER M.J.; MARCHETTI M., Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems, *Forest Ecology and Management*, Volume 259, Issue 4, 2010, Pages 698-709, ISSN 0378-1127
- 22) SEIDL R.; THOM D.; KAUTZ M., et al. Forest disturbances under climate change. *Nature Clim Change* 7, 2017, 395–402p <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>
- 23) BUSSOTTI F.; POLLASTRINI M.; HOLLAND V.; BRÜGGEMANN W., Functional traits and adaptive capacity of European forests to climate change, *Environmental and Experimental Botany*, Volume 111, 2015, Pages 91-113, ISSN 0098-8472
- 24) SMITH D.M.; LARSON B.C.; KELTY M.J.; ASHTON P.M.S., *The practice of silviculture: applied forest ecology*, 9th ed., 1996, ISBN-13: 978-0471109419
- 25) FRANKLIN J.F.; BERG D.R.; THORNBURGH D.A.; TAPPEINER J.C., *Alternative Silvicultural Approaches to Timber Harvesting: Variable. Creating a Forestry for the 21st Century: the Science of Ecosystem Management*, 1997, 111p
- 26) IONITA M.; DIMA M.; NAGAVCIUC V., et al. Past megadroughts in central Europe were longer, more severe and less warm than modern droughts, *Commun Earth Environ* 2, 2021, 61p
- 27) MUKHERJEE S.; MISHRA A.; TRENBERTH K.E., Climate Change and Drought: a Perspective on Drought Indices. *Curr Clim Change Rep* 4, 2018, 145–163p <https://doi.org/10.1007/s40641-018-0098-x>
- 28) PODRÁZSKÝ V. *Základy ekologie lesa*, Praha, 2014, 29 69s, ISBN 978-80-213-2515-9
- 29) SCHWAIGER F., POSCHENRIEDER W., BIBER P., PRETZSCH H., *Ecosystem service trade-offs for adaptive forest management*, Friesing, 2019, <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2019.100993>
- 30) GUSTAFSSON L., BAKER S. C., BAUHUS J. et al., Retention Forestry to Maintain Multifunctional Forests: A World Perspective, *BioScience*, Volume 62, Issue 7, July 2012, Pages 633–645, <https://doi.org/10.1525/bio.2012.62.7.6>
- 31) HÜMANN M.; SCHÜLER G.; MÜLLER C.; SCHNEIDER R.; JOHST M.; CASPARI T., Identification of runoff processes – The impact of different forest types and soil properties on runoff formation and floods, *Journal of Hydrology*, Volume 409, Issues 3–4, 2011, 637-649p, ISSN 0022-1694
- 32) Duras J. et al., *Uteče to jako voda: Kniha o zadržování vody v krajině*, Plzeň, 2020, ISBN 978-80-270-8609-2

## 10 Přílohy

### Příloha č. 1 – Dotazník

#### Hospodaření lesů v klimatických změnách

Dobrý den,

Na začátek moc děkuji za věnovaný čas na vyplnění tohoto dotazníku. Účel dotazníku je sběr dat pro vypracování praktické části bakalářské práce "Ekologické lesnictví a mikroklíma v podmínkách změn klimatu", otázky se proto týkají klimatických změn a jejich komplikací v lesním hospodářství, jejich mírou řešení a vodního režimu. Dotazník je tím určen pro osoby blízkým lesnímu hospodářství a jeho okolí: lesníky, ekology a hydrology v oboru. Výsledky vyjádří zdali myšlenky a řešení problematiky v odborné literatuře jsou shodné se zkušenostmi v praxi.

Výsledky budou anonymní a budou zpracovány jen pro účel bakalářské práce. V případě zájmu o výsledky či celou práci, nebo v případě připomínek prosím kontaktujte mě na email:

[simon.map.zwaan@gmail.com](mailto:simon.map.zwaan@gmail.com)

---

\*Required

1. 1. Pracujete v lese? \*

*Mark only one oval.*

Ano

Ne

2. 2. jaká je Vaše specializace? \*

\_\_\_\_\_

3. 3. V jakém kraji působíte? \*

\_\_\_\_\_

4. 4. Pozorujete úbytek vody v lesích? \*

*Mark only one oval.*

Ano

Ne

Naopak příbytek

5. 5. Vnímáte problémy spojené se suchem? \*

*Tick all that apply.*

Přisušky

Intenzivní suché/teplé období

Kůrovcové kalamity (umožněné oslabením stromů)

Omezení přírůstu dřevin

Mortalita sazenic

Nikoliv

6. 6. Zakládáte vodní plochy (malých i velkých rozměrů) v porostu či jeho těsném okolí?

\*

Mark only one oval.

Ano

Ne

7. 7. Jsou podle Vás škody různými činiteli častější? \*

Mark only one oval per row.

	Škody silně ubývají	Škody ubývají	Stavy se nemění	Škody přibývají	Škody silně přibývají
Větrné	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sněhové či ledové	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sucho	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oheň	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Houby / Patogeny	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hmyz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. 8. Jaká opatření proti suchu provádíte a do jaké míry. PROSÍM VYPLNIT POUZE POKUD MŮŽETE V PRAXI OVLIVNIT

Mark only one oval per row.

	opatření neprovádím	nerozhodně	opatření provádím
Změna druhové skladby	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Věková diverzita porostu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Výšková struktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přírodě blízkým způsobem hospodaření	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Úprava hydrologických podmínek lesa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ponecháváním mrtvého dřeva (podpora biodiverzity)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. 9. Jaká opatření proti suchu teoreticky podporujete a do jaké míry. \*

Mark only one oval per row.

	Opatření nepodporuji, nemá smysl	Opatření nepodporuji	Nerozhodně	Opatření podporuji	Opatření podporuji, má velký význam
Změna druhové skladby	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Věková diverzita porostu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Výšková struktura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přírodě blízkým způsobem hospodaření	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Úprava hydrologických podmínek lesa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ponecháváním mrtvého dřeva (podpora biodiverzity)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. 10. Vnímáte posun areálu optima různých dřevin? \*

Mark only one oval.

Ano

Ne

11. 11. Považujete jako řešení do budoucích klimatických podmínek změnu dřevinné skladby, například i nepůvodními druhy? \*

Mark only one oval.

Ano i využití nepůvodních dřevin

Ano, ale pouze původních dřevin

Ne, rozdělení dřevin je adekvátní i pro budoucí klima

Ne a využití nepůvodních dřevin je chyba

12. 12. Upřednostnili byste v lesích listnaté dřeviny před jehličnatými? \*

*Mark only one oval.*

Ano

Ne

13. 13. Pokud by úpravy v ekologický prospěch byly finančně kompenzovány, změnily byste způsob hospodaření? \*

*Mark only one oval.*

Nehospodařím, nemůžu odpovědět

Ano, ale jen za dostatečné kompenzace

Ano, ale kompenzace by nehrála velkou roli

Ne, již intenzivně podporuji ekologii lesa

Ne, úpravy jsou příliš náročné a nevyplatí se

Ne, úpravy narušují funkční systém hospodaření