

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**  
**KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE**



Evaluační vlivu hydrofilních polymerů na ujmavost sadby  
javoru v porostech v katastru Volšovy u Sušice

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce: Ing. Jan Macků, Ph.D.**

**Diplomant: Bc. Jan Trutnovský**

**2021**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Trutnovský

Krajinné inženýrství  
Regionální environmentální správa

### Název práce

Evaluace vlivu hydrofilních polymerů na ujímavost sadby javoru v porostech v katastru Volšovy u Sušice

### Název anglicky

Evaluation of the Effect of Hydrophilic Polymer on Maple Seed Survival Rate in Stands in the Cadastre of Volšovy u Sušice

---

### Cíle práce

Cílem práce je posoudit vliv hydrofilních polymerů aplikovaných při sadbě na ujímavost a vybrané růstové parametry sazenic javoru v porostech v katastru obce Volšovy u Sušice.

Cílem práce je dále naměřené hodnoty porovnat s hodnotami u sazenic neošetřených.

Dílčím cílem je rovněž posoudit z lesotechnického hlediska aplikaci hydrofilních polymerů v daném porostu.

### Metodika

Práce je založena na terénním měření – případové studii.

- 1) Měření bude předcházet literární rešerše.
- 2) Na základě metodiky převzaté z AOPK a upravené podle původní metodiky Lesprojekt, bude provedeno měření výšky a tloušťky v krčku u sazenic ošetřených i neošetřených.
- 3) Měření bude realizováno po sadbě a následně na konci vegetačního období.
- 4) Naměřené hodnoty budou následně statisticky zpracovány.
- 5) Naměřené a analyzované hodnoty budou porovnány s dosavadními výsledky.

### Harmonogram:

Předložení literární rešerše: červenec – srpen 2020

Založení pokusných ploch a vstupní měření: jaro 2020

Měření na konci vegetačního období: září-říjen 2020

Předložení naměřených dat: leden 2021

---

Doporučený rozsah práce

40 – 50 stran

Klíčová slova

ošetření, mortalita, AOPK, vegetační období

---

Doporučené zdroje informací

ČSN 48 2116 (482116) 2015 Umělá obnova lesa a zalesňování : Artificial reforestation and afforestation.

Praha: Úřad pro technickou normalizaci, meteorologii a státní zkušebnictví

KLOUDA, M.: Normování práce. Praha: MZLVH ČR, 1988, 208 s.

NÁROVCOVÁ, J.: Zkušenosti s hodnocením kvality kořenového systému sadebního materiálu lesních dřevin. [Experience of root system of forest tree nursery stock's quality control]. In: Kořenový systém – základ stromu. Sborník referátů z konference, 2004.

NERUDA, J., SIMANOV, V.: Technika a technologie v lesnictví. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006, 324 s. ISBN 80-7157-988-2 (brož.).

PULKRAB, K., ŠIŠÁK, L., BARTUNĚK, J.: Hodnocení efektivnosti v lesním hospodářství. Kostelec n. Č.L.: Lesnická práce, s.r.o., 2008, 131 s.

---

Předběžný termín obhajoby

2020/21 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Macků, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Konzultant

doc. Ing. Ivana Tomášková, Ph.D.

---

Elektronicky schváleno dne 30. 5. 2020

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 23. 6. 2020

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 26. 01. 2021

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Jana Macků, Ph.D. Další informace mi poskytla má konzultantka doc. Ing. Ivana Tomášková, Ph.D. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze: .....

.....

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Janu Macků, Ph.D. za odborné vedení, pomoc a rady při zpracování této práce. Dále konzultantce doc. Ing. Ivaně Tomáškové, Ph.D. a Ing. Václavu Tomanovi, který mi umožnil výsadbu v rámci jím spravovaných lesních porostů a byl mi nápomocen v průběhu celého praktického výzkumu.

# Abstrakt

Diplomová práce se zabývá ohrožením planety v rámci klimatických změn a možnostmi, jak tento jev zvrátit za pomoci podpory obnovy lesa užitím hydroabsorbentů při výsadbě.

V úvodní části je představena problematika zrychlení klimatických změn v důsledku kterých, dochází k oteplování klimatu a následnému narušení hydrologického režimu planety projevujícího se častými obdobími sucha a úbytky podzemních vod následovanými přivalovými dešti. Jednou z možností, jak mírnit dopady klimatických změn, je obnova lesních ekosystémů, čímž lze podpořit zlepšení a stabilitu hydrologického a uhlíkového procesu.

Obnova lesních celků, je nicméně sama osobě nedostatkem vody negativně ovlivněna, což se projevuje horší ujímavostí a následně i špatnou vitalitou sadby. Jedním z možných řešení je využívání pomocných půdních látek, jejichž účelem je zlepšit zvláhu sazenic a omezit vodní šok v období sucha. Tyto jednotlivé metody budou krátce představeny a práce se bude následně zaměřovat především na představení hydrofilních polymerů.

V rámci praktického výzkumu byl použit hydrofilní polymer značky Stockosorb Medium 660, který byl aplikován k prostokořenným sazenicím Javoru klen při výsadbě v katastru obce Volšovy u Sušice. Vytvořeny byly celkem tři výzkumné plochy o celkovém počtu 300 sazenic. 100 sazenic bylo ošetřeno suchým přípravkem, 100 naředěným a zbylé nebyly ošetřeny a sloužily jako kontrola. Pro možnost statistického ověření výsledků bylo při výsadbě a následně po ukončení vegetačního období provedeno měření tloušťky kořenového krčku a celkové výšky každé sazenice.

V rámci statistického ověření bohužel nebylo možné prokázat rozdíl v ujímavosti a přírůstcích sazenic ošetřených hydrogelem a kontroly. Předpokládá se, že je to zaviněno omezenou dobou zkoumání s nedostatečným časovým odstupem mezi jednotlivými měřeními.

V diskusi a závěru jsou popsány a shrnuty zjištěné výsledky a doporučení v kontextu s obdobnými závěry z doposud již známých realizovaných výzkumů.

## **Klíčová slova**

ošetření, mortalita, AOPK, vegetační období

## **Abstract**

The diploma thesis deals with the threat to the planet in the context of climate change and how to reverse this phenomenon by supporting forest regeneration through using of hydroabsorbents during planting.

The first part presents the issue of accelerating climate change, because of there is global warming and subsequent disruption of the hydrological regime of the planet. This is manifested by frequent periods of drought and loss of groundwater followed by torrential rains. One way to mitigate the effects of climate change is to restore forest ecosystems, which can support the improvement and stability of the hydrological and carbon process.

Restoration of forest units is itself negatively affected by the lack of water, which is reflected in a worse survival rate and consequently poor vitality of seedlings. One possible solution is the use of soil improvers, the purpose of which is to improve the irrigation of seedlings and reduce water shock in times of drought. These individual methods will be briefly introduced, and the work will then focus mainly on the introduction of hydrophilic polymers.

As part of the practical research, a hydrophilic polymer - Stockosorb Medium 660 - was used and it was applied to free-root seedlings of Maple maple during planting in the cadastre of the village of Volšovy near Sušice. A total of three research areas were created with a total of 300 seedlings. 100 seedlings were treated with a dry preparation, 100 with diluted and the remaining were not treated and served as a control. For the possibility of statistical verification of the results, the thickness of the root neck and the total height of each seedling were measured during planting and after the end of the growing season.

Unfortunately, as part of the statistical verification it was not possible to prove a difference in survival rate and increments hydrogel-treated seedlings and controls. It is assumed that this is due to the limited examination time with insufficient time interval between individual measurements.



The discussion and conclusion describe and summarize the results and recommendations in the context of similar conclusions from previously known research.

## **Key word**

treatment, mortality, AOPK, vegetation period

# Obsah

1	Úvod.....	12
2	Cíle práce .....	14
3	Literární rešerše .....	15
3.1	Klima a jeho vývoj.....	15
3.1.1	Klima, klimatický systém a jeho složky .....	15
3.1.2	Klimatické procesy.....	17
3.1.3	Klimatické změny .....	20
3.1.4	Dopady klimatických změn na životní prostředí .....	23
3.1.5	Snahy o zmírnění dopadů klimatických změn na globální úrovni .....	28
3.1.6	Bod zvratu .....	31
3.2	Lesní ekosystémy.....	31
3.2.1	Lesní celky a jejich funkce.....	31
3.2.2	Ohrožení lesů a vliv změn klimatu .....	35
3.3	Obnova lesa a výsadba lesního porostu.....	42
3.3.1	Zákonné vymezení a základní pojmy .....	42
3.3.2	Činnosti probíhající v rámci zalesňování.....	44
3.3.3	Využití mechanizace v rámci zalesňování .....	55
3.3.4	Ochrana lesa (sadby) .....	56
3.4	Pomocné půdní látky a jejich využití .....	58
3.4.1	Dělení pomocných půdních látek.....	59
3.4.2	Hydrofilní polymery – hydrogely .....	64
3.5	Metodika .....	74

3.5.1	Vymezení výzkumné plochy a její příprava .....	74
3.5.2	Sadební materiál .....	76
3.5.3	Výsadba a aplikace hydrogelu .....	76
3.5.4	Značení a vstupní měření .....	79
3.5.5	Ochrana a péče o sadbu .....	80
3.5.6	Kontrolní měření .....	80
3.5.7	Statistické zpracování dat .....	82
3.5.8	Použité hypotézy .....	84
4	Výsledky .....	85
4.1.1	Posouzení vlivu zvoleného hydrofilního polymeru na ujímavost sazenic .....	85
4.1.2	Posouzení aplikace hydrofilních polymerů v daném porostu z lesotechnického hlediska .....	88
5	Diskuse .....	89
6	Závěr .....	91
7	Seznam literatury .....	92
8	Přílohy .....	105
	Příloha 1 .....	105
	Příloha 2 .....	106
	Příloha 3 .....	107

# 1 Úvod

Výkyvy v podobě změn klimatu planety nejsou v její historii ničím novým. Rychlost a intenzita, se kterou ke klimatickým změnám v dnešní době dochází, jsou ovšem oproti předešlým mimořádné. Nejpravděpodobnějším důvodem, proč k tomu dochází, je rozvoj lidstva a jeho činností, které vedou k zintenzivnění skleníkového efektu a následnému oteplování planety. Dopady tohoto jevu pak můžeme sledovat ve všech sférách a složkách zemského klimatu.

Z důvodu postupujících klimatických změn dochází taktéž k narušování lesních ekosystémů. Výskyt extrémních meteorologických jevů způsobuje mechanická i fyziologická poškození lesních celků, což má za následek jejich degradaci, nebo oslabení stability a zvýšení jejich náchylnosti vůči působení imisí nebo různých škůdců.

Lesní celky sami o sobě pomáhají negativní dopady klimatických změn mírnit. Ochlazují atmosféru, podporují jak retenční, tak i evapotranspirační schopnost krajiny, absorbují uhlík a zmírňují i dopady extrémních jevů.

Tento proces – poškozené klima – negativní dopad na lesní celky – pozitivní dopad lesů na obnovu klimatu – je narušen, jelikož přirozená obnova lesa není dostatečně rychlá, aby negativa převážila. Možným řešením je tedy externí zásah člověk v podobě umělé obnovy lesních celků.

Umělá obnova představuje  $\frac{3}{4}$  celkového objemu obnovy lesa. Vzhledem k narušenému klimatu jsou sazenice ovšem při výsadbě ohrožovány teplotním a vodním šokem. Procento mortality je natolik vysoké (25-40 %), že se jím zabývalo již mnoho studií. Největší ohrožení ujímavosti sadby způsobuje nedostatek vláhy (zaschnutí) a živin po výsadbě a v rámci prvního vegetačního období.

Nedostatečnou kvalitu půdního prostředí a srážek lze kompenzovat použitím přírodních organických a minerálních materiálů nebo syntetických přípravků a hnojiv nazývaných pomocné půdní látky. V základu se jedná o látky, jejichž účelem je zajistit rostlinám dostatek vláhy a živin. Jedním druhem těchto látek jsou hydroabsorbenty. (Repáč a kol., 2013)

Je využíváno několik způsobu aplikace, od použití při setí až po využití v rámci výsadby. Účinnost jednotlivých metod bohužel doposud nebyla dostatečně prokázána a je tedy nutné provést více měření a nasbírat statisticky ověřené výsledky, aby bylo možné objektivně prokázat pozitivní účinek použití hydroabsorbentů na ujímavost ošetřených sazenic a následné snížení jejich mortality.

## 2 Cíle práce

Hlavním cílem práce je posouzení vlivu zvoleného hydrofilního polymeru na ujímavost sazenic javoru při výsadbě v rámci lesních porostů katastru obce Volšovy u Sušice. K obnově lesních celků ve zvolené oblasti dochází po nucené těžbě po poškození porostu kůrovcovou kalamitou.

Naměřené hodnoty budou dle zadání porovnány s hodnotami u neošetřených sazenic, které slouží jako kontrola. Celkem budou k dispozici tři sady dat. Hodnoty sazenic ošetřených suchým hydrogelem, hodnoty sazenic ošetřených namočených hydrogelem a hodnoty kontroly. Posledním cílem práce je posoudit vhodnost aplikace hydrofilních polymerů v daném porostu z lesotechnického hlediska.

## 3 Literární rešerše

Kapitola shrnuje literární poznatky z problematiky vývoje klimatického systému země, jeho změn a dopadů na lesní ekosystémy. Ve snaze o pozitivní náhled jsou uvedeny možnosti mírnění dopadů klimatických změn za pomoci obnovy lesních celků. Na závěr je pojednáno o možnostech, jak výsledky obnovy lesa podpořit za pomoci využití hydrofilních polymerů.

### 3.1 Klima a jeho vývoj

V rámci literární rešerše bude diplomová práce pojednávat o vývoji klimatického systému země, změnách, ke kterým v rámci něj dochází, a následcích, které tyto změny přinášejí. Následně budou popsány lesní ekosystémy a pozitivní i negativní aspekty, ke kterým dochází v rámci interakce mezi klimatickými změnami a lesními ekosystémy. Jednou z možností, jak tento pozitivní vliv udržet, je pracovat na aktivní obnově lesních celků. Dále tedy bude pojednáno o důležitosti a druzích obnovy lesa, a to i za použití různých pomocných půdních látek, které jsou dnes pro podporu ujímavosti a zlepšení vitality sazenic používány. V závěru rešeršní části práce bude více přiblížen zvolený přípravek ve formě hydrofilního polymeru.

#### 3.1.1 Klima, klimatický systém a jeho složky

Pro možnost dalšího posouzení a pochopení jevů, které v rámci klimatického systému probíhají, je nutné nejprve vymezit pojem klimatu a klimatického systému včetně jeho složek a jejich vzájemné interakce.

Podle platných definic je možné pojem klima vyjádřit hned několika způsoby. Moldan (2015) o něm pojednává jako o průběhu počasí za určitý delší časový úsek, který je specifický pro konkrétně vymezené území. Pojem delší časový úsek není nijak blíže specifikován. Může se tak jednat o jednotky, ale i desítky let.

Jelikož bude dále pojednáno i o jednotlivých složkách klimatického systému a procesech v nich probíhajících, jako nejvhodnější se jeví definice Českého hydrometeorologického ústavu (2007), který klima popisuje jako „*dlouhodobý charakteristický režim počasí, podmíněný bilancí energie, atmosférickou a oceánskou cirkulací, vlastnostmi zemského povrchu a činností člověka.*“

Mezi složky klimatického systému mimo již uvedené v této definici, tedy atmosféru, světový oceán, litosféru, počítáme ještě kryosféru a biosféru. Každá představuje složitý systém, ve kterém probíhají různé fyzikální a chemické procesy díky základnímu zdroji energie, který se na Zemi nachází, a kterým je sluneční záření (Vysoudil, 2004).

**Atmosféra** tvoří plynný ochranný obal Země, jehož hlavní funkcí je udržovat takové prostředí, které je slučitelné s výskytem života na Zemi, a zároveň povrch Země chránit před nežádoucími vlivy slunečního záření. Pro další potřeby této práce je třeba vymezit její složení, které tvoří směs plynů, kapalin, a dokonce i pevných látek. V největším měřítku jsou v ní zastoupeny plyny dusík, kyslík a argon, ve stopovém množství poté vodní pára, oxid uhličitý a ozón (Salomon a kol., 2007).

**Světové oceány a moře** tvoří druhou největší součást klimatického systému. Jejich rozloha činí až 70 % a množství energie v nich obsažené má nezastupitelnou roli pro správné fungování procesů na Zemi. Fungují jako tepelná zásobárna, stabilizátor, jímač oxidu uhličitého, odrážejí sluneční záření, na velké vzdálenosti přenášejí částice v nich obsažené a v rámci cirkulace vody (ochlazování a oteplování) vypařují vodu, což umožňuje následné srážky (Metelka, 2009). I když se jedná z více jak dvou třetin o vodu sladkou, se světovými oceány úzce souvisí **kryosféra**, která zastupuje vodu na Zemi v pevném stavu. Mořský a jezerní led, ledovce a sníh mají význam především z důvodu stabilizace teploty v dané lokalitě a také pro jejich schopnost odrážet elektromagnetické záření neboli albedo (Salomon a kol., 2007).

**Litosféra**, zemská pevnina, ovlivňuje klima především díky proudění vzduchu způsobeným zvrásněním jejího povrchu. V rámci zásahů do krajinného rázu tak může být

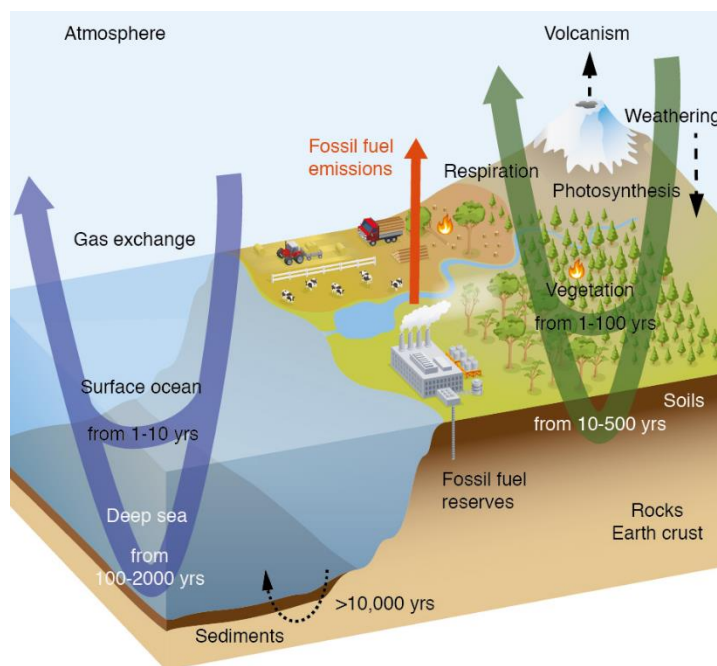


klima dané lokality a následně zeměkoule samotné ovlivňováno více, než by se očekávalo (IPCC, 2014).

**Biosféra** zastupuje veškerý život na zemi, ve vodním prostředí i v atmosféře. V rámci životního cyklu rostlin, živočichů a dalších organismů dochází především k předávání a uvolňování energie a plynných částic. Svým výskytem však biosféra ovlivňuje i další procesy, ať zcela nevědomě. Příkladem může být snadnější vsak vody díky kořenům rostlin (Vysoudil, 2004).

### 3.1.2 Klimatické procesy

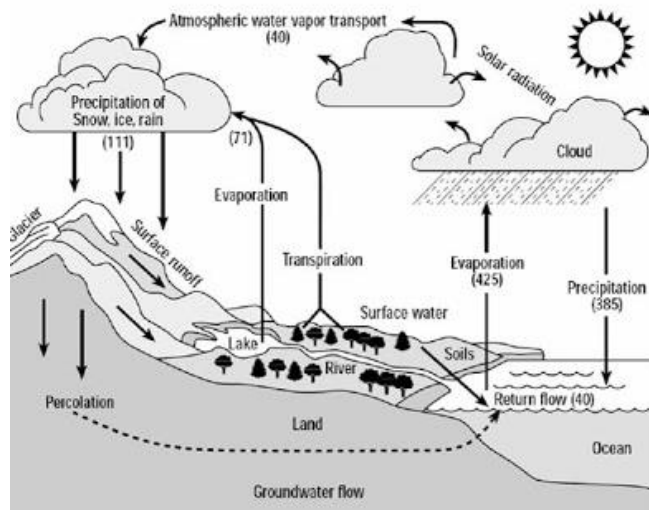
Pojem klimatické procesy zastřešuje ty procesy, které jsou natolik významné, že v rámci nich dochází k zapojení celého ekosystému Země anebo díky nim dochází ke změnám v rámci ekosystému Země. Jejich prostřednictvím dochází k nepřetržité výměně hmoty a energie. Mezi základní procesy řadíme hydrologický a uhlíkový cyklus. Na nich také bude blíže představena provázanost jednotlivých složek klimatického systému.



Obrázek 1: Uhlíkový cyklus ([www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/carbon-and-other-biogeochemical-cycles/](http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/carbon-and-other-biogeochemical-cycles/))

Jak je patrné z obrázku 1, celý koloběh uhlíku je založen na jeho neustálém ukládání a následném uvolňování v řádu desítek miliónů let. K ukládání uhlíku dochází z atmosféry do litosféry a oceánů prostřednictvím „kyselých“ dešťů, z oceánu a biosféry postupným rozkladem a sedimentací rostlin a živočichů. K návratu nahromaděného uhlíku dochází výparem z oceánů, v rámci sopečných erupcí anebo lidskou činností. Proces uhlíkové výměny a jeho dlouhodobost se zdá jako stabilní a těžko narušitelný proces. Výkyvy v množství uhlíku ke vstřebávání (vegetační období rostlin) nebo uhlíku uvolněného mohou narušovat jemnou rovnováhu jednotlivých ekosystémů, nebo zhoršovat již probíhající klimatické změny (skleníkový efekt) (Kadrnožka, 2006; Riebeck 2011).

Stejně tomu tak je i v případě hydrologického procesu, který zajišťuje koloběh vody na planetě, jak je znázorněno na obrázku 2. Účelem tohoto procesu není pouze zajištění dostatečné závlahy pro rostliny a všechny živé organismy na Zemi. V průběhu proudění vody dochází i k přenosu látek v ní obsažených a k usměrňování toků energie. Celý proces je podpořen prouděním větru. Je tedy možné říci, že narušení tohoto procesu má nedozírné následky na ekosystém a stabilitu klimatu Země. Pokud dojde k uhynutí vegetace z důvodu sucha, nebudou tyto rostliny zajišťovat správný vsak vody, což může vést ke vzniku povodní a vodní eroze, a také k prohloubení sucha v dalších oblastech z důvodu nízkého stavu podzemních vod (Petřík a kol., 1986).



Obrázek 2: Hydrologický cyklus (<http://ekologie-v-kostce.blogspot.com/2011/07/hydrologicky-cyklus.html>)

Množství vazeb probíhajících v rámci klimatických složek a jednotlivých ekosystémů je nepredikovatelné. Neustále taktéž dochází k různým změnám, a to způsobených jak přírodní aktivitou, tak i lidskou činností (Kadrnožka, 2008).

Pokud se budeme bavit o změnách způsobených přírodními jevy, dá se říci, že se jedná o přirozený vývoj klimatických procesů, který může být více či méně cyklický. Jako tomu je v případě **Atmosférických projevů**. Ty jsou spojovány s cyklickým střídáním oteplení a ochlazení planety, které je způsobováno pohyby zemské osy kolem pólů, změnou naklonění zemské osy a změnou zemské dráhy. Tyto jevy, též nazývány jako Mylankovičovy, se opakují v periodicitě tisíc let. (Moldan, 2015) Se střídavým ochlazováním a oteplováním planety je spojováno taktéž střídání dob ledových a meziledových. Důvod tohoto střídání je připisován také množství CO<sub>2</sub> v atmosféře spolu s intenzitou slunečního záření.

Poslední doba ledová skončila před 10 000 lety, kdy nastalo období tzv. holocénu. Teplotně stálému prostředí, které vzniklo, je připisována možnost vzniku lidstva (Houghton, 1998).

Dalším příkladem pravidelně se opakujícího cyklu se schopností vyvolávat změny klimatu planety je již zmiňovaná intenzita **Slunečního záření**. Ta je ovlivňována výskytem slunečních skvrn, díky nimž dochází k ochlazení, zeslabení slunečního svitu. Délka slunečního cyklu je odhadována na 11 let a měla by opět kulminovat mezi roky 2021 a 2022 (Kadrnožka, 2008).

Příkladem přirozené změny s okamžitým efektem a bez zacyklení může být **Sopečná činnost**. V důsledku výronu horkého magmatu a sopečných plynů, ale nedochází k oteplení, nýbrž k ochlazení dané oblasti. Sopečné plyny obsahující částičky prachu a zplodiny oxidu siřičitého jsou vyvrženy do atmosféry, kde brání průniku slunečního záření na povrch země.

O dalších klimatických procesech bude pojednáno v následující kapitole vzhledem ke změnám, kterými tyto procesy procházejí.

### 3.1.3 Klimatické změny

Jak již bylo nastíněno výše, klimatické změny nejsou v průběhu geologického vývoje Země ničím neobvyklým (Acot, 2005).

Důvodem, proč je toto téma v popředí zájmu je rychlost, jakou k nim dochází a důsledky, které jsou s nimi spojovány. V současnosti dochází ke změnám klimatu 10x rychleji, než tomu bylo dříve. V minulosti bylo možné sledovat vývoj klimatických změn v rámci paleoklimatických záznamů v letokruzích stromů, nebo prostřednictvím ledovcových vrtů. Dnes je to možné díky satelitním záznamům a prediktivnímu modelování (Kadrnožka, 2008; Moldan 2015).

Za ústřední projev probíhajících změn klimatu je považováno zvyšování průměrné teploty, souhrnně nazývané globální oteplování (Cílek, 2019). Dopady zvyšování teploty lze sledovat v hydrologických cyklech, táním ledovců a následném stoupání hladiny oceánů, nárůstu mimořádných událostí a na mnoha dalších jevech.

Původ tohoto fenoménu je přisuzován rozvoji lidské činnosti v rámci populační expanze a průmyslové revoluce na přelomu 18. a 19. století. Tento mimořádný ekonomický a hospodářský růst znamenal značné změny ve využívání půdy a nadměrné spalování fosilních paliv. Vzhledem k tomu, že lidstvo v těchto aktivitách pokračuje i nadále, dochází ke zhoršení poměru plynů obsažených v atmosféře, uvolňování nezvyklého množství CO<sub>2</sub> a zintenzivnění tzv. skleníkového jevu (Moldan, 2015).

#### **Změny ve využívání půdy**

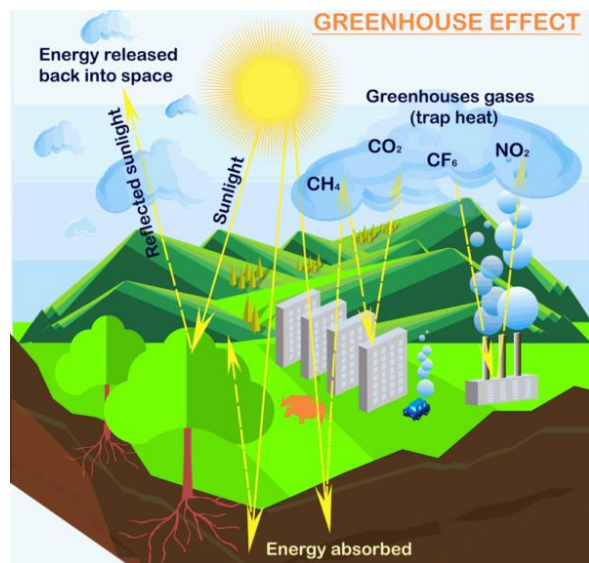
Vzhledem k populační explozi nevyhnutelně došlo k rozvoji osídlování a zemědělské činnosti. Rozmachu urbanizaci muselo ustoupit obrovské množství lesů, což následně negativně ovlivnilo hydrologický proces v krajině, jelikož byla omezena možnost zpětného výparu vody a tím pádem došlo i k omezení srážkovosti. Krajina tak ztratila velkou míru schopnosti fotosyntézy a zadržby vody.

Mimo odlesňování docházelo k vysoušení mnoha vodních ploch pro potřeby zemědělské půdy a k vypalování lesů, čímž bylo do ovzduší uvolňováno nezanedbatelné množství CO<sub>2</sub>. Podle vědců z WHO (2010) ovlivnily právě tyto činnosti změny klimatu až do výše jedné pětiny. Jak uvádí Kadrnožka (2008), není reálné, aby došlo k zastavení rozmachu společnosti a kácení stromů. Myslet by se ovšem mělo na obnovu a výsadbu lesních celků, které by pomohly dodatečně mírnit již způsobené následky.

## **Spalování fosilních paliv a rozvoj skleníkového efektu**

Největší dopad, který člověk v negativním pojetí na klimatický systém má, je přisuzován právě spalování fosilních paliv, mezi které řadíme hlavně ropu, uhlí a zemní plyn. Jedním z příkladů je nadměrné využívání dopravních prostředků. Důsledkem nadměrného spalování fosilních paliv dochází k uvolňování oxidu uhličitého do atmosféry v takovém množství, že dochází k negativnímu ovlivnění skleníkového efektu (Nátr, 2011).

**Skleníkový efekt** (Obr. 3) jako takový je pro existenci života na zemi naprosto nezbytný. Jak jeho název napovídá, vytváří nad Zemí ochranný plynný obal, podobný skleníku. Skleníkové plyny absorbují část infračerveného záření, které je odraženo od zemského povrchu zpět. V důsledku toho je na Zemi udržována průměrná teplota dostatečně vysoká pro výskyt života (Barros, 2006). Český hydrometeorologický ústav (2007) jej definuje jako koloběh energie mezi sluncem, zemskou atmosférou a zemským povrchem. Mezi základní skleníkové plyny patří oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), vodní pára (H<sub>2</sub>O) a metan (CH<sub>4</sub>).



Obrázek 3: Skleníkový efekt (<https://www.eagrovision.com/greenhouse-effect/>)

**Oxid uhličitý – CO<sub>2</sub>** je jedním z nejvýznamnějších skleníkových plynů. Vzniká především jako vedlejší produkt hoření materiálů, které obsahují uhlík, jako je biomasa, bioplyn a další průmyslová paliva. V přírodě dochází k jeho vzniku při tlení rostlin a živočichů a vulkanických erupcích (Britannica, 2020). Stabilní množství oxidu uhličitého v atmosféře je bohužel již minulostí. V období od 2. světové války došlo a dochází k velice rychlému uvolňování nahromaděných zásob CO<sub>2</sub>, a to přeměnou původní krajiny a spalováním fosilních paliv (Nátra, 2011). V roce 2017 došlo k překročení hranice koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší, která byla považována za kritickou – 400ppm (Panelová diskuze, 2019).

**Vodní pára** podle Nátra (2006) dosahuje až 60 % podílu na skleníkovém efektu.

Sama o sobě nicméně vliv na zemskou teplotu příliš nemá. Až v důsledku skleníkového efektu a lidské činnosti dochází k většímu vodnímu výparu, s jehož vyšší koncentrací dochází následně i k oteplování atmosféry.

**Metan** je jedním z mála plynů skleníkového efektu, na jehož narůstající množství nemá vliv průmyslná činnost člověka, ale rozvoj zemědělství. Metan vzniká jako vedlejší produkt při zpracování potravy hospodářskými zvířaty a dále rozkladem organismů v oceánech a rašeliníštích. S nárůstem chovaných zvířat stoupl i objem vypouštěného

metanu (Kadrnožka, 2008). Co do celkového obsaženého množství je až na třetím místě, nicméně je až pětadvacetkrát účinnější v záchytu záření než oxid uhličitý (US EPA, 2020).

V nižším procentu je možné v atmosféře nalézt ještě, oxid dusný –  $N_2O$ , ozón –  $O_3$ , halogenové uhlovodíky a freony. Nadužívání freonů se v minulosti vázalo především k používání sprejů a chladících zařízení. Poměrně rychle však došlo k odhalení jejich škodlivých účinků a jejich užívání bylo omezeno (Nátr, 2006).

Ačkoliv se o negativním vlivu skleníkového efektu na změny klimatu stále vedou diskuse, je zřejmé, že v okamžiku, kdy množství těchto látek v atmosféře stoupne, dochází ke snížení množství záření unikajícího do vesmíru a teplota na Zemi stoupá. Průměrná teplota dlouhodobě vykazuje značné výkyvy. Od 80. let 20. století však dochází pouze k jejímu nárůstu. Za posledních 150 let se zvýšila o  $0,6^{\circ}C$ . Mimo celkové oteplování dochází i k nárůstu počtu letních a tropických dní, oproti úbytku mrazových a ledových.

Hodnotící zpráva IPCC předpokládá neustálý nárůst průměrné teploty za předpokladu, že nedojde k poklesu koncentrace skleníkových plynů (IPCC, 2020). V závislosti na vzrůstající teplotě dochází ke změnám i v rámci další klimatických jevů (Barros, 2006).

### 3.1.4 Dopady klimatických změn na životní prostředí

#### **Hydrologický cyklus planety**

V rámci probíhajících klimatických změn se předpokládá, že dojde ke zrychlení a zintenzivnění hydrologického procesu. Jak již bylo vysvětleno v rámci skleníkového efektu, vyšší teploty nutně povedou k rychlejšímu odpařování vody z půdy, vodních ploch i rostlin a nárůstu vodní páry v ovzduší. Intenzivní srážky bez rovnoměrného rozložení povedou k přívalovým dešťům a následné vodní erozi, nebo hůře k povodním. Vyšší evapotranspirace povede spolu s narušením pravidelných srážek k výskytu sucha (Bates a kol. 2008).

Narušena bude také teplotně-redukční a absorpční funkce oceánu. Oceány byly v minulosti schopny absorbovat volný oxid uhličitý až do 85 % celkových emisí planety. Podle WHO, (2010) dnes byla tato schopnost zredukována na pouhých 35 %. Pokud bude teplota oceánu i nadále stoupat, pravděpodobně dojde k dalšímu snížení % absorpce. Ohrožena je také schopnost cirkulace teplé a studené vody a s tím spojeným režimem srážek, přenos živin, nebo oteplování Evropy Gofských proudem (Kutílek, 2008). Díky posunu tání z jarního do zimního období, budou rostliny v rámci počátku vegetačního období trpět nedostatkem vláhy.

Negativní vliv prohlubující dopad skleníkového efektu má odtávání arktických a grónských ledovců. Úplné vymizení těchto ledovců lze předpokládat již ve 2. polovině 21. století.

V přímé souvislosti s pokračujícím narušením klimatu je i následné snížení schopnosti albeda – odrazu slunečních paprsků. Což povede k urychlení oteplování klimatu a prohloubení jeho negativních dopadů (Kadrnožka, 2008). Nezanedbatelným důsledkem je zvýšení hladiny moří a řek, což může vést k zaplavení přímořských oblastí a některých níže položených pevninských států (Holandsko) (Metelka, 2009).

## **Extrémní události**

Moldan (2015) se shoduje se **čtvrtou hodnotící zprávou Summary of Policymakers** (IPCC, 2007) v názoru, že dalším kritickým dopadem globálním změn klimatu bude nárůst počtu extrémních událostí. Výskyt živelních pohrom bude vážně ohrožovat nejen klima, ale hlavně živou přírodu. Příkladem extrémních událostí jsou celosvětové požáry, intenzivní a časté povodně následované suchem, hurikány a další silné bouře. Některé z těchto událostí mají zničující charakter samy o sobě z pohledu ztrát na životech a zničených přírodních celcích. Jiné navíc jako druhotný efekt narušují rovnováhu ekosystému a tím ještě prohlubují globální změny klimatu (znečištění podzemních vod, uvolňování uhlíku v rámci požárů).



## **Sucho**

Za sucho je považován deficit srážek oproti statistickému normálu. Tento deficit je vnímám jako nedostatek srážek pro pokrytí potřeb společnosti a přírody a projevuje se jak v atmosféře, půdě, tak i na rostlinách. Základní dělení sucha pak vychází z tohoto principu a jedná se o sucho klimatické, hydrologické a půdní (zemědělské) (ČHMÚ, 2021).

Pojem sucha má rozdílný význam podle místa svého výskytu. Sucho v tropických oblastech se nedá porovnávat se suchem na pouštích. Každé období sucha se liší od toho předchozího, stejně jako budoucí bude odlišné od toho, co nastalo. Po dlouhou dobu bylo také sucho považováno za jev zcela normální. V důsledku klimatických změn budou nastávat delší a intenzivnější období sucha, která postihnou všechny oblasti bez výjimky (Moldan, 2015).

### **Zemědělské sucho**

Zemědělství jako takové bývá prvním odvětvím, které je suchem postiženo. Nedostatek srážek v období výsadby, nebo dozrávání úrody vede k rychlému spotřebování zbytkových zásob vláh v půdě a následnému odumírání rostlin, nebo narušení produkční funkce. Horké počasí, které bývá pro období sucha obvyklé, přispívá k dalšímu vysušování půdy i rostlin. Půda je podle Jílkové jedním z neobnovitelných zdrojů planety (Jílková, 2019). Jakékoliv její narušení tak bude mít vážné následky v rámci životního prostředí.

**Hydrologické sucho** je spojováno s dopadem úbytku srážek na nedostatečné množství podzemních a povrchových zásob vody. Důsledky tohoto jevu se dostavují s určitým zpožděním. Nejdříve dochází k poklesu hladiny přehrad, rybníků a řek, až následně dojde k nedostatku vody v rámci průmyslu (vodní elektrárny), hospodářství (pitná voda pro dobytek, zavlažování), rekreačního využití a zásobování pitnou vodou.

**Klimatické sucho** je co do významu dopadu na životní prostředí považováno za nejdůležitější, jelikož ovlivňuje a zhoršuje všechna ostatní. Jak název napovídá, je primárně spojováno s nedostatkem srážek na určitém území vzhledem k jejich

běžným průměrným hodnotám (ČHMÚ, 2021). Obecně ovšem nemusí jít jen o absolutní nedostatek srážek, jako spíše o výkyv od normálu způsobující období sucha následované přívalovými a extrémními dešti v období, kdy to není běžné. Retenční schopnost půdy narušené obdobím sucha je omezena, což vede k následným záplavám. Záplavy mají ničující dopad na ekosystém dané oblasti v tom nejširším pojetí. Dochází k úhynu živočichů a rostlin, znečištění podzemních vod, degradaci půdy, zničení lidských obydlí. Postižené oblasti trvá měsíce, než dojde k obnovení původního stavu. Narušení půdního fondu včetně ztráty úrody může být pro obyvatele některých oblastí planety likvidační. Tento jev je pozorován ve více oblastech světa a stává se tak globálním problémem (Moldan, 2015).

## **Dopady sucha a jejich možná řešení**

### **Nedostatek vody**

Nedostatek vody, které by mohlo v důsledku sucha nastat, znamená pro život na Zemi velké ohrožení. Ekosystémů, které jsou schopny fungovat s minimálním množstvím srážek nebo podzemních zásob je na planetě velmi málo (Sahara). Nedostatek vody by v extrémních případech mohl vést k vymizení fauny a flóry na Zemi, tak jak je známe dnes.

Právo na bezpečnou a čistou vodu bylo Valným shromážděním OSN uznáno mezi základní lidská práva (OSN, 2010). O práva ostatních živých tvorů a rostlin se již musí postarat člověk. Pokud bude trend úbytku vody i nadále postupovat, bude nutné se s jejím nedostatkem vypořádat. V krajním případě to může znamenat globální boje o zbytkové zdroje (UNCCD, 2019).

Pro účely této práce je nutné zmínit dopad sucha na lesní ekosystémy v ČR. Rozsáhlým ohrožením lesních ekosystémů v ČR je napadení smrkových porostů kůrovcem (Lýkožrout smrkový). Kůrovec napadá oslabené a poškozené lesní porosty. Znehodnocené dřevo je nutné vytěžit, a to bez ohledu na plánovanou dobu obmýti tak, aby nedocházelo k dalšímu šíření napadení. V rámci kůrovcové kalamity hraje právě sucho velikou roli. Nedostatek vláhy způsobuje rostlinám vodní šok. Ty pak nejsou

schopny vytvářet si dostatek obranných látek a podléhají napadení kůrovcem. Přestože na kůrovcovou kalamitu mají vliv i další faktory, sucho je významným činitelem v celém procesu (Pospíšil, 2018).

### **Degradace půdy**

O důležitosti půdy již bylo v této práci krátce pojednáno dříve. Je ústředním prvkem lidské činnosti. Umožňuje produkci plodin, výstavbu infrastruktury, rozvoj ekosystémů rostlin a živočichů v ní žijících. Z důvodu přetěžování a vyčerpání půdy dochází k její degradaci a omezení produkční funkce. Další prohloubení degradace půdy může vést k ohrožení potravinové bezpečnosti jednotlivých regionů. V nejhorším případě až k hladomoru. (MŽP, 2017). Již dnes způsobuje degradace v rozvojových zemích migraci obyvatel do velkých měst.

### **Desertifikace**

Desertifikaci je možno považovat za následek degradace půdy zasažené dlouhodobým suchem v suchých a polosuchých oblastech (OSN, 1997). K postupné desertifikaci dochází v jednotlivých oblastech po celém světě (Španělsko Afrika, Čína). Důsledkem desertifikace je rozpad ekosystému daného území, migrace a vysídlení obyvatel a zhoršení životního prostředí okolních lokalit (písečné bouře, rostoucí chudoba). Jedná se o ucelený koloběh, kdy nedostatek vody vede k nedostatku kvalitní půdy s nižší produkční funkcí. Zároveň lze uvažovat tak, že čím horší je kvalita půdy, tím má menší retenční schopnost a sucho se tak prohlubuje.

### **Možná řešení**

OSN se v rámci Agendy 2030 zavázalo k ochraně, obnově a udržitelnému využívání vodních systémů. Dílčími cíli jsou ochrana lesů, mokřadů a horských oblastí, které by měli přispět k udržení vody v krajině (OSN, 2015). Další možností je obnovení přirozeného vodního režimu v krajině. Možné způsoby, jak toho dosáhnout jsou revitalizace vodních toků a povodí, budování mokřadů, zamezení deforestace a podporou adaptační schopnosti lesů (MŽP, 2017).

Agenda 2030 obsahovala taktéž cíle k dosažení neutrality degradované půdy s cílem obnovy produktivity půdy a s ní souvisejícím zlepšením obživy zranitelných skupin obyvatel. Udržitelné hospodaření se zdá jako hlavní nástroj v boji s degradací.

Desertifikací se OSN zabývalo již v roce 1994 na konferenci v Paříži. Následně v rámci agendy 2030 došlo k vytyčení cílů o minimalizaci desertifikace a podpoře obyvatel v boji s ní. (OSN, 2015).

## Sucho v ČR

Doposud nejhorším dopadem klimatických změn na životní prostředí v České republice se zdá být sucho. Mezi roky 2012-2016 bylo zaznamenáno celkem 16 extrémních jevů. Jednalo se o holomrazy, povodně, požáry, jarní mrazíky a v 9 případech šlo o sucho. Česko je dnes třetím nejhorším státem v Evropě v zásobě vody v přepočtu na jednoho obyvatele. Retenční kapacita půd klesla zhruba o 40 % oproti stavu před rokem 1950. Kapacita podzemních vod je doplňována pouze díky srážkám (Švec, 2016).

### 3.1.5 Snahy o zmírnění dopadů klimatických změn na globální úrovni

První snahy o zmírnění dopadů klimatických změn je možné datovat již do 80. let 20. století, kdy došlo k nárůstu vědeckých důkazů potvrzujících existenci klimatických změn. V roce 1988 došlo pod záštitou OSN ke vzniku **Mezinárodního panelu pro změnu klimatu** (IPCC), který je činný dodnes. Úkolem sdružených vědců je výzkum postupu klimatických změn a pravidelný reporting jejich závěrů. V roce 2015 byla v Ženevě vydána pátá a doposud poslední zpráva (MŽP, 2015).

Je možné říci, že s ustanovením IPCC se téma klimatických změn rozrostlo na globální úroveň. Dodnes se již konalo několik summitů na toto téma. O těch nejdůležitějších bude pojednáno níže.

Přelomovým byl tzv. **Summit Země**, který se konal roku 1992 v Rio de Janeiru. Nejvýznamnějšími výsledky summitu jsou přijetí Deklarace Konference OSN o životním prostředí a rozvoji, Agendy 21 a vydání Rámcové úmluvy o změně klimatu.

V rámci deklarace byly stanoveny základní zásady (27), které stanovují práva člověka a životního prostředí. V rámci Agendy byly přijaty doporučené přístupy k světovým environmentálním problémům (ochrana atmosféry, desertifikace, udržitelné zemědělství). Cílem vydané úmluvy bylo udržet produkci CO<sub>2</sub> do roku 2000 na stejné úrovni jako byla roku 1990, do roku 2005 jeho hodnoty snížit o 20 % a do roku 2020 celkem o 50 %. V platnost vstoupila roku 1994 a do konce roku 2020 ji ratifikovalo celkem 197 stran včetně ČR (MŽP, 2008).

Dalším významným krokem byla konference z roku 1997, která se konala v japonském Kjótu a kde byl přijat **Kjótský protokol**. Země, které jej přijaly, se zavázaly ke snížení produkce oxidu uhličitého, metanu a oxidu dusného o 5,3 % oproti hodnotám z roku 1990 a to do roku 2010. Na základě Kjótského protokolu vznikl obchod s emisemi. Jeho podstatou je obchodování s emisními povolenkami, mezi státy s nedočerpanými limity a těmi, které mají problém ty své naplnit. Globální hodnoty jsou takto naplňovány, nicméně se dá zároveň mluvit o jistém obcházení zavádění nezbytných opatření (Kadrnožka, 2008).

V roce 2000 se v New Yorku konal tzv. **Summit tisíciletí** v rámci, něžž byla přijata Deklarace tisíciletí. Deklarace ustanovuje 8 cílů, kterých by v budoucnu lidstvo mělo dosáhnout. V rámci udržitelného rozvoje a ochrany životního prostředí by mělo dojít k osvobození lidstva od ohrožení života na planetě, které člověk sám svojí činností způsobil (OSN, 2000).

Z pohledu klimatických změn je nutné zmínit **Kodaňskou konferenci** z roku 2009. Účastnické státy se shodly na nutnosti nepřekročit hranici nárůstu teploty o 2 °C a také byl ustanoven příspěvek pro rozvojové země na boj s následky klimatických změn.

Poslední konference, o které se tato práce bude zmiňovat, se konala pod záštitou OSN v roce 2015, a byla v rámci ní přijata **Pařížská dohoda**. Obsahově měly její cíle navázat na Kjótský protokol v boji o omezení emisí skleníkových plynů.

Mezi hlavní cíle, které obsahuje patří:

- nepřekročení hranice nárůstu průměrné teploty o 2 °C oproti období před průmyslovou revolucí,
- snaha o maximální oteplení do 1,5 °C,
- podpora nízko-emisního rozvoje,
- konzistentní finanční podpora nízko-emisního rozvoje a odolnosti vůči dopadům změny klimatu pro rozvojové země.

V rámci Pařížské dohody dochází k ustanovení pojmů mitigace – snižování skleníkových plynů, adaptace – přizpůsobení se změně klimatu a řešení ztrát a škod způsobených negativními dopady změny klimatu. Pařížská dohoda se oproti Kjótskému protokolu v oblasti redukcí emisí vztahuje na všechny státy, a nejen na ty vyspělé. Česká republika se zavázala snížit emise do roku 2030 o 40 % oproti roku 1990. (Pařížská smlouva, 2015).

V roce 2015 byla vládou České republiky schválena „Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, tzv. **Adaptační strategie**. Identifikuje prioritní oblasti, u nichž je velký předpoklad dopadu klimatických změn. Hlavní adaptační cíle byly stanoveny pro vodní režim v krajině a vodní hospodářství, zemědělství, urbanizovanou krajinu, lesní hospodářství, pro ochranu biodiverzity a ekosystémových služeb, zdraví a hygienu, cestovní ruch, dopravu, průmysl a energetiku, mimořádné události a ochranu obyvatelstva a životního prostředí. Pro každou oblast byly identifikovány možné dopady klimatických změn a doporučení na jejich zmírnění (Adaptační strategie, 2015).

### 3.1.6 Bod zvratu

Posledním pojmem, který by v souladu s klimatickými změnami měl být zmíněn, je klimatický bod zvratu. Jedná se o stav, který by měl nastat v případě neustálého růstu průměrné globální teploty. Má se za to, že klimatický systém Země bude v tuto chvíli natolik pozměněn, že ho již nebude možné vrátit do původní podoby. Dopady na veškeré ekosystémy budou neporovnatelně horší, než jaké pozorujeme dnes. Vědci prozatím nedošli shody, jaké by zvýšení průměrné teploty mělo být, aby tento bod nastal. Současné snahy vědců o nepřesáhnutí 2 °C, mohou napovídat, že by se mohlo jednat o tuto teplotu (Conners, 2019).

## 3.2 Lesní ekosystémy

Cílem této kapitoly je nastínit vzájemnou provázanost klimatických změn a lesních ekosystémů a jejich funkcí. Jediný způsob, jak tento koloběh z dlouhodobého hlediska udržet je spatřován v aktivní obnově lesních celků.

### 3.2.1 Lesní celky a jejich funkce

Pojem lesa, jako takového, není snadné definovat. Jeho vnímání je velice rozličné podle klimatických a půdních charakteristik oblasti, ve které se nachází (Suchomel a kol., 2014).

Jedná se o funkční ekosystém, který je chápán jako komplexně propojený soubor procesů mezi živými i neživými složkami v něm obsaženými. Jedná se o systém otevřený, kdy dochází k energetické, látkové a informační výměně nejen uvnitř lesního ekosystému, ale i s jeho okolím (Kimmins, 2003; ZOPK, 1992). Snahy o ochranu a obnovu lesních porostů výsadbou nových stromů tak mají v konečném důsledku vliv na celý ekosystém lesa, potažmo planety. Stejně jako jeho poškozování.

Vzájemná ovlivnitelnost platí i ve vztahu člověk - les. Na území České republiky je již pouze 18 lokalit, ve kterých je možné nalézt zcela nedotčený, původní, nebo jen minimálně ovlivněný les (Sabatini, 2018).

## **Funkce lesa**

Funkční potenciály lesů vyjadřují možnosti a schopnosti lesních ekosystémů poskytovat užitek ve prospěch společnosti. Určují je ekosystémové, prostorové a infrastrukturní podmínky včetně stáří, zdravotního stavu a druhové skladby konkrétních porostů (UHUL, 2002). Souborem těchto podmínek byl dříve definován přirozený funkční potenciál lesních ekosystémů. Na základě změn, kterými především kvůli lidskému zásahu lesy prošly, dnes již není zcela možné o přirozeném funkčním potenciálu mluvit. Jaké požadavky na funkci lesů bude mít společnost v budoucnu lze jen těžko odhadnout. Z tohoto důvodu by hlavní snahou společnosti mělo být zachování, či obnovení přirozeného potenciálu lesa tak, aby mohl sloužit budoucím generacím a potřebám Země. Narušením funkčního potenciálu lesa může docházet ke snižování kvality životního prostředí (Pulkrab, 2008).

Funkce lesa jsou dle zákona o lesích považovány za „*přínosy podmíněné existencí lesa, které se člení na produkční a mimoprodukční.*“ Podle Krečmera a kol. (2006) jsou funkce lesů pozitivně působící, z antropologického hlediska účelné, nepřímo i přímo využívané soubory přírodních i sociálních vlivů lesa na vodu, půdu, ovzduší a veškerý život včetně člověka.

Detailnější dělení je dále možné na funkce ekonomické, ekologické, sociální a kulturní. Funkci ekologickou, sociální a kulturní řadíme mezi mimoprodukční, ekonomickou mezi produkční (ZoL, 1995). Pod funkce ekologické je dále možno zařadit funkci vodoochrannou (hydrologickou), půdoochrannou nebo klimatickou (Anonymus, 2001).

Nejdůležitější samovolnou funkcí lesa je tvorba biomasy. Uvedena samostatně je především z toho důvodu, že je naprosto zásadní pro fungování ostatních funkcí – dřevoprodukční, klimatické, hydrologické. Zdravý vývoj biomasy je závislý na dostatku



vody, živin a slunečního záření (Kimmins, 2003). Mezi další samovolné funkce jsou řazeny ty, jenž jsou nepostradatelné pro lidstvo, ale zároveň působí nezávisle na jeho vůli, jako je například tvorba kyslíku nebo klimatické funkce (Hrib, 2009).

### **Produkční funkce**

Funkce produkční byla donedávna považována za primární a funkce mimoprodukční pouze jako doplňující, umožněné jako vedlejší činnost.

Pro vlastníky lesa je primární dřevoprodukční schopnost lesa, jelikož je zdrojem finančních příjmů a suroviny. Dřevo je coby obnovitelná surovina využíváno v mnoha průmyslových odvětvích, jako např. stavebnictví, papírenství, výroba nábytku. V rozvojových zemích je nadále využíváno i pro energetické využití. Inovativním využitím poslední doby jsou rychlostoucí dřeviny topolu a vrby, které jsou zpracovávány na biomasu, která je dále využívána pro výhřev obydlí, společných a průmyslových prostor (MZLU, 2001).

**Ekonomická funkce** spočívá ve schopnosti lesa produkovat zpeněžitelné zdroje, reprodukční materiál a také působit jako zdroj zaměstnání. Příkladem konkrétních produktů lesa (mimo dřeva) jsou lesní plody, houby, osivo pro pěstební činnost a také produkty myslivecké činnosti (Hrib 2009).

### **Mimoprodukční funkce**

Význam mimoprodukčních funkcí spočívá především v poskytování veřejného užitku a zajištění environmentálních a ekologických procesů. Jejich hlavní snahou je udržitelná existence lesních ekosystémů, krajiny a životního stylu lidí (Suchomel, 2015).

**Ekologické funkce** naplňují lesy jak z globálního, tak i z lokálního hlediska – mají schopnost retence vody, chrání půdu před erozí, jsou přirozeným prostředím pro živočišné i rostlinné organismy.

## **Funkce vodoochranná**

O problematice vody ve spojitosti v lesních celky již tato práce pojednávala, a bude se tomuto tématu věnovat i nadále. Funkce vodoochranná představuje soubor funkčních vazeb mezi lesními ekosystémy, vodním režimem krajiny a atmosférickými jevy.

Hlavní hodnota lesních celků, z pohledu ochrany hydrologického procesu planety, souvisí s její schopností infiltrace vody, usměrnění odtoku srážkových vod, výparu a jako prevence před povodněmi a erozí. Lesní celky slouží jako záchytný retardér, kdy díky zpomalenému odtoku není okolní prostředí ohroženo přívalovými vodami. Kořenové systémy usnadňují však a retenci srážek, čímž dochází k posílení podzemních vod. Schopnost retence je možné vyjádřit rozdílem mezi úhrnem srážek a jejich odtokem.

## **Funkce půdoochranná**

Základní funkcí lesů ve vztahu k půdě je jejich půdotvorná schopnost. Opad listů a jehličí, tlení rostlin i zbytků stromů tuto schopnost umožňuje. Na holých zemědělských plochách k její tvorbě nedochází. Lesní celky jsou v tomto tudíž unikátní a nezastupitelné. Lesní masivy chrání půdu před prakticky všemi druhy eroze, slouží jako ochrana před lavinami. Kořenové systémy brání před sesuvy půdy, a to jak na svazích, tak i v rámci břehů vodních ploch a řek (Hrib, 2009).

## **Funkce klimatická**

Pojetí lesů se v rámci ochrany klimatu zaobírá zajištěním specifického mikroklima a stabilního ekosystému lesů. Albedo lesních ploch, spolu s výparem, vede k ochlazení atmosféry Země. Přítomnost lesních celků funguje jako větrolam a rovněž narušuje proudící oblačnost, čímž urychluje spád srážek.

*Toto téma shrnuje důvodová zpráva k lesnímu zákonu, která říká, že: „Rozložení lesů na území České republiky v rozhodující míře kladně ovlivňuje podnebí, omezuje nepříznivé důsledky silných větrů, ovlivňuje teplotu a vodní srážky v krajině. Les zpomaluje odtok srážkových vod, shromažďuje je a v dobách nedostatku je uvolňuje. Velmi důležitá je půdoochranná funkce lesa, zejména jeho působení proti vodní a větrné erozi, nezastupitelná je zdravotně rekreační funkce lesů. Lesní porosty produkují kyslík,*

*zachycují prach a škodliviny z ovzduší, tlumí hluk, příznivě ovlivňují zdravotní stav obyvatelstva apod.“*

**Sociální a kulturní funkce** naplňují podstatu lesa, co by kulturního dědictví civilizace, či národa. Svým funkčním potenciálem naplňují společenské požadavky a zajišťují koexistenci lesa a člověka (Hruban, 2018). Ráz a charakter krajiny působí na lidskou psychiku. Lidé jej využívají k rekreaci a aktivnímu odpočinku a vytvářejí si k němu citovou vazbu. V rámci zastavěných ploch zamezují lesní porosty šíření smogu, a navíc působí jako protihluková bariéra. Pro budoucí generace nabízí výchovnou a vzdělávací funkci (MZLU, 2001).

Funkce lesa, jejich význam a ochrana jsou zakotveny přímo v 1§ zákona o lesích: *„Účelem tohoto zákona je stanovit předpoklady pro zachování lesa, péči o les a obnovu lesa jako národního bohatství, tvořícího nenahraditelnou složku životního prostředí, pro plnění všech jeho funkcí a pro podporu trvale udržitelného hospodaření v něm.“* Tento paragraf přisuzuje stejný význam všem třem základním funkcím, kulturně-sociální (národní bohatství), ekologické (složka životního prostředí) i ekonomické (trvale udržitelné hospodaření).

Zákon o ochraně přírody a krajiny lesy považuje za významné krajinné prvky, které jsou: *„ekologicky, geomorfologicky nebo esteticky hodnotné části krajiny utvářející její typický vzhled nebo přispívající k udržení její stability.“*

### 3.2.2 Ohrožení lesů a vliv změn klimatu

Na úvod této podkapitoly budou představeni škodliví činitelé, kteří jsou zodpovědní za hlavní poškození lesních celků.

Za škodlivý činitel je považován jev nebo organismus, který má negativní dopady na dřeviny, celé lesní porosty, půdu nebo na lesní ekosystém celkově a tím způsobuje jejich poškození.

Poškození lesa jsou dle § 2 zákona o lesích způsobována:

a) „*škodlivými organismy*

– původci chorob, rostlinní nebo živočišní škůdci lesních porostů

b) *nepříznivými povětrnostními vlivy*

- sníh, námraza, mráz, sucho, vysoké teploty nebo záplavy (Waisová, 2011),

c) *imisemi*

- spalovny, elektrárny, hutní provozy, požáry

d) *fyzikálními*

– vítr, teplota

e) *chemickými faktory*“

– pesticidy, hnojiva, posypová sůl.

Na stupeň poškození má vliv škodlivý činitel, intenzita a vlastnosti působící poškození, druh dřeviny, stáří, zdravotní stav, stanoviště, půda a klima. Ve většině případů tyto faktory nepůsobí na lesní celky izolovaně, ale dochází k jejich vzájemné souhře. Níže budou blíže představeny některé z nich s nastíněním možných kombinací působení škodlivých faktorů.

## **Škodlivé organismy**

**Kůrovec** neboli Lýkožrout smrkový (a další lýkožrouti) je považován za největšího škůdce, který české lesy dnes ohrožuje (Kidlmann a kol., 2012).

Tento podkorní hmyz napadá zanedbané porosty, polomy nebo lesní celky oslabené suchem a vysokými teplotami. Nedostatek vláhy způsobuje rostlinám vodní šok. Ty pak nejsou schopny vytvářet si dostatek obranných látek a podléhají napadení. Přerušením vodivých pletiv způsobí kůrovec v relativně krátkém čase odumření napadeného stromu nebo jeho částí. Kůrovec nenapadá celý lesní porost. Napadeny jsou nejvíce oslabené

stromy a následné prořídnutí porostů a exponace zbylých stromů způsobí jejich náchylnost vůči větru, erozi a dalšímu suchu. Účinnou prevencí a obranou je odstraňování „materiálu k napadení“ a důsledná asanace již napadeného materiálu. Znehodnocené dřevo je nutné vytěžít, a to bez ohledu na plánovanou dobu obmýtí. Příčinou kůrovcové kalamity a jejího rozsahu je pravděpodobně kombinace několika faktorů – globální změny klimatu, sucho, škody způsobené zvěří, poškození v důsledku extrémních jevů, nevhodné lesnické praktiky a omezená biodiverzita. V tomto případě v podobě smrkových monokultur (Kidlmann, 2012; Pospíšil, 2018). Aby mohl být lesní porost označován za jehličnatou monokulturu, musejí v něm být listnaté stromy zastoupeny méně než z jedné čtvrtiny (Lenoch, 2014).

### **Bakterie, viry a houby**

Tyto organismy způsobují nejvážnější problémy při školkování, na plantážích a při výsadbě. Způsobují poruchy metabolismu a fyziologie infikovaných dřevin. Podle Jankovského (2000) dnes ohrožuje houba Václavka obecná (*Armillaria mellea*) zhruba třetinu celkové zalesněné plochy. Možnými důsledky napadení pak jsou kořenové hniloby, padlí, plísně, snížení statické stability dřeva a zvýšená náchylnost k ostatním nepříznivým vlivům. Mezi nejznámější škodlivé bakterie, viry a houby patří dále sypavka borová (*Lophodermium seditiosum*), grafíóza jilmů (*Ophiostoma ul-mi*), rez jehlicová (*Coleosporium tussilaginis*), rez sosnokrut (*Melampsora populnea*), padlí dubové (*Erysiphe alphitoides*), skotská sypavka douglasky (*Rhabdocline pseudotsugae*), hlívenka (*Nectria*) a giberela březová (*Gibberella circinata*) (Švestka 1996).

**Spárkatá a vysoká zvěř** – patří taktéž mezi biotické (živé) škůdce lesa. Dřeviny poškozuje především loupáním, okusem, vytloukáním paroží, žírem žaludů, zašlapáváním a vyrytím sazenic. U takto poškozených stromů dochází ke ztrátě terminálních výhonů, zahuštění korun a celkovému omezení výškového přírůstu. Poškozené a oslabené stromy jsou často následně infikovány dřevokaznými houbami, nebo rozlámány větrem a sněhem.

Hlavní hrozbou je především pro mladé lesní porosty, které mohou být zcela vymýceny (Poleno, Vacek, 2002). Odhaduje se, že celkem 30 % hlavních dřevin nese známky poškození vysokou nebo spárkatou zvěří (Anonym, 2019). Vzhledem k tomu, že zvěř je přirozeným obyvatelem lesů, spočívá ochrana porostů v chemickém ošetření vysázených a mladých sazenic proti okusu zvěří, stavbou oplocenek, nebo kontrolovanou redukcí početních stavů zvěře. O stanovení ideálního počtu zvěře, a tudíž množství k odstřelu, vede odborná veřejnost diskuse (Ježek, 2019).

Mezi další škůdce patří například:

- savý hmyz (mšice a roztoči),
- půdní hmyz (larvy brouků),
- listožravý hmyz (defoliátoři),
- drobní hlodavci (myši, hraboši),
- velcí hlodavci (např. bobr),
- ptáci (oštipování pupenů) (Švestka, 1996).

Díky možné migraci druhů se k nám mohou dostávat i další druhy škůdců, které se dnes vyskytují pouze v nižších nadmořských výškách (Beniston, 1998).

## **Nepříznivé povětrnostní vlivy**

**Vítr**, přestože je řazen mezi fyzikální faktory, splňuje zároveň i parametry povětrnostních vlivů. Poškození, ke kterým dochází, jsou převážně mechanického charakteru – polomové plochy, škody na méně stabilních stromech, zlomy větví a poničení keřového porostu. Během poslední 30 let došlo k nárůstu dní, kdy bylo možné naměřit vítr s rychlostí nad 17 m/s, což je již považováno za bouřlivý vítr. Díky nárůstu větrných dní dochází k nárůstu tzv. větrných těžeb (Slabý, 1993). Dalším ohrožením jsou náhlé změny směru vzdušných proudů. Stabilita stromů a vegetačního porostu je koncipována tak, aby odolala ze směru nejčastěji se vyskytujícího větru. Pokud vítr přichází z nezvyklého směru, dochází často ke zlomení nebo vývratu stromů (MZLU, 2001).

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, je v souvislosti s klimatickými změnami možné očekávat zvýšený výskyt hurikánů, vichřic a nárazových větrů (IPCC, 2007).

### **Změny teplotních zvyklostí – sníh, námraza, vysoké teploty**

Klimatické změny a postupný nárůst teploty nemají vliv pouze na úbytek srážek a výskyt nadprůměrně teplých dní neobvyklých pro dané časové období. V rámci oteplení zimních měsíců a zvýšeného množství srážek v tomto období dochází k spadu nezvykle mokrého a těžkého sněhu, který značně poškozuje především mladé porosty. Nedostatečné promrzání půdy narušuje půdní soudržnost, což zvyšuje riziko vývrátů a sesuvů půdy (Konopka a kol., 2001 ex. Peltola a kol., 1995). V letních měsících vede vyšší teplota k nárůstu počtu lesních požárů. De Groot a kol. (2006) považuje úroveň CO<sub>2</sub>, uvolněnou z lesních požárů v Kanadě, za srovnatelnou s úrovní z průmyslových emisí.

### **Sucho**

O problematice sucha již bylo obecně pojednáno v předchozí kapitole. V této podkapitole se bude práce dále věnovat nejen faktorům způsobujícím ohrožení lesa, ale celkovému shrnutí problematiky vody a sucha ve spojitosti s lesními ekosystémy a s tím spojenými ohroženími.

### **Voda v rostlinách**

Voda je nenahraditelnou složkou pro existenci života a ekosystém lesa v tomto není výjimkou. Cirkulace vody umožňuje koloběh živin, energie a veškerých biochemických procesů v rostlinách včetně fotosyntézy. Její deficit – bod vadnutí, pak vyvolává reakci v podobě metabolických poruch a poklesu produkčních schopností rostlin (Šebánek a kol., 1983). Nastává v okamžiku, kdy byla z rostliny odčerpána všechny voda a vodní bilance mezi přijatou a vydanou vodou vykazuje nárůst ve prospěch výdeje. Projevem tohoto stavu je ztráta pružnosti a pevnosti rostliny.

Zásadní pro příjem vody rostlinou je kořen a jeho jemné vlášení. Problematice kvality kořenové části sazenic je přisuzován zásadní význam. Požadovaná kvalita je zakotvena v legislativě, např. v rámci ČSN 48 2116, věnuje se jí mnoho studií a byly vytvořeny různé výzkumné projekty. Problematikou kořenových deformací způsobených

nevhodným výsevem nebo využitím špatných obalů pro krytokořenný materiál se zabývala ve své studii Nárovcová (2004).

Dřeviny oslabené suchem ztrácí schopnost tvorby obranných látek a následně snadněji podléhají houbovým onemocněním, nebo již zmiňovanému podkornímu hmyzu (Pospíšil, 2018).

### **Voda v lesním celku**

Lesy dnes zabírají okolo 33 % území ČR a akumulují odhadem 60 % celkových atmosferických srážek. Většina zadržené vláhly je vypařována zpět do atmosféry nebo se dostává do vodních toků a podzemních vod. Pouze zanedbatelné množství srážek je využito vegetací.

#### Lesní ekosystémy:

- podporují retenci vody v půdě / na rostlinách / ve vodních tocích,
- zmírňují projevy záplav a sucha,
- vypařují vláhu zpět do atmosféry,
- díky pórovitosti půdy zapříčiněné kořenovými systémy rostlin je umožněn vsak vody a její proudění do podzemních vod,
- působí jako hradba, o kterou se rozbíjí oblačnost hnaná prouděním vzduchu, která se dále mění ve srážky (Dub a Němec, 1969).

Retenční potenciál lesních ekosystémů umožňuje zadržení vody v místě dopadu, což vede ke zpomalení povrchového odtoku. Tato schopnost je zásadní pro hospodaření vodou v mimosrážkovém období, jako prevence sucha, dochází ke zlepšování vlastností půdy, udržení biodiverzity a také plní funkci protierozní. Zemědělská půda, či zastavěná plocha tuto vlastnost postrádají. V globálním pojetí dochází ke zlepšení hydrologického cyklu a následně snížení výskytu přívalových dešťů, povodní či sucha.

Evapotranspirace – výpar vody v podobě vodní páry zpět do ovzduší sice znamená ztrátu vláhly z rostlin a půdy, je nicméně jedním z procesů hydrologického cyklu, a tudíž



nepostradatelným jevem pro vyrovnané klima na planetě. Vodní pára ochlazuje své okolí, čímž napomáhá mírnit oteplování planety a vrací se zpět na zem v podobě dalších srážek.

Schopnost infiltrace srážkové vody do lesního podloží a dále do podzemních vod záleží na složení daného porostu, jeho věku, zakmenění, fyziologii a zdravotním stavu a také na způsobech hospodaření v něm.

Půda zhutnělá těžkou mechanizací ztrácí schopnost průsaku vody do podloží, na rozdíl od půdy zkyprěné s horní propustnou vrstvou humusu, protkané kořenovými systémy rostlin. Dochází tak nejen k zásobení podzemních vod, ale i k zamezení povrchového odtoku při vysokých intenzitách deště a následné vodní erozi, jak již bylo zmíněno výše (Šantrůčková a kol., 2014)

Podle autora by se mělo na problém, jak v budoucnu zredukovat škody způsobené suchem v lesích, pohlížet z globálního hlediska s přihlédnutím k funkcím lesa a jejich vlivu na mírnění projevů klimatických změn, díky nimž také k suchu ve větší míře dochází.

## **Fyzikální faktory**

### **Teplota**

Se zvyšováním průměrné teploty dochází k negativním změnám v teplotním a vodním režimu lesů. Zvýšená evapotranspirace z půdního prostředí i z rostliny samotné bude následně znamenat zvýšenou potřebu srážek. Jinak bude rostlinám hrozit poškození vodním stresem a následný úhyn. Jako první budou ohroženy druhy náročné na vláhu (Dub a Němec, 1969).

Předpokládaným pozitivním vlivem změn klimatu na lesní ekosystém je tzv. „hnojení uhlíkem“ kdy, díky vyšší koncentraci CO<sub>2</sub>, dochází ke stimulaci růstu listové plochy, zrychlení fotosyntézy, a tudíž rychlejšímu růstu dřevin. Tento zrychlený růst, ovšem doprovází větší nárok na živiny a vodu (Hruška, 2009).

V návaznosti na predikci rychlosti změn klimatu a pomalé adaptibilitě lesních celků vyvstává otázka o potřebě reakce ze strany úpravy lesně-hospodářských způsobů a zvýšené obnově lesních celků s důrazem na obnovení biodiverzity lesů.

## 3.3 Obnova lesa a výsadba lesního porostu

### 3.3.1 Zákonné vymezení a základní pojmy

Na obnovu lesa je kladen v rámci společnosti velký důraz, což dokazuje její zakotvení v rámci platné legislativy. Pojednání o obnově lesa je možné nalézt ve více než 43 vyhláškách a zákonech.

Pro účely této práce budou konkrétně uvedena některá ustanovení paragrafů zákona č. 289/1995 Sb., o lesích. V předchozí podkapitole již byl uveden §1, který definuje účel tohoto zákona a pojednává i o obnově lesa.

- §2 vymezuje obnovu lesa jako: „*soubor opatření vedoucích ke vzniku následného lesního porostu, kdy zalesněním dochází k založení lesního porostu*“.
- § 29 pojednává o základních požadavcích na semena a sazenice určené k zalesňování lesních ploch určených k řádnému plnění funkcí lesa nového lesního celku. Toto napovídá o vysokých požadavcích na kvalitu a vhodnost sadebního materiálu vzhledem k lokalitě výsevu či výsadby.
- § 31 přikazuje vlastníkům lesa: „*obnovovat lesní porosty stanovištně vhodnými dřevinami a vychovávat je včas a soustavně tak, aby se zlepšoval jejich stav, zvyšovala jejich odolnost a zlepšovalo plnění funkcí lesa.*“

Jedná se o proces výsadby sazenic a semenáčků na předem připravené i nepřipravené plochy. Základní pravidla, která jsou na návaznost jednotlivých opatření kladena, jsou cykličnost a dlouhodobost. Účelem těchto pravidel je zajištění smysluplné návaznosti v budoucím směřování vývoje daného lesního celku. Cílem obnovy lesa a zalesňování obecně je zdravý les, dlouhodobá udržitelnost využívání dřevin a plnění ekonomických, ekologických i sociálních a kulturních funkcí lesa (Neruda, 2010). Na úspěšnosti obnovy lesních porostů závisí existence lesa a zajištění ekologické stability (Kupka, 2004).

Obnovu lesních celků dělíme na přirozenou, umělou a kombinovanou.

**Přirozená obnova** neboli autoreprodukce mateřského porostu probíhá samovolně, přičemž je podmíněna příznivým porostním klimatem pro ujetí semene či výmladku, až po stádium jejich nárostu. Semenná (generativní) obnova vzniká náletem nebo spadem semene do podrostního materiálu, kdy za vhodných podmínek dojde k jejich zakořenění. Obnovu výmladností (vegetativní) je možné dále dělit na pařezovou a kořenovou. Vzniká ujetím zbytkového zakořenění pokáceného stromu nebo jeho nadzemní části, pařezu. Dalším možným druhem vegetativní přirozené obnovy je hlížení, kdy zakořenění větví, která je v kontaktu s půdou.

Přirozená obnova probíhá samovolně, nebo za podpory lesního hospodáře (Duda, 1995). Tento typ obnovy lesa je zásadní především v bezzásahových zónách národních parků.

V rámci přirozené obnovy dochází k částečné přípravě půdy z důvodu snahy o zvýšení % ujetých semen. Jedná se o tzv. zraňování půdy, které se využívá na stanovištích s vrstvou surového humusu a mírného zabuřnění, nebo v mateřských porostech (v době semenného roku). Používají se různé typy zraňovačů půdy – půdní frézy nebo talířové zraňovače tažené koňmi nebo traktory. V případě zraňování v mateřském porostu nesmí v žádném případě dojít k poškození kořenů a kořenových náběhů mateřského porostu. Zde je možné zraňování provádět i ručně.

Zraněním dochází k narušení povrchové vrstvy půdy, kdy je stržena vrstva buřeně a nadložního humusu a následně promísena s minerální zeminou, což vytváří příznivější podmínky pro vyklíčení semen a ujmoutí náletu (Kupka, 2004).

**Umělá obnova** je plánovaná činnost, kterou obstarává lesní hospodář. Využívá se v lokalitách, kde přirozená obnova není možná, protože se v dané lokalitě příslušné druhy dřevin nevyskytují, nebo se jejich ujímání dlouhodobě nedaří. Provádí se výsevem semen nebo výsadbou sadebního materiálu z lesních školek. V případě, že je umělá obnova využita jako doplnění obnovy přirozené na prořídých místech nebo pro doplnění dalších druhů dřevin, mluvíme o **obnově kombinované** (Neuhöferová, 2006).

Trendy v obnově lesa prošly v průběhu posledních 250 let značnými obměnami. Od lesů převážně přírodního typu, výsadbu jehličnatých monokultur za účelem rychlého růstu a výdělku, až po pokusy o ekologicky orientované pěstování a návrat k původní porostní biodiverzitě. Dnešní cílová skladba lesa byla měla mít poměr 60 % jehličnatých a 40 % listnatých stromů a jejího dosažení se očekává zhruba za 100–150 let (Neuhöferová, 2006; Lenoč, 2014).

Návrat k původní skladbě lesů, jako ideální směr do budoucna ovšem nesdílí všichni odborníci. Pulkrab (2008) je toho názoru, že by bylo lepší se vyvarovat již překonaných postupů a zaměřit se na poznání biologických procesů a potřeb lesa s přihlédnutím k současné struktuře lesa a stavu jednotlivých lesních ekosystémů a jejich okolí.

### 3.3.2 Činnosti probíhající v rámci zalesňování

Jak již bylo uvedeno, probíhá obnova lesa – zalesňování výsevem semen, nebo výsadbou již vzrostlých sazenic. Obnova přímým výsevem v rámci daného lesního porostu je vzhledem k jejím nedostatkům používána zřídka (pomalý růst, vysoká úmrtnost osiva, vysoké náklady, škody způsobené škodlivými organismy). Jednotlivé činnosti probíhající

v rámci zalesňování budou tedy dále popsány v souvislosti se zalesňováním výsadbou sazenic.

## **Zajištění náhradní výsadby**

Možnost uložení povinnosti zajistit přiměřenou náhradní obnovu lesního porostu, jako kompenzaci povoleného vykácení dřevin, je orgánům ochrany přírody udělena ze zákona. Se souhlasem vlastníka je obnovu možné provést i na pozemku odlišném od toho, kde probíhala povolená těžba. Pokud se orgán ochrany přírody rozhodne povinnost náhradní výsadby neuložit, je ten, kdo kácení provádí, povinen zaplatit stanovené odvody do rozpočtu obce, v jejímž katastru ke kácení dochází. Tyto prostředky jsou následně využity na zlepšování životního prostředí (ZoPK).

## **Volba sadebního materiálu a požadavky na něj kladené**

Budoucí úspěšnost zalesnění závisí na volbě sadebního materiálu z pohledu vhodného druhu dřeviny, typu sadby a dodržení požadované kvality výsadby. Jedná se o jedno z nejodpovědnějších rozhodnutí lesního hospodáře při umělé obnově lesních porostů.

Volba druhu dřeviny se řídí podle příslušnosti dané lokality ke konkrétnímu lesnímu typu, lesnímu vegetačnímu stupni, jeho přirozené či cílové druhové skladbě a podle lesního hospodářského plánu. Stanovení druhové skladby podle příslušnosti k lesnímu typu a cílové dřevinné skladbě povede k obnovení přirozené druhové skladby lesních porostů, naplnění cílů lesnické typologie a obnově biodiverzity lesních ekosystémů.

Po stanovení druhu dřeviny, která bude vysazována, je třeba důkladné poznání vlastností stanoviště výsadby (půdní, povětrnostní, vodní). Pokud lze očekávat špatné podmínky pro ujetí sazenic, ovlivňuje to následný výběr typu, věku a původu sadebního materiálu a způsobu výsadby (Mauer, 2009).

Základní dělení dle typu sadebního materiálu je na prostokořenný nebo krytokořenný. Krytokořenný neboli obalovaný sadební materiál jsou rostliny vypěstované

v umělých obalech naplněných substrátem (ČSN 482115). Do obalů mohou být přesazeny v rámci některých fází školování (sadebního plánu). Minimálně v rámci posledního přesazení. Prostokořenná sadba roste oproti tomu přímo v půdě. Typ zvolené sadby částečně ovlivňuje i volbu následné výsadby (ČSN 482116).

### PROSTOKOŘENNÝ SADEBNÍ MATERIÁL

#### Hlavní výhody

- menší nároky na technologii pěstování;
- nižší cena sadebního materiálu, dopravy i další manipulace;
- použití antitranspirantů (výpar vody) a antidesikantů (vysychání kořenů) při manipulaci;

#### Nevýhody

- mechanické poškození a obnažení kořenů;
- ztráta kořenů při vyzvedávání;
- omezení doby zalesňování;
- větší nároky na péči během dopravy a založení před výsadbou;
- šok z přesazení, nutná regenerace a obnova fyziologických funkcí kořenů;
- závislost na průběhu povětrnostních podmínek;

### KRYTOKOŘENNÝ SADEBNÍ MATERIÁL

#### Hlavní výhody

- zkrácení doby pěstování;
- prodloužení doby zalesňování;
- ochrana kořenů během manipulace, dopravy a založení;
- rychlejší obnova růstu po výsadbě, zkrácení nezbytné péče
- dřívější dosažení stavu zajištěné kultury;
- dodání živin pro počáteční období růstu;
- menší riziko deformací kořenů při výsadbě;

## Nevýhody

- vyšší nároky na technologii pěstování a výsadby;
- nebezpečí deformace kořenů při použití nevhodných obalů;
- nebezpečí vysychání a vymrzání sazenic při pozdním termínu výsadby;
- vyšší cena sadebního materiálu, dopravy a další manipulace (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2014).

Zpracováním kvalitativních parametrů a standardů sadebního materiálu se zabývá například ČSN 48 2115 a vyhl. č. 29/2004 Sb., v přílohách 2-5. Aby byl sadební materiál uznán za výsadbyschopný, musí splňovat kritéria stanovená pro tyto morfologické parametry – tloušťka kořenové krčku, maximální věk, výška a kvalita kořenové soustavy.

## Nakládání se sadebním materiálem

Nakládání se sadebním materiálem tak, aby nedošlo k jeho poškození při jeho vyzvednutí v lesní školce, dopravě, založení v místě výsadby až po samotnou výsadbu je zásadní proto, aby byla výsadba úspěšná. K poškození může dojít mechanicky, nebo zaschnutím kořenů. Pro dosažení maximálního procenta ujímavosti sadby je rozhodující vysoká morfologická a fyziologická kvalita sadebního materiálu při jeho vyzvedávání ve školce a minimalizace nepříznivých vlivů, které na něj budou působit až do okamžiku jeho výsadby.

### Prostokořenný materiál:

- by neměl být vyzvedáván brzy na podzim, nebo pozdě na jaře tak, aby sazenice nebyly již narašené,
- kvalita sadebního materiálu závisí na ochraně jemných kořenů před vysycháním,
- kořeny nejsou schopny regulovat výdej vody a při vystavení nepříznivým podmínkám velmi rychle vysychají,
- vhodnou ochranou je balení sadebního materiálu, zakrývání kořenů, nebo použití antidesikantů,

- sadební materiál by neměl být vystaven slunečnímu záření. Nezabalený vysychá, zabalený by se mohl zapařit,
- pokud nedochází k okamžité výsadbě, je nutné sadební materiál skladovat, nebo případně založit na místě výsadby. Skladovat lze pouze nepoškozený sadební materiál,
- vyzvednutý materiál již není možné znovu založit.

Krytokořenný materiál:

- může docházet k vyschnutí substrátu během dopravy, nebo při založení na nezastíněných místech,
- obal by při manipulaci a dopravě neměl být poškozený (Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2014).

## **Příprava stanovišť**

Účelem přípravy výsadbových stanovišť a přípravy půdy je zlepšení biologických a technických podmínek výsadbové lokality, tak aby byly zajištěny vhodné růstové podmínky pro budoucí sadbu. Volba jednotlivých operací závisí na vlastnostech, velikosti a potřebách dané lokality.

V závislosti na vlastnostech a velikosti dané lokality je nejprve rozhodnuto, zda budou přípravné práce probíhat celoplošně nebo pomístně. Celoplošná příprava je vzhledem k její finanční náročnosti a značným dopadům na danou lokalitu využívána výjimečně. Pomístná příprava není díky svému lokálnímu působení natolik invazivní, ani finančně náročná (Neruda, 2010).

Obnova lesních celků logicky probíhá na vytěžených oblastech, a je tudíž nutné daná stanoviště zbavit nežádoucího porostu a potěžbových zbytků, které by jinak tvořily překážku v rámci obnovních prací a mohly by být rizikem šíření podkorního hmyzu a nákaz (dřevokazné houby).



## **Odstranění těžebních zbytků a nežádoucích dřevin a keřů**

**Potěžbové zbytky**, které je nutné z výsadbových oblastí odstranit jsou tvořeny odřezky kmenů a větví, kořenovým systémem, pařezy a klestem. Přebytečný materiál je shrnován na hromady nebo řady, a to buď ručně, nebo mechanicky shrnovači. Při mechanizovaném shrnování dochází zároveň ke zraňování povrchu půdy a odstranění půdního pokryvu (přirozená obnova – příprava půdy). Řady a valy je možné ponechat coby ochranu před erozí, nebo jako vymezení daných ploch. V takovém případě je nutné dbát na nepoškození odvodňovacího systému plochy, možné zahrnutí okrajových stromů a šíření škůdců. Další možností je odvoz materiálu, spálení nebo jeho další zpracování na místě štěpkovači. Výhodou štěpkování je ponechání organické hmoty v porostu jako mulčovací vrstvy pro omezení rozvoje buřeně a snížení výparu, nebo její zpracování do půdy. Odvezený materiál může být dále využíván pro energetické účely, ať už v původní nebo štěpkované podobě (Kysel a kol., 1990).

**Výřez náletových nežádoucích dřevin a křovin** slouží pro zajištění prostředí pro novou výsadbu a také v rámci zajištění požadované druhové skladby lesního porostu. Odstraňovat nežádoucí dřeviny nebo keře je možné za použití mačet, pil, křovinořezů, nebo sekaček. Dále už se s materiálem nachází stejně jako v případě potěžbových zbytků (Neruda, 2010).

## **Příprava půdy a následná výsadba**

**Účelem přípravy půdy** je budoucí zlepšení růstových podmínek vysazovaných sazenic. Volba strategie pro přípravu půdy závisí na velikosti a stavu výsadbové plochy, její sklonitosti, vlastnostech půdy a požadavcích na ni. Cílem tak může být například odstranění buřeně, zlepšení fyzikálních a chemických vlastností půdy, zlepšení vodního režimu půdy. Po zvážení podmínek a cílů je vyhodnoceno, zda se bude jednat o přípravu biologickou, chemickou, mechanickou, nebo kombinaci výše zmíněných způsobů.

**Biologická příprava půdy** využívá příznivého vlivu některých dřevin, bylin a zeleného hnojiva na mikroklima stanoviště, ovlivnění vodního režimu půdy a její zúrodnění. Jedním ze způsobů biologické přípravy je výsadba tzv. přípravných dřevin (olše, habr, bříza, vrba), jelikož účelem je mírnit nepříznivé dopady nevhodných lokalit na cílové dřeviny. Opad se podílí na tvorbě humusu a zúrodnění půdy. Chrání cílové dřeviny (jedle, dub) před zamokřením, exponací povětrnostním vlivům, mrazu a přímému slunci na holinách. Pod jejich ochranou je vysázena cílová dřevina, postupně dochází k proředění přípravných dřevin a uvolňování cílových. Tímto způsobem je možné zalesnit velmi nehostinné plochy (mrazové polohy) a náročné dřeviny. Tento způsob napodobuje přírodní postup a je časově i pracovně náročný. Dalšími možnostmi je využití travní pokládky jako zeleného hnojiva, mulčování, nebo přidávání pomocných půdních látek (rašelina, kůra) (Mauer, 2009).

**Chemická příprava půdy** spočívá v omezení rozvoje nežádoucího porostu na výsadbových lokalitách – buřeně (trávy, mechy, keře a polokeře) za využití herbicidních přípravků. Zvoleny by měly být takové přípravky, aby nepoškozovaly a zbytečně nezatěžovaly životní prostředí. Seznam povolených přípravků je vydáván Ministerstvem zemědělství. Obsahuje doporučené dávkování, účel použití, termín použití a bezpečnostní pokyny (kontaminace vody) (VULHM, 2019). K aplikaci dochází nejčastěji postřikem na listovou část, nebo do kořenové oblasti rostlin. Postřikovače mohou být ruční (zádové), nebo tažené traktorem. Chemickou přípravu je možné kombinovat s přípravou mechanickou (Mauer, 2009).

**Mechanická příprava půdy** využívá nástrojů nebo strojů k přípravě půdy za účelem zlepšení půdních podmínek pro budoucí výsadbu. Provedení tedy může být jak ruční, tak i mechanizované. Odstup mezi přípravou a výsadbou může být i v řádu měsíců, např. podzimní příprava a jarní výsadba.

Samotné mechanické přípravě musí předcházet volba sponu a budoucí metody výsadby. Kritériem pro rozmístění sazenic na zalesňované ploše je konkrétní stav plochy, růstové a klimatické podmínky, ekologické nároky a vlastnosti vybraných dřevin a stav

okolního porostu (výskyt pařezů a terénních nerovností). Volbu sponu je tak vhodné odvozovat od tvaru zasleňované plochy – trojúhelníkový nebo čtvercový. Pokud to není možné, je využíváno vlastností mikroreliefu k nalezení vhodného místa pro výsadbu – vyvýšená místa, hlubší půdní profil, okolí pařezů a kamenů (Neruda, 2010).

Autor se rozhodl pro spojení témat přípravy půdy a výsadby v rámci zalesňování s ohledem na obdobnou metodiku jednotlivých způsobů provedení. Aby mohla být příprava půdy považována za úspěšnou, je nutné naplánovat její provedení minimálně 5 měsíců před následnou výsadbou tak, aby se mohly požadované účinky na půdu náležitě projevit.

## **Pruhová**

Příprava půdy spočívá v odstranění buřene, vrstvy humusu a mělkém zkyprění půdy v pruzích hlubokých 5-15 cm a šířce 30–70 cm. Mezi jednotlivými pruhy je ponechán nepřipravený pruh v šířce 50–140 cm. Stržený drn je ponechán na jižním okraji pruhu a řádně přišlápnut.

Orientaci pruhů v rámci výsadbové lokality je třeba zvolit s přihlédnutím k terénním podmínkám, svažitosti terénu, ohrožení porostu větrem a druhu zalesňované dřeviny. Tuto metodu je vhodné zvolit na písčitéch a silně zabuřenělých stanovištích, nedoporučuje se naopak pro kamenité a silně zakořeněné půdy ohrožené půdní a vodní erozí. Provádí se branami, frézami, kultivátory nebo rotavátory. Zalesnění následně probíhá do takto připraveného pásu, kdy výsadba není ohrožená nežádoucí buřením. Pruhová metoda je často preferována pro siji, pro sadbu spíše metoda brázdová (Neruda, 2010).

## **Brázdová**

Brázdová metoda se technikou provedení a využitím příliš neliší od přípravy pruhové. Odstranění buřene neprobíhá v pruzích, ale je vyryta mělká brázda v šířce 20-30 cm, kdy drn je odhrnut rovnoměrně na obě strany brázdy. Zbytek pracovního postupu je již totožný. Pro vyoraní brázd se používají oddrnovací pluhu se šípovou radlicí nebo kotoučová krojidla (Mauer, 2009).

## **Kopečková**

Kopečková příprava půdy se používá na vodou ovlivněných a těžkých půdách, kde by jinak ujmoutí sazenic bylo nepravděpodobné vzhledem k podmáčení, možnosti výmrazu nebo utlačení buření. Pro umístění kopečků je možno využít přírodního reliéfu a stavu stanoviště, přítomnosti pařezů, oblastí s menším zabuřeněním.

Sekoromotykou je stržen a odklopen drn v poměru 35 x 70–50 x 100 cm. Uvolněný profil je od bližší strany ke vzdálenější prokopán drobnými kopy do hloubky zhruba 15–20 cm po celé ploše. V rámci prokopávání jsou odstraňovány kořeny, kameny. Všechna zemina musí zůstat uvnitř prokopané části. Ze získané zeminy je navršen kopeček do výšky 35–50 cm.

V případě nedostatku zeminy je možné její doplnění z okolí. Kopeček se nikdy neobkládá drny. Kopečkovou přípravu je možné provádět až rok před samotnou výsadbou, nejpozději však na podzim před jarní výsadbou tak, aby došlo k promrznutí a slehnutí půdy, což velmi příznivě působí na strukturu půdy (snadná výsadba).

Tento způsob přípravy půdy a výsadby je vhodný pro všechny druhy sazenic a semenáčků. Výsadba se provádí ručně podle druhu sazenice a tvaru kořenového systému – do jamky nebo štěrbin na vrcholu kopečku. Sazenice musí stát svisle a být dostatečně upevněná tlakem prstů. Nikdy se neušlapává (Mauer, 2009).

**Záhrobcová příprava** půdy se, podobně jako kopečková, používá na vodou ovlivněných stanovištích, zejména rašelinných glejích. Drn je stržen v pruzích o stejné hloubce a šířce, jako u kopečkové přípravy. Liší se nicméně v délce, která může dosahovat až 2–3 metrů. Na uvolněné ploše je následně navršen „záhrobec“ a následuje opět doba slehnutí. Do připraveného záhrobce je vysazováno hned několik sazenic. Vzhledem k velikosti záhrobce by bylo ruční zpracování velmi namáhavé a příprava probíhá převážně mechanizovaně malými bagry, talířovými frézami a dozéry (Kovář a kol., 2013).

**Plošková neboli misková příprava půdy** vzniká přerušením pruhu nebo brázdy z důvodu nepravidelného pokrytí buření. Plošky ve velikosti od 40x40 do 100x100 cm jsou rozmístěny po ploše výsadby podle zvoleného sponu. Z plošky je stržen drn, který je

uložen na jižním okraj. Obnaženou zem v misce je možné nakypřit. Pro tvorbu plošek se používají speciální kotoučové frézy a ploškovače s nastavitelnou roztečí plošek. Pro ruční přípravu lze použít sekeromotyky, nebo speciální křovinořezy.

## **Jamková**

Jamková příprava půdy je nejvyužívanějším způsobem ruční mechanické přípravy půdy. Používá se na normálních minerálních půdách, na půdách uléhavých, kamenitých a vodou neovlivněných stanovištích – jedná se také o nejuniverzálnější z používaných metod co do typu vysazovaných sazenic. Sekeromotykou je odkopán drn (případně podle potřeby shrnuta hrabanka) ve velikosti 25x25, 35x35 nebo 50x50 cm a odklopen na jižní nebo západní stranu. Poté je prokopána jamka do hloubky zhruba 15–25 cm. V rámci prokopávání jsou odstraňovány kořeny, kameny. Nakopaná zemina je ponechána v jamce, kdy nesmí dojít k promísení minerální půdy s povrchovou hrabankou a ohlazení stěn jamky. Velikost jamky závisí na vlastnostech stanoviště, stupni zabuřnění a velikosti/vyspělosti sazenice a jejího kořenového systému.

Výsadba se řídí tvarem a velikostí kořenového systému. Na dně připravené jamky je vytvořena prohlubeň pro kulový kořenový systém nebo kopeček pro ostatní typy kořenových systémů u prostokořenných sazenic. U krytokořenných tato starost odpadá. Sazenice je postupně zeminou zasypávána tak, aby stála pevně usazená a následně je v zemině upevněna tlakem prstů. Nikdy se neušlapává. Jamka se nezakrývá drnem.

Pro jamkovou výsadbu existuje i výsadba mechanizovanou podobou za pomoci tzv. jamkovače. Lze je použít na lehkých půdách bez půdních a terénních překážek. Jamkovače mohou být ruční motorové, adaptéry na motorovou pilu nebo nesené na kolovém traktoru. Volba typu a velikosti jamkovače je závislá na terénu, typu, velikosti a vyspělosti sazenice. Metodika výsadby je poté totožná jako při ruční jamkové výsadbě (Mauer, 2009).

## **Sadba sazečem (štěrbínová sadba)**

Jedná se o základní metodu, která se využívá pro výsadbu sazenic s kulovitým (nebo srdčitým) kořenovým systémem v rámci stanovišť s lehkými, písčitými půdami bez

větších půdních překážek (kameny, kořeny) a silného zabuřnění. Štěrbínovou metodou lze využít pouze pro sadební materiál bez deformací kořenové systému. Volba typu a velikosti sazeče je závislá na terénu, typu, velikosti a vyspělosti kořenového systému sazenice.

Sadba sazečem se standardně provádí ve dvojici. Pokud je to potřeba, odhrne se povrchová vrstva humusu. Sazeč je následně zašlápnut do půdy a tahem od sebe a k sobě dojde k otevření štěrbin. Pomocník vloží do vniklé štěrbině co nejhlouběji sazenici, jejím povytažením urovná kořeny, nastaví ji do správné polohy a hloubky a dřevěnou lopatkou/tyčkou ještě jednou kořeny urovná. Uzavření štěrbin a upevnění sazenice se provádí vpichem cca 6-8 cm od sazenice a opětovným pohybem tam a zpět se štěrbina uzavře. Druhá štěrbina je uzavřena stejným způsobem, nebo zašlápnutím botou (Neruda, 2010).

Mimo výše uvedené standardní metody je možné využívat i metody upravené podle stanovištních poměrů. Níže uvedené jsou používány, pokud je potřeba zajistit dostatečné množství vody pro sazenice.

### **Hlubinková (podúrovňová) sadba**

Sazenice jsou vysazovány do vytvořených prohlubní tak, aby kořenový systém byl hluboko pod původním povrchem.

### **Utopená sadba**

U tohoto způsobu výsadby je sazenice zasazena nestandardně hluboko do zeminy. Kořenový krček je až 10 cm pod půdním povrchem.

Cílem obou výše uvedených metod je dostat kořeny sazenice co nejbližší ke spodní vodě.

### **Sadba s kondenzační jamkou**

V rámci výsadby je ve vzdálenosti zhruba 20 cm od sazenice vytvořena prohlubeň, která slouží pro kondenzaci a následné jímání vody (i srážkové) (Mauer O., 2009).

### 3.3.3 Využití mechanizace v rámci zalesňování

V dnešní době je mechanizace využívána prakticky ve všech krocích zalesňovacích prací – od přípravy stanovišť, přípravu půdy až po samotnou výsadbu.

Její využití je omezeno především vlastnostmi výsadbové lokality. Mechanizaci nelze využít tam, kde není umožněn průjezd například z důvodu ponechání vysokých pařezů (nad 30-35 cm), v lokalitách se sklonitostí větší než 25 % a na podmáčených nebo kamenitých půdách. Tato omezení jsou totožná pro všechny fáze zalesňování.

Ve většině případů je používán kolový traktor, který slouží jako tažný – nosný stroj, a ke kterému jsou poté připojeny různé druhy strojů dle jejich využití.

**Příprava stanoviště** – shrnovače, štěpkovače, vyčesávače kořenů

**Příprava půdy** – frézy, radlice, brány, diskové radlice, zraňovače

**Výsadba** – radlice, jamkovače, vrtáky, frézy nebo celé sázecí stroje (Petříček, 1984).

Nejvyužívanějším typem sázecího stroje je dnes RL2-019. Rýhovacím ústrojím (diskové, frézové, radlicové) je vytvořena rýha, do které následně probíhá výsadba. Volba velikosti rýhy je závislá na terénu, typu, velikosti a vyspělosti kořenového systému sazenice. Za jeho použití je možné sázet štěrbínově až jamkově. Hodí se tudíž jak pro prostokořenný, tak i pro krytokořenný sadební materiál. Podávací ústrojí je tvořeno soustavou pneumatických a hydraulických ramen a pásů, sloužících k přepravě sazenice z dopravníku k obsluze. Obsluha následně sazenici vloží buď přímo do rýhy, štěrbiny nebo jamky (Neruda, 2010).

Některé typy sázecích strojů mohou dokonce obsahovat i sázecí, zhutňovací a zahrnovací ústrojí. Podávací ústrojí v toto případě obsahuje i sázecí ústrojí, které samo provede výsadbu. Možnou podobou je princip lopatkového kola, ze kterého sazenice sklouzávají po pryžových lopatkách do připravené rýhy. Jejich využívání šetří čas i práci obsluze podávacího ústrojí. Poslední součástí je zahrnovací a zhutňovací ústrojí, která

slouží k zahrnutí sazenice a jejímu následnému upevnění v zemi. Zahrnutí je prováděno přídatnými lopatkami nebo radlicemi, zhutnění pomocí válců, které přejíždějí okolí sazenice a tím jí v půdě stabilizují. Tyto stroje tak obsáhnou kompletní výsadbu a obsluha jen kontroluje vlastní provedení (Mauer, 2009).

V rámci mechanizované výsadby je nutné dodržovat stejná kritéria kvality výsadby jako u výsadby ruční. Nezbytná je vhodná volba metody výsadby na základě charakteristik stanoviště, typu a vlastnostech sadebního materiálu. Následně je třeba zvolit vhodnou rychlost výsadby tak, aby byla vždy dodržena kvalita provedení. Rychlost výsadby se pohybuje až k 8000 ks sazenic za směnu. Pokud se jedná o lokalitu se ztíženými porostními podmínkami, snižuje se rychlost na 3-4 tisíce sazenic za směnu (Simanov, 2015).

### 3.3.4 Ochrana lesa (sadby)

Ochranou lesa, jejím vymezení, podmínkami a způsoby provedení se v rámci legislativy zabývá zákon č. 289/1995 Sb. o lesích a Vyhláška č. 101/1996 Sb. Ministerstva zemědělství, kterou jsou stanoveny podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa.

Ochranou lesa se rozumí *„činnosti směřující k omezení vlivu škodlivých činitelů, ochranná opatření proti škodlivým činitelům a zmírňování následků jejich působení.“*

Aby mohla být ochrana lesů vůbec prováděna, je třeba sledovat zdravotní stav porostu, identifikovat možné škodlivé činitele a v případě potřeby proti nim zakročit. Za takový zákrok je možno považovat i prevenci (Vyhl. 101/1996 Sb.). Za ochranu lesa, prevenci, eliminaci probíhajícího poškozování a mírnění případných následků je odpovědný vlastník lesa, který spolupracuje s lesním hospodářem. (ZoL).

V rámci stanovení četnosti kontrol stavu i typu přijímaných opatření je třeba vycházet ze stáří porostu, aktuálních klimatických podmínek, výskytu živelných událostí a termínu aktivity zvěře a škůdců z řad hmyzu. Větší pozornost je třeba věnovat mladým a čerstvě vysázeným porostům, jelikož jsou k poškozením náchylnější. Ohrožení podkorním hmyzem je však stejné bez ohledu na stáří porostu.



Intenzita možného ohrožení je řazena do 3 stádií:

- a) základní stav – nehrozí hospodářsky významné škody,
- b) zvýšený stav – dosud nedochází k hospodářsky významným škodám, ale dokládá možnost jejich vzniku, ohrožení plnění funkcí lesa nebo rozvrácení lesních porostů,
- c) kalamitní stav – dochází ke vzniku hospodářsky významných škod na lesních porostech, jsou ohroženy funkce lesa nebo dochází k rozvrácení lesních porostů.

Za kalamitní škůdce jsou považovány: bekyně mniška; lýkožrout smrkový, lesklý, severský; klikoroh borový; obaleč modřínový a ploskohřbetky (Vyhl. 101/1996 Sb).

Ochranu lesních porostů je možné dělit na chemickou, biologickou a mechanickou. Níže budou uvedeni jednotliví škodliví činitelé a k nim související způsoby ochrany, jak je znázorněno v tabulce 1.

<b>HMYZ</b>	<b>Mechanická</b>	Odstraňování materiálu vhodného pro rozmnožování škůdců. Ruční sběr hmyzu.
	<b>Chemická</b>	Postřik nebo máčení insekticidními přípravky (listy, kmen). Využití ošetřené větvičky jako návnady - uhynutí hmyzu.
	<b>Biologická</b>	Odložení výsadby způsobující úhyn larev.
<b>ZVĚŘ</b>	<b>Mechanická</b>	Výstavba oplocenek. Výstavba individuálních chrániček.
	<b>Chemická</b>	Postřik nebo nátěr repelentem proti okusu.
	<b>Biologická</b>	Sledování početních stavů zvěře. Výsadba pomocných dřevin ke zvýšení úživnosti honitby.
<b>HLODAVCI</b>	<b>Mechanická</b>	Pasti, které jsou rozmístěny po výsadbové oblasti.
	<b>Chemická</b>	Použití rodenticidů. Aplikují se jen výjimečně - ohrožení zvěře i člověka.
	<b>Biologická</b>	Dravci a drobné šelmy.
<b>HOUBY</b>	<b>Mechanická</b>	Udržování čistoty lesa. Odstraňování zdrojů infekce - napadeného dřeva.
	<b>Chemická</b>	Postřik fungicidy.
	<b>Biologická</b>	Výběr zdravého sadbového materiálu bez zjevných známek poškození.
<b>BUŘEŇ</b>	<b>Mechanická</b>	Vyžínání za pomoci srpů, kos, motorových kos a křovinořezů. Ruční pletí.
	<b>Chemická</b>	Postřik neselektivním herbicidem před výsadbou.

Tabulka 1: Škodlivý činitelé a způsob ochrany lesa před nimi

V rámci využití chemické ochrany je třeba dbát na použití pouze povolených přípravků, bez vedlejších negativních účinků na sadební materiál nebo mladé stromky.

## 3.4 Pomocné půdní látky a jejich využití

Lesní celky tvořené člověkem jsou zpravidla náchylnější a méně odolné než ty vznikající v rámci přirozené obnovy při zachování symbiózy organismů v něm žijících (rostliny, houby a živočichové) a ochrany porostu jako celku. V přirozeném prostředí se vytváří vzájemná síť vztahů mezi organismy, která zajišťuje stabilitu daného ekosystému, nové rostliny jsou chráněny mateřským porostem a nejsou tak vystaveny expozici dříve představených klimatických jevů (sucho, extrémní jevy, degradace půdy). Obecně se má za to, že jsou půdy v rámci zalesněných ploch bohatší obsahem organické hmoty, minerálů, živin a dalších pro rostliny zásadních látek i z pohledu jejich vlastností. Půda má v rámci uzavřeného ekosystému také vyšší retenční potenciál, čímž se snižuje možnost ohrožení vodním stresem (Šimek, 2003).

Výsadbové plochy, ať už se jedná o holiny, nebo potěžbové lokality, tyto vlastnosti ve větším či menším měřítku postrádají. Ve snaze o zajištění maximálně úspěšné umělé obnovy, jsou v rámci snahy o zlepšení chemických, fyzikálních či biologických vlastností půdy využívány půdní kondicionéry, zlepšovače a pomocné půdní látky (Sloup, 2011). Zde se terminologie a používání jednotlivých názvosloví prolíná. Nadále tedy bude souhrnně pojednáváno o pomocných půdních látkách. Jedná se o syntetické či přírodní látky, jejichž účelem je zkvalitnění půdního prostředí pro vývoj rostlin a dřevin a následně i půdy samotné. Možnosti používání, prodeje a podmínky na ně kladené jsou zakotveny v zákoně č. 156/1998 Sb. - Zákon o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (Zákon o hnojivech).

Účinky, které jsou od pomocných půdních látek požadovány a jsou důvodem pro rozvoj jejich využívání, jsou obohacení půdy, přísun živin, zlepšení retenční schopnosti půdy a přísunu vody k rostlinám. Vhodnost daného materiálu by měla být prokázána doložením zkušebních osvědčení a výsledků z průzkumů (Šimek, 2005).

Pomocné půdní látky je možné aplikovat bodově nebo plošně:

- a) před výsadbou – při přípravě půdy,

- b) v rámci výsadby – přidáním do výsadbové jámy, brázdy, namáčením kořenů,
- c) nebo dodatečně – zálivkou, postřikem, rozhozem, rozmetáním nebo injektáží.

Používány jsou v pevné nebo kapalné podobě (Englmaier a kol., 1980).

Vzhledem k zaměření této práce budou jednotlivé pomocné půdní látky představeny pouze na teoretické bázi a blíže budou rozebrány pouze ty ovlivňující vodní režim rostliny, primárně hydroabsorbenty.

### 3.4.1 Dělení pomocných půdních látek

Podle hlavního účelu použití lze pomocné půdní látky rozdělit na

- 1) látky zlepšující vlastnosti půdy – strukturu, fyzikální, chemické a mechanické vlastnosti
- 2) látky zlepšující výživu a zdraví rostlin,
- 3) látky zadržující vodu (hydroabsorbenty).

Většina z používaných látek má současně více z uváděných vlastností, zařazeny jsou vždy podle té, která je považována za nejsilnější.

#### **Látky zlepšující vlastnosti půdy**

Jednou ze základních vlastností, nezbytnou pro správný rozvoj rostlin, je adekvátní struktura půdy. Ovlivňována je především obsahem anorganických složek půdy, humusu, vodním režimem, složením obsažených minerálních látek a výskytem organické složky (kořenové soustavy). Různá kombinace těchto prvků určuje uléhavost, pórovitost, zrnitost až jílovitost půdy. Pro rostliny je nevhodnější taková podoba půdy, která je dostatečně pórovitá, aby umožňovala snadné pronikání kořenů a vsakování (i vzlínání) srážek, ale přitom natolik kompaktní, aby nedocházelo k okamžitému odtoku vody. Jílovité půdy, které jsou pro vodu i kořeny nepropustné, nebo naopak půdy prašné, které jsou natolik nekompaktní, že nezadržují vodu (vodou nesené živiny), ale ani nepodporují zakotvení rostlin, je možné zušlechtovat přidávkem humusu a organické hmoty do půdy.

Další důležité vlastnosti půd, které je možné vylepšovat, jsou charakterizovány chemickým a fyzikálně-chemickým složením půdy – pufrací schopnost (stálost pH), absorpční schopnost, obsah živin, rozvoj mikroorganismů, samovolná tvorba humusu apod (Jandák a kol, 2014).

Látky zlepšující vlastnosti půdy mohou být jak původu organického, anorganického, tak i vyráběny synteticky. Jedná se například o látky na bázi humusu (včetně později uvedené rašeliny), dřevní nebo rostlinnou biomasu, perlit (křemičitany), vápenec, vodorozpustné polymery, guarovou gumu (Lelková, 2018).

## **Látky zlepšující výživu a zdraví rostlin**

Primárně požadovaným účinkem a důvodem pro použití přípravků a látek na podporu výživy a zdraví rostlin je zajištění produkční (růstové) funkce rostlin, vitality, rozvoje kořenového systému, zprostředkování živin nebo podpory mikrobiologických půdních procesů. Jedná se o nejpočetnější skupinu ze všech využívaných látek.

Používány jsou kapalné nebo práškové koncentráty obsahující enzymy, kmeny různých bakterií (vyskytujících se v půdě nebo využívaných pro jejich vlastnosti), kyseliny, sinice, produkty mořských řas, houby a různé takto obohacené anorganické materiály.

Očekávaným projevem použití těchto pomocných půdních látek je zajištění živin a nezbytných minerálních látek pro výživu rostlin a to např.:

- fixací vzdušného dusíku,
- rozpouštěním fosfátů – zpřístupnění fosforu pro rostliny,
- tvorbou humusu,
- rozkladem organické hmoty na uhlík (Trenkel, 1997).

Obdobného účinku, tedy zprostředkování fosforu a dusíkatých látek, dosahují preparáty tvořící **mykorhizní symbiózu**. Jedná se o přípravky s vysokou koncentrací spor symbiotických hub aplikovaných na nosném mediu.

V rámci mykorhizní symbiózy se má na mysli symbióza převážně mutualistická, tedy oboustranně prospěšná (Smith, 1991). Jedná se o dlouhodobé a těsné soužití vyšších rostlin a hub, kdy jsou pletiva kořenové pokožky a primární kořenové kůry rostliny kolonizována houbovým symbiontem a následně dochází k obousměrnému toku energie a živin (Gryndler a kol. 2004). Symbiózu s mykorhizními houbami tvoří 70–90 % druhů vyšších rostlin (Brundrett, 2009).

Funkčním aspektem této symbiózy je na jedné straně výživa symbiotické houby glukózou a uhlíkatými látkami vytvářenými rostlinou při fotosyntéze, a na straně druhé zlepšený přísun minerálních látek, zejména dusíku a fosforu, a vláhy pro rostlinu. Přítomnost mykorhizní houby může navíc pozitivně ovlivnit odolnost rostliny před kořenovými patogeny. S klesající úrodností půdy, z pohledu její živnosti a rovnovážného vodního režimu, stoupá využitelnost mykorhizních preparátů jako prostředku použitelném na podporu ujmavosti sazenic při umělé obnově (Repáč a kol., 2013).

Mykorhizu dělíme na 2 druhy, podle typu kolonizace v rámci kořenového systému rostliny, a to na endomykorhizní a ektomykorhizní. V rámci endomykorhizní symbiózy pronikají hyfy houby skrz buněčnou stěnu přímo do prostoru kořenových buněk rostliny. Dále se dělí na arbuskulární, erikoidní a orchideoidní. Ektomykorhizní symbióza je charakteristická tím, že se hyfy houby nacházejí pouze v mezibuněčných prostorách kořene, a nikoliv v buňce samotné (Gryndler a kol. 2004). Kolonizovaný úsek kořene často vykazuje morfologicky změněný ztlustělý tvar kořene nazývaný „hyfový plášť“. Jak je znázorněno na obrázku 4 (Seddas a kol. 2009). Zvětšení povrchu kořenového systému znamená i zvětšení absorpčního potenciálu rostliny (Gryndler a kol. 2004). Mykorhiza mimo jiné zajišťuje sdílení částic organické půdní hmoty, působí protierozně a pomáhá konzervovat živiny v půdě.



Obrázek 4: Kořeny s mykorhizou (<https://www.ireceptar.cz/vareni-a-recepty/mykorhiza-jak-funguje-30000908.html>)

## **Látky zadržující vodu – hydroabsorbenty**

Častější výskyt sucha, nárůst extrémních jevů a zvyšování průměrné teploty vede k nerovnováze ve vodním režimu. Ohrožení rostlin vodním stresem je možné omezovat přidáváním hydroabsorbentů do půdy v rámci výsadby. Dostatečná zvlaha je nutná pro naklíčení, ujetí a správný růst rostlin (Šarapatka B. a kol., 2006). Jedná se o látky přírodního, nebo syntetického původu, jejichž primární schopností je retence vody v půdě a její následné zpřístupnění rostlinám. Hydroabsorbenty (prášek, granule, organická hmota) po kontaktu s vodou nabobtnají, zadržují ji a v delším časovém úseku postupně uvolňují. Vedlejším efektem je stabilizaci vodního režimu, zamezení odplavení živin, omezení půdní eroze a zlepšení struktury půdy (Salaš P. a kol., 2009).

### **Rašelina**

Jedná se o organickou, částečně rozloženou horninu, která vzniká ukládáním a rozkladem odumřelých rostlin v zamokřelých lokalitách. Její vznik je velmi pomalý proces - 10 cm rašeliny vznikne řádově za 100 let. Vlastnosti jednotlivých druhů rašelin

se liší podle místa jejího původu (slatiny, vrchoviště, přechodná rašeliniště), a to obsahem minerálních látek, stupněm pH (kyselost půdy) nebo úrovní rozloženosti (Hruška, 1981).

Rašelina je využívána pro výraznou hydroabsorbční schopnost, kdy je přidávána do substrátů, nebo jako doplnění organické hmoty přímo při výsadbě. Dále také zvyšuje poréznost těžkých půd a u písčítých lokalit navyšuje absorbční schopnost (Sloup, 2011)

### **Kompost**

Kompost (humus) je organická hmota tvořena ze směsi živočišných a rostlinných zbytků, která prošla rozkladem. Kompostování prochází třemi fázemi – rozklad, přeměna látek a syntéza. V rámci rozkladu dochází ke zvýšení teploty až na 60 °C a rozvoji mikroorganismů (kvasinky, houby, bakterie). Dále dochází k uvolňování CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> a minerálních látek a zničení zárodků chorob a plísní. Mimo potřebné teploty musí mít kompost během všech fází dostatečnou vlhkost (Svoboda, 2009). V rámci dalšího využití se kompost dělí dle původu například na průmyslově vyráběný, z domovních odpadů, z kůry a z ostatních materiálů jako jsou například kaly (Šimek, 2005).

Kompost je možné využít nejen jako hnojivo vzhledem k obsahu minerálních látek, živin, organických a dalších humusových látek, ale také pro jeho absorbční vlastnosti. (Vaněk, 2007). Jak živiny, tak i vodu, je schopen uvolňovat postupně a v rámci omezené doby i opakovaně v případě vyschnutí a opětovném nasycení. Stejně jako rašelina zvyšuje poréznost a vzdušnost těžkých půd, u písčítých lokalit navyšuje absorbční schopnost (Sloup, 2005). Krátkodobě zkompostovaná kůra, štěpka a piliny mohou po přidání hydroabsorbentů nahradit rašelinu a podobné substráty.

### **Přírodní mulčovací prostředky**

Jako přírodní mulčovací prostředek jsou používány různé podoby dřevního odpadu (drcená kůra, štěpka, drcené šišky, piliny a hobliny), sláma, seno, a dokonce i opad jehličí a listí. Účinky mulčovací vrstvy lze obecně spojovat se zadržbou vody a zlepšením půdního prostředí. Vrstva v tloušťce již 40 mm snižuje půdní evapotranspiraci o 35 %, omezuje energii deště, čímž zamezuje půdní erozi, zlepšuje strukturu půdy (sléhavost) a vytváří vhodné prostředí pro rozvoj půdních mikroorganismů. Napomáhá zajištění

vyrovnaného vodního a teplotního režimu půdy, čímž tlumí výskyt extrémních stavů. Vrstva od 10 do 15 milimetrů je schopna zamezit většinovému rozvoji buřeně, což znamená větší zbytkovou vláhu pro rostliny (Šimek, 2005).

Při použití mulčovacích vrstev je nutné dodržovat základní pravidla.

- použitý materiál a výšku pokrytí je nutné přizpůsobit charakteristikách výsadbového stanoviště a zvolené metodě výsadby,
- materiál by měl být rozprostřen rovnoměrně a souvisle,
- použitý materiál nesmí bránit proudění vzduchu ani vody do půdy (ČSN DN 18 916).

### **Jíly a jílové minerály**

Jílové nerosty jsou obecně přirozenou složkou půdy (sediment, zvětraliny), které vznikají zvětráváním živců. V rámci půdy jsou přirozenou součástí jejího sorpčního komplexu a vodního režimu. Stejně jako ostatní hydroabsorbenty se při vysychání smršťují a při zavodnění rozpínají. Mimo vody poutají i potřebné živiny. Vytěžený materiál může být využíván v přírodní podobě, nebo je dále průmyslově zpracováván a používán do substrátů nebo v rámci zúrodnování půdy.

Příklady preparátu na bázi jílu a jílových minerálů: ALGINIT, GEOHUMUS, PLANTASORB, AGROPERLIT.

Mezi další přírodní hydroabsorbenty patří např. tufogenní horniny, zeolity nebo lignity (Hruška, 1982).

## **3.4.2 Hydrofilní polymery – hydrogely**

Největší skupinu hydroabsorbentů tvoří hydrofilní polymery. Vzhledem k zaměření diplomové práce, jim bude věnován zbytek této kapitoly. Popsán bude průběh gelace, charakterizace hydrogelů, jejich dělení, základní vlastnosti a jejich historické i současné využití.



## Gely

Jako gely jsou nazývány všechny látky, které mají schopnost želatinovat neboli projít procesem gelace (Bartovská a Šišková, 2005). Gel je látka na rozhraní pevné látky a kapaliny, která je díky fyzické soudržnosti obsažených částic podobná pevné látce, nicméně objemem a hmotností zase kapalině (Vajglová, 2012). Samotný proces gelace je možné rozdělit do několika stádií. Po přidání kapaliny k práškové nebo krystalické látce dochází ke tvorbě solů, ze kterého se přes viskózní a polotuhá stadia vytváří, díky vnějším faktorům, (teplota, pH, vnější mechanické síly) konečný gel (Bartovská a Šišková, 2005). Schopnost zadržovat kapalinu je způsobena trojrozměrnou kosterní sítí, která je základní stavební částí jeho struktury (Vajglová, 2012).

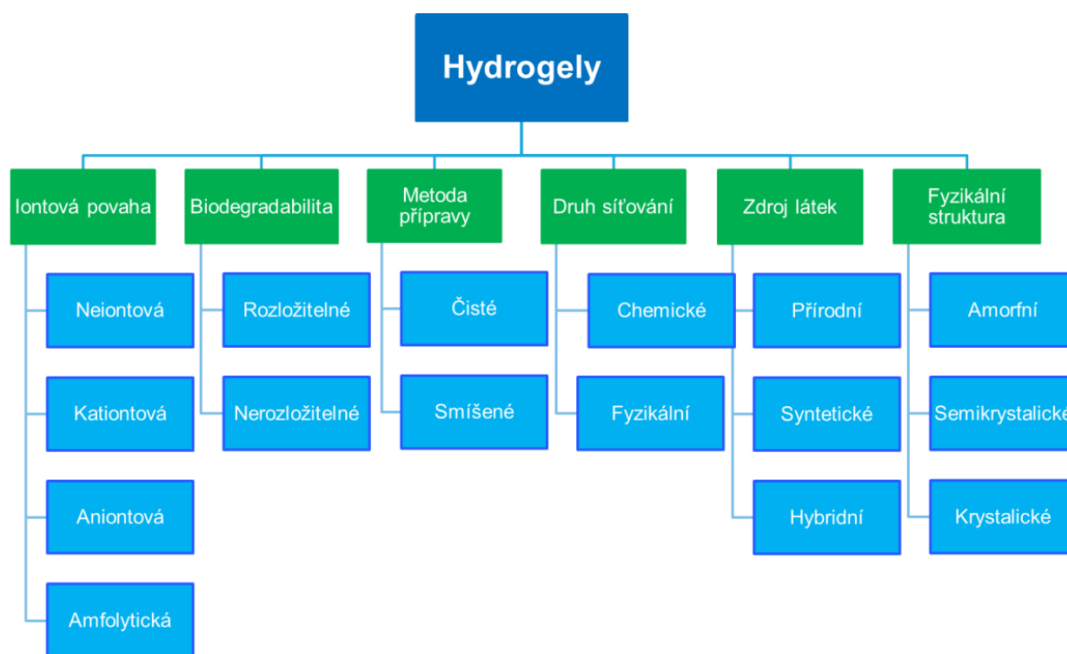
Gely se dělí na skupiny lyogelů a xerogelů. Xerogely vznikají vysušením lyogelů. Obsahují pouze pevné disperzní prostředí a postrádají skupenství kapalně. Podle povahy disperzního prostředí je možné lyogely dále dělit. Pokud je jím voda, mluvíme o hydrogelech, v případě organické látky se jedná o organogely (Sedlařík, 2011). Hydrogely se řadí mezi gely reverzibilní, jelikož u nich v rámci bobtnání a následného vysoušení nedochází ke změnám ve strukturách, mechanických vlastnostech a v čase jejich zamýšlené využitelnosti nedegradují (Kasapis, 2009).

## Hydrofilní polymery, jejich dělení a vlastnosti

Hydrofilní polymery neboli hydrogely jsou, jak již bylo výše řečeno, trojrozměrné sítě, které jsou tvořené homopolymery, kopolymery a interpenetrujícími polymery. Může se jednat o přírodní (kolagen, celulóza), syntetické (PEG), tak i hydrogely vyrobené kombinací například v podobě prášku, mikročástic, nanočástic, povlaků a pevných látek. Rozdělení hydrogelů více přibližuje schéma na obrázku 3. Hydrogely nemusí nutně obsahovat jen hydrofilní část. Setkáváme se i se systémy obsahujícími části hydrofobní, díky jejichž přítomnosti je možné ovlivňovat některé jeho vlastnosti (Ahmed, 2013).

Hydrogely jsou látky pohybující se na hranici mezi kapalinou a pevnými látkami, které jsou schopné ve své struktuře zadržet až 99% vody. Mezi základní vlastnosti

hydrogelů patří bobtnací vlastnosti, mechanické vlastnosti a v některých případech biodegradabilita.



Obrázek 5: Schéma rozdělení hydrogelů (Rohrer, 2013)

### **Biodegradace**

Biodegradací (biologickým rozkladem) se má na mysli rozpad dané látky, ke kterému dochází za působení biologických činitelů. Produkty rozpadu jsou biomasa, voda, oxid uhličitý a případně další organické látky. Pokud k němu dochází za nepřítomnosti vzduch v anaerobním prostředí, vzniká také metan. Projevuje se buď úbytkem hmotnosti nebo ztrátou funkčnosti použitého materiálu (Gareis, 2013). Při výběru hydrogelu je nutné brát ohled na dobu jeho rozpadu ve vztahu s očekávanou dobou účinnosti. Dobu rozpadu ovlivňují druh použitého materiálu, vlastnosti půdního prostředí (pH, množství mikroorganismů), ve kterém by měl být použit, teplota, pH půdního prostředí (García a kol., 2013). Rozložitelné (biodegradabilní) materiály mohou být jak přírodního, tak i syntetického původu. Výhodou materiálu přírodního původu je jejich rozložitelnost bez zanechání potenciálně škodlivých polutantů (Gareis, 2013). Neohrožovat svoji přítomností půdní prostředí a živé organismy (biokompatibilita) je jedním ze základních požadavků na používané materiály.

## **Biokompatibilita**

Jak již bylo řečeno, podstatou biokompatibility je, aby přidaný materiál nevyvolával žádné nežádoucí účinky v souvislosti s jeho přítomností a působením v půdním prostředí. Stupně jeho působení je možné rozlišovat ve 3 rovinách.

- a) biotolerantní – mezi přípravkem a jeho okolím vzniká spojovací vazivová vrstva,
- b) bioinertní – jsou přijaty okolním prostředím, ale nedochází mezi nimi k žádné interakci,
- c) bioaktivní – hlavním účelem je aktivní interakce a narušení klidového stavu v organismu (Gibas, 2010).

Tyto vlastnosti mohou splňovat hydrogely přírodní, syntetické i kombinace těchto materiálů (Koutský, 1997).

## **Bobtnání**

Základní vlastností, která hydrofilním polymerům umožňuje absorpci kapalin, je jejich schopnost bobtnání. V rámci bobtnání dochází k vyplnění polymerních sítí hydrogelu absorbovanou kapalinou. Schopnost příjmu kapaliny je omezená maximální roztažností daného hydrogelu a dosažením rovnovážného stavu. Nežádoucím jevem některých hydrogelů je nasycení takovým množstvím kapaliny, kdy nedojde k zastavení příjmu tekutiny v okamžiku dosažení maximální hranice, kterou mu jeho vazebná síť dovolí, a hydrogel se následně „rozpustí“ (Roy a kol., 2010). Hranice mezi nerozpustností a rozpustností hydrogelu se nazývá rovnovážný stupeň bobtnání. Faktory, které ovlivňují míru bobtnání mohou být materiál, ze kterého je hydrogel vyroben a jeho porozita (Fariba, 2010). Bobtnání hydrogelu je znázorněno na obrázku 6.



Obrázek 6: Ukázka hydrogelu v práškové podobě a po nabobtnání (<https://falconry-cz.com/cz/superabsorbenty>)

### **Mechanické vlastnosti**

Mechanickými vlastnostmi je myšlen soubor vlastností, které je možné v souvislosti s hydrogely sledovat na základě působení mechanických (vnějších) sil. Jedná se především o elasticitu (pružnost) a viskóznost. Míra těchto vlastností závisí na okolní teplotě, velikosti, směru a tlaku působících vnějších sil. Příkladem působení vnějších sil je možné vytlačení kapaliny z hydrogelu při jeho nedostatečné pružnosti. Takováto předčasná ztráta tekutiny může být, v závislosti na požadovaných účincích hydrogelu, považována za vysoce nežádoucí (Meissner, 1987).

Typickými představiteli hydrogelových pomocných půdních látek jsou např. AGRISORB, HYDROGEL, STOCKOSORB, TERRACOTTEM či PLANTASORB

### **Využití hydrofilních polymerů**

Možností aplikace a využití hydrofilních polymerů je celá řada napříč různými obory. V největším měřítku jsou používány především pro jejich absorpční a retenční schopnost. Bylo prokázáno, že některé z modernějších hydrogelových preparátů jsou schopny absorbovat vodu v množství 400 až 1500násobku své váhy.

Za první osobu, která využila aplikační schopnosti hydrogelu je považován profesor Otto Wichterle, který v roce 1961 vynalezl kontaktní čočky (VŠCHT, 2014).

Vlastností hydrogelů je využíváno:

- v kosmetickém a drogistickém odvětví pro výrobu hygienických prostředků (dětské pleny či hygienické vložky) a jako složka kosmetických přípravků,
- pro zpracování ropy,
- úpravy a čištění vody,
- zpracování potravin,
- v lékařství,
- tkáňovém inženýrství
- zemědělství a lesnictví (Peterson 2002).

Každá z výše uvedených oblastí může využívat odlišných vlastností a schopností hydrogelů.

Pro medicínské účely je jednou z primárních schopností postupně absorbovat nebo uvolňovat kapaliny.

Pro hygienické prostředky, jakou jsou pleny je nutné okamžité nabobtnání a absorpce tekutiny. Zároveň je v tomto případě kladen důraz na stabilitu hydrogelu vzhledem k různému pH, a na zabránění opětovnému uvolnění kapaliny (Masuda, 1994).

Absorpce tekutiny s léčivem a jeho následné uvolňování je využíváno pro řízené podávání léků. Obvazy k léčbě popálenin pokryté hydrogelem zajišťují sterilitu prostředí krytím rány, uvolňují přidané aktivní látky obsažené v gelu, absorbují produkty rány, a zároveň zabraňují přischnutí obvazu k ráně. (Boateng, 2008).

Nejnovější využití pro hydrogely bylo objeveno ve tkáňovém inženýrství, kdy bylo zjištěno, že se hydrogel svými vlastnostmi podobá živé tkáni či chrupavce. Díky jeho biokompatibilitě dochází k vyplnění rány, jeho postupnému prorůstání buňkami a následné celkové regeneraci poškozené oblasti. (Jin, 2010).

Hydrogely s vyšší bobtnací kapacitou jsou využívány také v zemědělství a lesnictví. Mělo by se jednat o hydrogely s dostatečným síťováním, tak aby bobtnací kapacita byla

omezená a nedocházelo k degradaci látky. Účinnost hydrogelu je odhadována (a požadována) v řádu několika let. (Tučková a kol., 2008). Cíleně přidávané hydrogely neabsorbují jen vodu, ale i přidané živiny, které jsou následně postupně uvolňovány či opětovně přijímány dle aktuální potřeby. Dochází tak nejen k neustálé závlaze, ale i k výživě rostliny či sadby (Kazanskii, 2008).

Hydrogely začaly být označovány jako bioinspirativní materiály. Jako bioinspirativní jsou označovány ty látky a materiály, které díky svému využití a modifikacím skýtají naději pro vyřešení problémů, se kterými se lidstvo setkává, či které nastanou.

## **Využití hydrofilních polymerů při obnově lesa**

Jelikož se tato práce zabývá využitím hydrogelu v lesnictví, budou následující kapitoly zaměřeny konkrétně již na tuto oblast jejich využití. Za jeden ze zásadních faktorů pro úspěšné ujetí sadby a semenáčků je považována dostatečná hydratace. Od padesátých let minulého století tak byly postupně vyvíjeny různé způsoby aplikace hydrogelu od školkování až po výsadbu tak, aby byly rostliny neustále dostatečně zásobeny vodou (Sloan, 1994). Nepochází pouze k hydrataci, ale zároveň i k ochraně kořenových systémů před stresem ze sucha (Dimplmeier, 1969). Níže bude uveden přehled jednotlivých odzkoušených metod včetně dosavadních zjištěných závěrů.

### **Očkování hydrogelem**

Tato metoda byla vyvinuta jako jedna z prvních. Její podstatou je výsev semen smíchaných s hydrogelem za účelem udržení vlhkosti pro lepší klíčivost semen. K aplikaci je možné využít například plastický sáček s ustřiženým rohem. Výsledky ze studií bohužel prokázaly velmi rozdílné výsledky pro různé velikosti semen a pro různé prostřední výsevu (Henderson a Hensley 1987). V posledních letech již tato metoda nebyla podrobněji zkoumána.

## Máčení kořenů v hydrogelu

Při aplikaci máčením, jsou i nejjemnější kořeny pokryty hydrogelem, což je chrání před vysušením, jak je znázorněno na obrázku 5. Hydrogel může do jisté míry nahrazovat sliz, který je tvořen zdravými kořeny k jejich ochraně. Díky zádržbě vody tak rostlina šetří energii, kterou by jinak vynakládala na její získávání. Tato metoda je velmi populární, jelikož brání poškození kořenového systému rostliny při přesazování školkované sadby. Hydrogel tak nahradil jílovou kaši, která byla využívána dříve (Sloan, 1994).

Podle Sloana (1994) má metoda máčení kořenů velmi malý vliv, pokud je sadba určená k dlouhodobějšímu skladování, jelikož při následné výsadbě nebyla prokázána nižší mortalita. Bates a další (2004) provedli kontrolní studii, kdy byly využity 3 různá hydrogelová kořenová máčedla a voda, jelikož je voda hlavní suspenzí hydrogelu. Významný účinek oproti vodě nebyl prokázán. Většina výzkumů byla prováděna na prostokořenné sadbě. Obecně se všechny výzkumy shodují 1) na kladném vlivu hydrogelu pro přežití jemných kořenů sadby, 2) že nebyl dostatečně prokázán vliv na růst a za 3) že je nutno klást důraz na použití jemného hydrogelu do 0,75 mm, hrubší z kořenů odpadává (Sarvaš, 2003).



Obrázek 7: Máčení kořenů v hydrogelu (<https://www.globalplasticsheeting.com/our-blog-resource-library/stockosorb-660-by-evonik-relief-for-drought-conditions>)

### **Přidávání hydrogelu do média ve výsadbových kontejnerech**

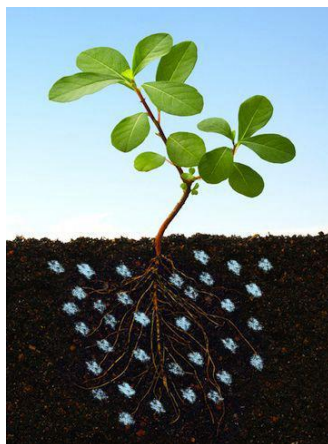
Podstatou této metody je přimíchání hydrogelu do média v kontejnerech, určených pro následný výsev. Kromě zvýšení závlahy byla prokázána ochrana proti výluhu živin (Henderson and Hensley 1985). Vliv na vyšší přírůsty, průměr kmene a objemu kořenů nebyl prokázán. Při některých studiích byl naopak zjištěn snížený růst a snížený objem kořenů. Jedním z předpokladů je, že bobtnající hydrogel narušuje pórovitost sázecího média a dochází tak ke špatné výměně vzduchu (Sloan, 1994).

### **Přidání hydrogelu během výsadby**

Poslední možností využití hydrogelu, která byla doposud odzkoušena, je přidání hydrogelu přímo v okamžiku výsadby ať už rozmícháním do zeminy, nebo přidáním na dno jamky. Takto je možno kompenzovat dostatečnou závlahu v suchých místech a zároveň dochází k udržování potřebných živin (Sloan, 1994). Agaba a kol. (2010) popisují kontrolní studii, kdy byl přidán hydrogel do pěti různých půdních struktur. Následně bylo vysázeno devět různých druhů stromů do jamek s hydrogelem a bez. Rostliny byly vystaveny vodnímu stresu až do první mortality sazenic. Procento vody v písku se zvýšilo o 300 %, u jílu o 100 %, což mělo za následek vyšší procento přežití ošetřených sazenic než u kontrolního vzorku. Nejlepších výsledků je dosahováno právě v písčítých půdách, kde bylo možné pozorovat menší úmrtnosti i zvýšení přírůstů a objemu kořenů (Sloan, 1994). Sarvaš s kol. (2007) oproti tomu zaznamenali snížení přežití sazenic až o 21 % v případě použití hydrogelu stejně jako Starkey a kol. (2012).

Obecně se má za to, že je třeba dbát na velikost částic přidávaného hydrogelu a dostupnosti půdní vlhkosti, proto aby mohl být kladný efekt hydrogelu pozorovatelný a prokazatelný. Hydrogel taky účinně působí jako prvotní ochrana kořenů před vysycháním po výsadbě kdy dochází k vodnímu stresu (Callaghan a kol., 1989). Na obrázku 8 je znázorněn efekt hydrogelu kdy nabobtná a tím zadržuje vláhu u kořenového systému.





Obrázek 8: Hydrogel umístěn u kořenového systému rostliny (<http://www.hidrogel.es/>)

## Historie a současnost využití hydrofilních polymerů

První studie zabývající se využitím hydrofilních polymerů v lesnictví se datují již do padesátých let minulého století (Sloan, 1994). Jednotlivé pokusy a projekty byly prováděny především v oblastech, které byly ohroženy suchem, trpěly narušením vodního režimu a následným ohrožením rostlin vodním stresem. Tendence studovat využití hydrogelu v prostředí, kde mohou jeho vlastnosti obzvláště pomoci, pokračují i dnes, jak dokazuje studie Werdena a kol. (2014), kteří zkoumali využití hydrogelu v oblasti Střední Ameriky. Ve střední Evropě se na toto téma v minulosti zaměřoval například Chalupa (1977), nebo Sarvaš a kol. (2007), kteří prokázali významné přírůsty u sadby ošetřené hydrogelem. Aplikací stimulačních prostředků při výsadbě smrku a buku se zabýval Repáč a kol. (2013).

Z výše uvedených závěrů jednotlivých projektů je možné odvodit pozitivní vliv na snížení mortality sazenic, zvýšení objemu kořenového systému a celkových přírůstků díky využívání hydrofilních polymerů při výsadbě. Výsledky se liší s ohledem na druh půdy, typ vysazované rostliny a její citlivost na ohrožení suchem, zrnitost hydrogelu, lokalitu výsadby včetně množství přirozené vláhy v půdě. Obecně se má za to, že před ohrožením suchem je lépe chráněna krytokořená sadba v porovnání s prostokořenou, jelikož ji před vyschnutím chrání již existující kořenový bal (Mauer, 2006).

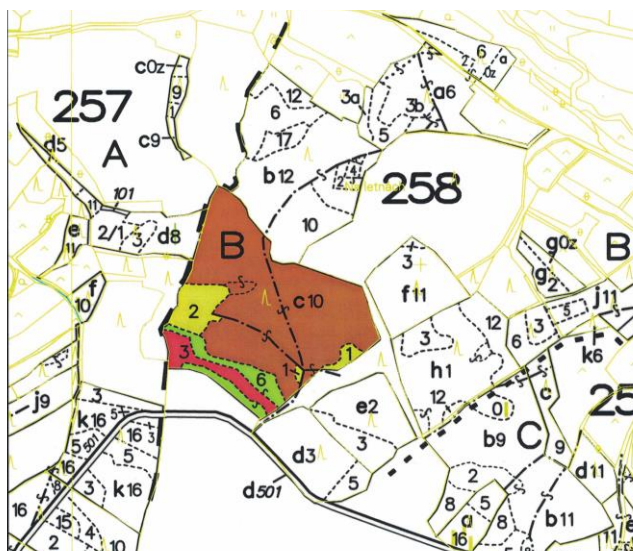
V rámci praktického zkoumání pozitivního vlivu hydrofilních polymerů při obnově lesa byla zvolena poslední uvedená metoda, a to použití hydrogelu při výsadbě. Výsadba

se konala v březnu v katastru obce Volšovy u Sušice. Vysazována byla prostokořenná sadba javoru klen jamkovou metodou.

## 3.5 Metodika

### 3.5.1 Vymezení výzkumné plochy a její příprava

Lesní porost, který byl zvolen jako výzkumná plocha, se nachází v přírodní lesní oblasti 12 - Předhoří Šumavy a Novohradských hor. Konkrétně spadá do LHC Kašperské Hory 2, katastru obce Volšovy u Sušice. LHO je vytvořena na období 2014–2023. Obmýtlí je zde plánováno ve 110 letech a obnovní doba na 30 let. Dle rámcové směrnice hospodaření se jedná o hospodářský soubor 55 – živná stanoviště vyšších poloh. Oblast výsadby se rozkládá v nadmořské výšce okolo 575 m. n. m. na kopci se severozápadní expozicí. Podle údajů shromážděných nejbližší meteorologickou stanicí (Vlkonice – vzdálené cca 12 km) činily průměrné roční srážky 598 mm (poslední data jsou z roku 2019). Číslo samotného porostu je 258 Bc10, jak je znázorněno na obrázcích 9 - Mapa vlastnického separátu a 10 - Vymezení výzkumné plochy uvedených níže.



Obrázek 9: Mapa vlastnického materiálu (archiv autora)



Obrázek 10: Vymezení výzkumné plochy ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

Tato konkrétní plocha porostu byla zvolena pro osázení vzhledem k jejímu dřívějšímu zasažení kůrovcem (lýkožrout smrkový) a následné nucené těžbě viz. obrázek 11. Původním porostem byla smrková monokultura. Příprava půdy a odstranění potěžbových zbytků probíhalo pomístně a ručně. Na ploše byly ponechány pařezy, kameny a další terénní nerovnosti. Zalesňování probíhalo ihned po potěžbové přípravě plochy a ta tudíž byla v době výsadby zcela bez buřeně. Celková plocha o rozloze 0,05 ha byla před výsadbou rozčleněna na 3 samostatné celky, které dále posloužily pro oddělení jednotlivých výzkumných ploch. V příloze 1 je uveden Výpis z hospodářské knihy a Rámcová směrnice hospodaření zpracovaná pro danou LHO.



Obrázek 11: Těžba v lokalitě výsadby (archiv autora)

### 3.5.2 Sadební materiál

Na výzkumné plochy byly v březnu 2020 vysázeny prostokořenné sazenice Javoru klen (*Acer pseudoplatanus*) ve věku 4 let o velikosti 51–70 cm znázorněné na obrázku 12. Vzorec použitého pěstování je 1+3. Sadební materiál byl kategorie I (identifikovaný), typ zdroje zdroj semen (ZS) a oblast provenience 13 – Šumava. Přílohou č. 2 diplomové práce je průvodní list použitého sadebního materiálu. Ihned po přivezení byly sazenice založeny a zahrnuty zeminou, aby nedošlo k jejich vysychání a případnému poškození kořenového systému viz obrázek 13.



Obrázek 12: Sadební materiál (archiv autora)



Obrázek 13: Založení sadebního materiálu (archiv autora)

### 3.5.3 Výsadba a aplikace hydrogelu

Výzkumné plochy byly označeny a rozděleny dle metody přidání hydrogelu na oblasti 7, 8 a 9 viz obrázek č. 14. Na jednotlivé plochy byl v rámci výsadby přidáván přípravek v suchém stavu – oblast 8, mokřém stavu – oblast 9 a poslední byla ponechána

neošetřená, jako kontrola – oblast 7. Na každé ploše bylo zalesněno celkem 100 ks sazenic. Pro jejich ošetření byl použit přípravek Stockosorb 660 Medium od výrobce Evonik (Německo). Přílohou 3 je Bezpečnostní list přípravku. V rámci varianty přidání mokrého přípravku bylo nutné zvolit vhodný poměr mísení s vodou. Cílem bylo zvolit takový mísící poměr, aby výsledná chemická látka již nebyla pevnou látkou, ale zároveň nedegradovala kvůli přílišnému množství vody. Zvolen byl nakonec poměr 1:200.



Obrázek 14: Značení výzkumných ploch (archiv autora)

Pro výsadbu byla zvolena jamková metoda za použití sekeromotyky. Jednotlivé jamky měly velikost 25 x 25 cm. O této metodě již bylo více pojednáno v předchozích kapitolách diplomové práce, proto již zde o ní nebude uvedeno více. Spon byl zvolen podle tvaru jednotlivých výzkumných ploch, a to buď trojúhelníkový nebo obdélníkový. Jako přirozená ochrana sazenic byly využity ponechané pařezy a případné terénní nerovnosti, jak je patrné z obrázku č. 15.



Obrázek 15: Vysázená plocha (archiv autora)

Výsadba, přidávání přípravku, vstupní měření i ochrana probíhalo vždy ve 2 osobách na každé lokalitě. Po vykopání jamky (1 osoba) bylo za pomoci odměrky odměřeno potřebné množství přípravku a rovnoměrně nasypáno na dno jamky (2 osoba). Nedocházelo k promísení přípravku s minerální zeminou. Poté byla do jamky vložena sazenice a její kořenový systém byl zasypán zeminou, která byla lehce zhutněna. Na závěr výsadby byly okolo výzkumných ploch postaveny oplocenky z drátěného pletiva jako ochrana před zvěří. Proces výsadby je znázorněn na obrázcích 16. 17 a 18.



Obrázek 16: Připravená jamka pro výsadbu (archiv autora)



Obrázek 17: Vysazená a označená sazenice (archiv autora)

Obrázek 18: Oplocenka okolo výsadbové plochy (archiv autora)



### 3.5.4 Značení a vstupní měření

V rámci plánované metodiky a pro zajištění statisticky vyhodnotitelných dat bylo nutné jednotlivé sazenice vhodně označit a popsat. Pro značení a popis byly používány plastové štítky nadepsány lihovým popisovačem od 1 do 100, jak je možné vidět na obrázku 17. U všech sazenic (300 ks) byly měřeny 2 základní parametry, celková výška nadzemní části sazenice a tloušťka kořenového krčku. Celková výška sazenice byla měřena od země k nejvyššímu terminálnímu pupenu s přesností na centimetry. K měření byl použit svinovací metr. Tloušťka kořenového krčku byla měřena za pomoci digitálního posuvného měřidla s přesností na milimetry. Data byla v terénu zapisována do pracovních listů a následně přepsána do tabulek v programu Excel.

### 3.5.5 Ochrana a péče o sadbu

Vzhledem ke zbudování oplocenek v rámci výsadby již nebylo nutné dále použít nátěry proti okusu zvěří. Ani na jedné z výzkumných ploch nebyly použity žádné přípravky proti buřeni, škůdcům ani hnojiva. Z tohoto důvodu ovšem bylo v červnu nutné všechny plochy ručně vyžínat. Vzhledem k silnému zabuřnění a nezkušenosti pracovníků, kteří ožínání prováděli, byly použity ruční srpy namísto běžně využívaných křovinořezů. Vyžínání prováděly 2 osoby a bylo provedeno zhruba za 10 hodin.

### 3.5.6 Kontrolní měření

Na podzim 2020 bylo provedeno kontrolní měření za účelem posouzení případné mortality a získání dat o přírůstcích. Termín měření byl stanoven na říjen, aby korespondoval s obdobím vegetačního klidu sazenic. Měření probíhalo v celkem 4 osobách. Každá sazenice byla po změření označena barevným sprejem, aby nedošlo k jejímu opětovnému změření, což by mohlo zkreslit výsledky. Metodika měření, co do zkoumaných hodnot, zůstala totožná, aby bylo možné data porovnat a následně statisticky vyhodnotit. Měření bylo tedy u všech sazenic (ošetřené i kontrola) přírůst celkové výšky sazenice od země po nejvyšší terminální pupen a tloušťky kořenového krčku. V rámci kontrolního měření byly ze všech sazenic od každé varianty spočítány ztráty, tedy odumřelé sazenice. Podzimní měření je znázorněno na obrázcích 19, 20 a 21.





Obrázek 19: Měření celkové výšky sazenice vysunovacím metrem (archiv autora)



Obrázek 20: Značení již změřené sazenice (archiv autora)



Obrázek 21: Měření kořenové krčku digitálním posuvným měřidlem (archiv autora)

### 3.5.7 Statistické zpracování dat

Pro účely statistického zkoumání naměřených hodnot byl použit software Statistika 14 a zvoleny byly Kruskalův-Wallisův a F-test.

**Kruskalův-Wallisův test** je používán v případě, že jsou porovnávány více než 2 skupiny hodnot. KW test netestuje rozdílnost porovnávaných hodnot, ale jejich shodnost. Jedná se o testování výběrových distribučních funkcí s tím, že hlavním předpokladem je nezávislost pozorovaných hodnot.

V rámci výpočtu testu jsou hodnoty jednotlivých pozorování nejprve seřazeny podle velikosti (bez ohledu na příslušnost ke skupině hodnot) a následně je jim přiřazeno pořadí. Označen je následně počet skupin, počet pozorování, počet pozorování v jednotlivých skupinách a součet pořadí v dané skupině.

*„Je-li  $k$  počet srovnávaných výběrů, pak nulovou a alternativní hypotézu Kruskalova-Wallisova testu vyjádříme jako*

$$H_0 : F_1(x) = F_2(x) = \dots = F_k(x) \quad H_1: \text{nejméně jedna } F_i \text{ je odlišná od ostatních}$$

*Hlavní myšlenkou Kruskalova-Wallisova testu je, že za platnosti  $H_0$  jsou sloučené hodnoty ze všech výběrových souborů tak dobře promíchané, že průměrná pořadí odpovídající jednotlivým souborům jsou podobná. Pro výpočet testu tedy opět seřadíme všechna pozorování podle velikosti (jako by pocházely z jednoho výběru) a přiřadíme jednotlivým hodnotám pořadí ( $R_{ij}$  bude označovat pořadí  $j$ -té hodnoty v  $i$ -té skupině). Označme  $k$  celkový počet skupin,  $n$  celkový počet pozorování a  $n_1, n_2, \dots, n_k$  počty pozorování v jednotlivých skupinách ( $n = n_1 + n_2 + \dots + n_k$ ).*

*Dále označme  $T_i$  součet pořadí v  $i$ -té skupině:*

$$T_i = \sum_{j=1}^{n_i} R_{ij}$$

*Pak testová statistika Kruskalova-Wallisova testu má tvar:*

$$Q = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$

Lze ukázat, že testová statistika  $Q$  má za platnosti nulové hypotézy chí-kvadrát rozdělení pravděpodobnosti s parametrem  $k - 1$ . Nulovou hypotézu  $H_0$  tak zamítáme na hladině významnosti  $\alpha$ , když je realizace testové statistiky  $Q$  větší než kritická hodnota (kvantil) příslušná hladině významnosti  $\alpha$ , tedy když  $Q \geq \chi_{k-1}^2(\alpha)$ .“ Pokud tomu tak není, je nulová hypotéza  $H_0$  potvrzena (Institut biostatistiky a analýz Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, 2021).

**F-test** je test o shodnosti (homogenitě) rozptylů dvou nezávislých výběrů. Má za účel ověřit, zda datové soubory vykazují přibližně stejný rozptyl náhodně sledované veličiny.

„Předpokladem tohoto testu je normalita pozorovaných hodnot v obou výběrových souborech, tedy předpokládáme, že platí  $X_i \sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$ ,  $i = 1, \dots, n_1$ , a  $Y_j \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$ ,  $j = 1, \dots, n_2$ . Nulovou hypotézu a příslušné alternativy pak zapíšeme jako:

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \quad H_1 : \sigma_1^2 < \sigma_2^2 \quad H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$$

Testová statistika F-testu využívá pro ověření nulové hypotézy informaci uloženou ve výběrových rozptylech a má tvar:

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

Tato statistika má za platnosti  $H_0$  Fisherovo F rozdělení s parametry  $(n_1 - 1)$  a  $(n_2 - 1)$ , což zapisujeme jako  $F \sim F(n_1 - 1, n_2 - 1)$ . Pro rozhodnutí o platnosti nulové hypotézy srovnáme hodnotu realizace statistiky  $F$  s kvantily F rozdělení příslušnými hladině významnosti testu, parametrům a zvolené alternativě. Pravidla pro zamítnutí nulové hypotézy platná pro F-test dle zvolené alternativy jsou uvedena v tabulce 2“ (Institut biostatistiky a analýz Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, 2021).

Alternativa	$H_1 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$	→ Zamítáme $H_0$ , když	$F < F_{\alpha/2}^{(n_1-1, n_2-1)}$ nebo $F > F_{1-\alpha/2}^{(n_1-1, n_2-1)}$
Alternativa	$H_1 : \sigma_1^2 > \sigma_2^2$	→ Zamítáme $H_0$ , když	$F > F_{1-\alpha}^{(n_1-1, n_2-1)}$
Alternativa	$H_1 : \sigma_1^2 < \sigma_2^2$	→ Zamítáme $H_0$ , když	$F < F_{\alpha}^{(n_1-1, n_2-1)}$

Tabulka 2: Pravidla pro zamítnutí  $H_0$  pro F-test dle zvolené alternativy (Institut biostatistiky a analýz Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, 2021).

### 3.5.8 Použité hypotézy

$H_0$  - je považována jako prokazatelná v případě, že není možné statisticky prokázat rozdíl v přírůstcích naměřených hodnot (krček, výška) u všech tří sledovaných možností použití hydrogelu – suchý, naředěný, kontrola.

$H_1$  – je považována za prokázanou v případě, že výše uvedený rozdíl statisticky prokázat možné bylo.

## 4 Výsledky

V následující kapitole budou shrnuty výsledky statistického zkoumání vlivu použitého hydrofilního polymeru na ujímavost sadby včetně porovnání s kontrolní neošetřenou výsadbou. Aplikace hydrofilních polymerů v daném porostu, jenž je popsána v metodické části, bude navíc posouzena z lesotechnického hlediska.

### 4.1.1 Posouzení vlivu zvoleného hydrofilního polymeru na ujímavost sazenic

#### Porovnání průměrných přírůstů

V rámci naměřených hodnot, které jsou znázorněny v tabulce 3, bylo prokázáno, že největší přírůstky zaznamenaly sazenice ošetřené naředěným hydrogelem, a to v obou sledovaných hodnotách (krček, výška). Sazenice ošetřené suchým hydrogelem prokázaly druhý největší přírůst v rámci měření kořenového krčku, nicméně větších přírůstů v rámci celkové výšky sazenice dosáhly sazenice kontrolní.

Do celkových hodnot nebyly započítány sazenice, které byly poškozeny v rámci letního vyžínání buřene.

	Suchý	Naředěný	Kontrola
Přírůst krček	2,7167	3,8864	2,2201
Přírůst výška	7,0815	12,8303	7,6900

Tabulka 3: Průměrné přírůsty (archiv autora)

#### Statistické zhodnocení pozitivního vlivu na ujímavost

Jak již bylo popsáno v metodické části, byl pro účely ověření pozitivního účinku hydrogelu u ošetřených sazenic použit Kruskalův-Wallisův test a F-test.

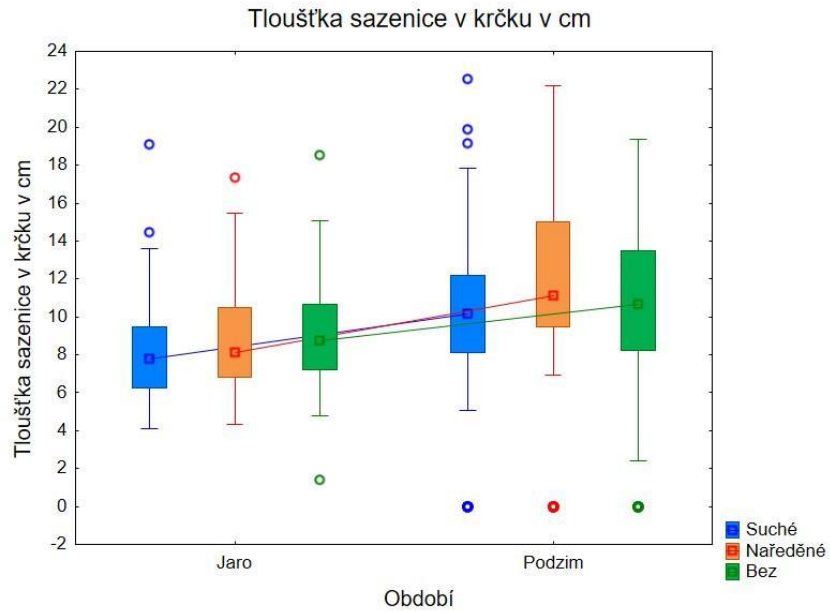
Tabulka 4 znázorňuje statisticky zpracované vstupní hodnoty v rámci obou testů použité pro následné grafické znázornění a sloužící pro potvrzení nebo vyloučení přijatých hypotéz.

Tloušťka sazenice v krčku	Suché	$F(1;198) = 16,0404$
		$KW-H(1;200) = 24,3378$
	Naředěné	$F(1;198) = 19,7962$
		$KW-H(1;200) = 31,026$
	Bez	$F(1;198) = 5,1484$
		$KW-H(1;200) = 13,9226$
Výška sazenice	Suché	$F(1;198) = 0,5896$
		$KW-H(1;200) = 3,8652$
	Naředěné	$F(1;198) = 4,2573$
		$KW-H(1;200) = 17,5447$
	Bez	$F(1;198) = 0,2412$
		$KW-H(1;200) = 9,3402$

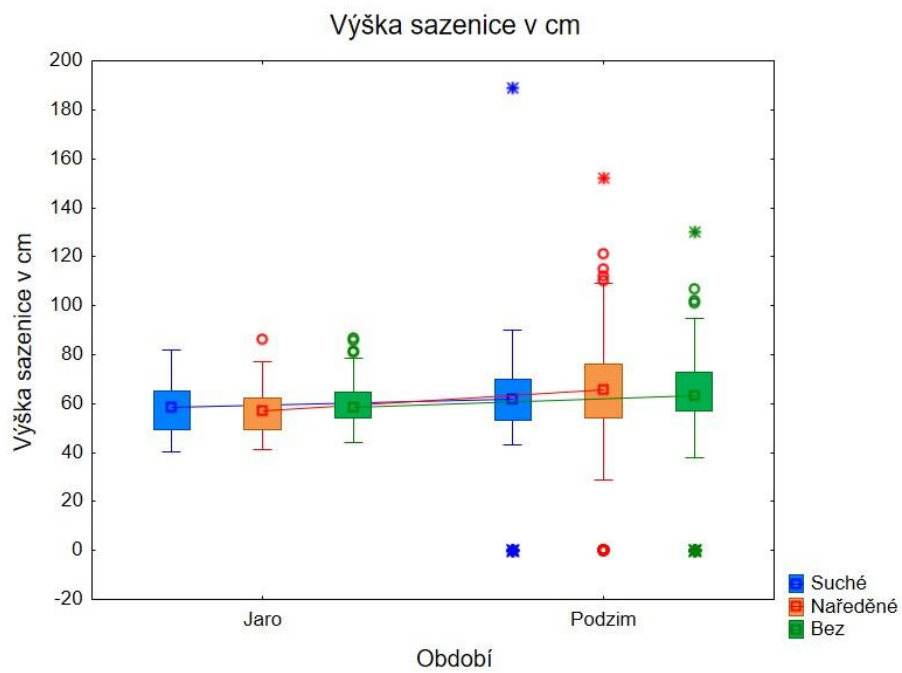
Tabulka 4: Vstupní hodnoty pro grafické znázornění (archiv autora)

Výsledek statistického porovnání v rámci obou měřených hodnot je graficky znázorněn níže. Jedná se o grafické znázornění vstupní a výstupní hodnoty šířky kořenových krčku sazenic ošetřených hydrogelem a kontroly v grafu 1 a celkové výšky sazenic v grafu 2. U všech 6 sledovaných hodnot je znázorněn medián.

Na základě prezentovaných výsledků se bohužel nepodařilo zamítnout nulovou hypotézu a nebylo tak možné statisticky prokázat významný rozdíl v ujímavosti sazenic ošetřených zvoleným hydrofilním polymerem a sazenic neošetřených. Možný důvodem může být omezená doba zkoumání s nedostatečným časovým odstupem mezi jednotlivými měřeními.



Graf 1: Znázornění vstupních a výstupních naměřených hodnot tloušťky kořenového krčku (archiv autora)



Graf 2: Znázornění vstupních a výstupních naměřených hodnot výšky sazenic (archiv autora)

## 4.1.2 Posouzení aplikace hydrofilních polymerů v daném porostu z lesotechnického hlediska

Jedním z cílů, které byly pro tuto práci stanoveny, bylo posouzení aplikace přípravku v rámci zvoleného porostu a metodiky z lesotechnického hlediska neboli z pohledu proveditelnosti v praxi.

Co se týče volby zvoleného porostu, nebyly v rámci výsadby ani ostatních aktivit shledány větší nedostatky. Výsadbu usnadnila předchozí nucená těžba, díky které již bylo stanoviště připraveno a zbaveno buřeně. Vzhledem k ponechání pařezů a kamenů bylo nutné přizpůsobovat zvolený spon konkrétní podobě lokality.

Samotné přidání přípravku do výsadbové jamky bylo nenáročné a metodika nevyžadovala dodatečné úpravy. V rámci veškerých prací (výsadba, přidávání přípravku, ochrana, vstupní i kontrolní měření atd.) bylo ovšem nutné počítat s dostatečnou lidskou kapacitou vzhledem k množství vysazovaných rostlin a časové náročnosti daného úkonu.

Průběh výsadby a ochrany, z pohledu počtu osob, byl již popsán výše. Co se týče kontrolního měření, bylo prováděno najednou celkem 4 osobami. Jedna osoba měřila za pomoci svinovacího metru celkovou výšku terminálního výhonu sazenice, druhá osoba měřila za pomoci digitálního posuvného měřidla kořenový krček sazenice, třetí osoba zapisovala naměřené hodnoty a čtvrtá osoba označovala za pomoci barevného spreje již změřené sazenice. I tak měření trvalo okolo 4 hodin.



## 5 Diskuse

I přestože nebylo možné, na základě výsledků této práce, potvrdit pozitivní vliv hydrofilních polymerů na ujímavost a celkovou vitalitu sazenic, má autor za to, že má využívání hydrofilních polymerů v rámci umělé obnovy lesních porostů, co by ochrany před možných vodních stresem, své místo. Níže jsou uvedeny některé výzkumy, které toto tvrzení potvrzují.

Jako první se v České republice touto problematikou s kladným výstupem zabýval již v 60. letech 20. století Chalupa (1977). Závěry z jeho výzkumu mimo jiné potvrdily možnost vážného fyziologického poškození jemných kořenových vlášení v případě ztráty vláhy. Takto poškozené rostliny ve většině případů nejsou schopny přijímat dostatečné množství vody a zasychají.

V roce 1987 provedli Wang a Boogher výzkum, za použití hydrogelu Agrosoke, za účelem ověření zlepšení hospodaření s vodou a vlivu na vitalitu a růst rostlin. Tato studie prokázala, že přidáním dvojnásobného množství Agrosoke do zalévacího média může zvýšit růst rostlin a účinnost využití vody. Nebyl prokázán pozitivní vliv na vitalitu rostlin.

Závěry Sloana (1994) potvrzují nenáročnost aplikace využití hydrofilních polymerů, v rámci jeho přidávání zároveň s výsadbou, což bylo ověřeno i v rámci praktické části této práce. S rozvojem mechanizace by mohlo dojít k zautomatizování přidávání hydrogelu v rámci mechanizované výsadby, a tudíž i k rozvoji využívání této metody, jak uvádí Holuša (2018).

Díky výzkumům Sarvaše a Tučekové (2003) a Sarvaše a kol. (2007), kteří jako první zkoumali využití hydrofilních polymerů při obnově lesních celků, bylo možné naplánovat metodický postup tak, aby nebyly nutné jeho dodatečné úpravy. V rámci těchto výzkumů byl potvrzen kladný vliv ošetření hydrogelem na ujímavost vysazovaných rostlin. Pokud by v rámci této práce bylo dosaženo kladných výsledků, mohly být výsledky obou výzkumů následně porovnány.

Výzkum s obdobně pozitivními výsledky, který se konal v nedávné době, provedl Hosseini a kol. (2008). Zkoumán byl vliv hydrofilního polymeru, spolu s dalšími látkami, přidávaného v rámci výsadby různých druhů stromů na jejich mortalitu. Výsledky potvrdily snížení mortality vysazovaných stromů a potvrdily tak předpoklad autora o vhodnosti využívání hydrofilních polymerů.

Aby mohly i výsledky této práce potvrdit autorovi premisu, bylo by nutné pokračovat v dalších měřeních a získat data za delší časový úsek, což bylo mimo možnosti této diplomové práce.

## 6 Závěr

Nosným tématem této práce je snaha o zajištění maximální možné ujímavosti sazenic při umělé obnově lesních celků, které by jinak byly ohroženy vodním stresem. V rámci literární rešerše se tak práce soustředila na popis celkové problematiky, zdůraznění ohrožení lesních celků a návrhu možného řešení díky použití hydrofilních polymerů.

V první části je popsána problematika vývoje klimatických změn, a dopadů, které mají nejen na lesní celky, ale i na planetu jako takovou. Za největší problém je považována vzrůstající teplota, úbytek srážek a v důsledku toho i narůstající evapotranspirace. Kombinací těchto faktorů dochází k ohrožení ujímavosti sazenic při výsadbě, narušení vývoje sadby a zvýšení mortality. V případě nedostatečné závlahy nelze očekávat výrazné přírůstky, ani požadovanou vitalitu sazenic.

Dále byly popsány dosavadní přístupy k obnově lesa a naznačeny způsoby, kterými by se mohla dále vyvíjet. Pro účely přiblížení aplikované látky se závěrečná část literární rešerše věnuje představení hydrofilních polymerů. Jejich vznikem, základními vlastnostmi, nejvyužívanějšími metodami jejich aplikace a doposud provedeným výzkumům s důrazem na využití v lesnictví. Použití hydrofilních polymerů při výsadbě lesních celků se zdá být řešením problému s ujímavostí sazenic, jelikož by mohlo působit jako ochrany před ohrožením vodním stresem.

Prokázáním pozitivního vlivu hydrogelů se zabývalo již mnoho vědeckých studií. Zjištěné výsledky vykazují velký rozptyl co do prokázání pozitivní či negativních účinků. Předpokladem empiricky prokázánoho pozitivního účinku při přidávání hydrogelů v rámci výsadby sazenic jsou ještě roky zkoumání. Následně by hydrofilní polymery mohly být využívány v takové míře, v jaké bude potřeba.

V rámci zhodnocení výsledků této práce muselo být konstatováno, že pozitivní účinek hydrofilních polymerů nebylo možné statisticky prokázat. Pro ověření by byla nutná další měření s větším časovým odstupem.

# 7 Seznam literatury

## Odborné publikace

- Acot P., 2005: Historie a změny klimatu: od velkého třesku ke klimatickým katastrofám. Karolinum, Praha.
- Ač A., 2019: Co bude dál? Nelineární povaha změny klimatu ve světě a u nás. In: Cílek V., a Ač A., Věk nerovnováhy: klimatická změna, bezpečnost a cesty k národní resilienci. Academia, Praha.
- Agaba H., Orikiriza LGB., Esegu JFO., Obua J., Kabasa JD., Hiittermann A., 2010: Effects of hydrogel amendment to different soils on plant available water and survival of trees under drought conditions. Clean - Soil, Air, Water 38
- Barros V., 2006: Globální změna klimatu. 1. vyd. Mladá fronta, Praha.
- Bates RM., Sellmer JC., Despot DA., 2004: Assessing Christmas tree planting procedures. Combined Proceedings International Plant Propagators' Society 54
- Beniston M., Innes J.L., 1998: The Impact of Climatic Variability on Forests. Springer, Berlin.
- Callaghan TV., Lindley DK., Ali OM., Abd El Nour H., Bacon PJ., 1989: The effect of water-absorbing synthetic polymers on the stomatal conductance, growth and survival of transplanted Eucalyptus microtheca seedlings in the Sudan. Journal of Applied Ecology 26.
- Cílek V., 2019: Porozumět klimatické změně. In: Cílek V., a Ač A., Věk nerovnováhy: klimatická změna, bezpečnost a cesty k národní resilienci. Academia, Praha.
- De Groot W.J., Goldammer J.G., Keenan T., Brady M.A., Lynham T.J., Justice C.O., Csiszar I.A., O'loughlin K., 2006: Developing a global early warning system for wild fire. For. Ecol. Manage., Edmonton.
- Dimplmeier R., 1969: Agrikol, nový prostriedok na udržanie lesnych sadeníc v čerstvom stave počas skladovania a dopravy. Forstwissenschaftliches Centralblatt.
- Dub O., Němec J., 1969: Hydrologie. SNTL, Praha.

- Duda M., 1995: Obnova lesa, ochrana a výchova porostů, IVV MZe ČR, Benešov.
- Englemaier a kol., 1980: Stroje a zařízení v zahradnictví. Praha
- Gareis R., Schrieber H., 2013: Biomaterials science: an introduction to materials in medicine. 3 vyd. Amsterdam: Elsevier, Amsterdam.
- Gryndler M., Baláž M., Hršelová H., Jansa J., Vosátka M., 2004: Mykorhizní symbióza. O soužití hub s kořeny rostlin. Academia, Praha.
- Henderson JC., Hensley DL., 1985: Hydrophilic gels can influence nutrient retention in media. American Nurseryman 162(9)
- Henderson JC., Hensley DL., 1987: Effect of a hydrophilic gel on seed germination of three tree species. HortScience 22(3)
- Hrib M., 2009: Lesy v České republice. Consult, Praha.
- Hruban R., 2018: Hodnocení funkcí lesů v OPRL 2. Interní metodika UHUL pro potřeby aktualizace OPRL. UHUL, Praha.
- Hruška J., Oulehle F., 2009: Lesy v globálním koloběhu uhlíku, Jak dalece jsou významným hráčem? Vesmír 88, 7/2009, Praha.
- Hosseini S.M., Dohenbusch A., Skoupý A., Armoon R., Macků J., 2008: The Study of Deficit Irrigation for Forest Plantation in Semiarid Areas. Faculty of Humanities, Science and Research Branch Islamic Azad University, Iran.
- Houghton J.T., 1998: Globální oteplování: úvod do studia změn klimatu a prostředí. Academia, Praha.
- Chalupa V., 1977: Možnosti zvýšení ujmavosti prostokořenných sazenic při výsadbě. Lesnická práce, Kostelec nad Černými Lesy.
- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva.
- Jandák J., Pokorný E., Prax A., 2014: Půdoznalství. 3. vydání. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- Jankovský L., 2000: Některé zavlečené choroby lesních dřevin dvacátého století a možná aktivizace houbových patogenů v nadcházejících letech. In Mykologická fytopatologie ve 20. a 21. století. Praha.

- Kadrnožka J., 2006: Energie a globální oteplování. Vysoké učení technické v Brně, Brno.
- Kadrnožka J., 2008: Globální oteplování Země: Příčiny, průběh, důsledky, řešení. 1. vyd. VUTIUM, Brno.
- Kasapis S., Norton I. T., Ubbink J. B., 2009: Modern Biopolymer Science – Bridging the divide between fundamental treatise and industrial application. Elsevier, Cambridge.
- Kimmins J.P., 2003: Ecosystem management and landscape ecology: The ultimate focus in forest ecology. A foundation for sustainable forest management and environmental ethics in forestry. Prentice Hall, New Jersey.
- Kindlmann P., Matějka K., Doležal P., 2012: Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody. Karolinum, Praha.
- Kovář K., Hrdina V., Bušina F., 2013: Pěstování lesů. Písek.
- Konopka J., ex. Peltola H., Kellomakki S., Väisänen H., 1995: Model computations on the impacts of the climatic change on the frost and the risk of trees for windthrows. (Nepublikovaný manuskript).
- Koutský J., 1997: Biomateriály: properties, processing and applications. Vydavatelství Západočeské univerzity, Plzeň.
- Krečmer V., Šišak L., Šach F., Švihla V., Flora M., 2006: K ekonomickému hodnocení mimotržních funkcí lesa z hledisek lesopolitických. Zprávy lesnického výzkumu, svazek 51, číslo 3/2006, VULHM, Praha.
- Kupka I., 2004: Přírozená a umělá obnova, jejich přednosti, omezení a nevýhody. In: Přírozená a umělá obnova - přednosti, nevýhody a omezení, Sborník konference ČZU, Kostelec n. Černými Lesy.
- Kutílek M., 2008: Racionálně o globálním oteplování. Praha Dokořán, Praha.
- Kysel M., Blahota L., Gerák J., 1990: Stroje a zariadenia v lesníctve. 2. vyd. Príroda, Bratislava.
- Lelková M., 2018: Pomocné půdní látky. Univerzita Pardubice. Fakulta chemicko-technologická (bakalářská práce). „nepublikováno“. Pardubice.
- Lenoč J., 2014: Dějiny lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu. Mendelova univerzita v Brně, Brno.

- Mauer O., 2009: Zakládání lesů I. Učební text. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno.
- Meissner B., Zilvar V., 1987: Fyzika polymerů: struktura a vlastnosti polymerních materiálů. 1. vyd. SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha.
- Metelka J., 2009: Modely klimatu. Klimatická budoucnost světa. In: Němec J., Kopp J., Vodstvo a podnebí v České republice, Consult, Praha.
- Moldan B., 2015: Podmaněná planeta. Druhé, rozšířené a upravené vydání. Karolinum, Praha.
- Nárovcová J., 2004: Zkušenost s hodnocením kvality kořenového systému sadebního materiálu lesních dřevin. In: Kořenový systém– základ stromu. Sborník referátů z konference, Praha.
- Nátr L., 2011: Příroda, nebo člověk? služby ekosystémů. Karolinum, Praha.
- Neruda J., Simanov V., 2010: Technika a technologie v lesnictví. dotisk. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Neuhöfeová P., 2006: Historie a vývoj lesů v českých zemích. ČZU v Praze, Praha.
- Petřík M., Havlíček V., Uhrecký I., 1986: Lesnícka bioklimatológia. Příroda, Bratislava.
- Petříček V., 1984: Mechanizační prostředky v lesnictví. Státní zemědělské Nakladatelství, Praha.
- Poleno Z., Vacek S., 2007: Pěstování lesů I.: Ekologické základy pěstování lesů. Lesnická Práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy.
- Pulkrab K., Šišák L., Bartuněk J., 2008: Hodnocení efektivnosti v lesním hospodářství. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými Lesy.
- Repáč I., Kmeť J., Vencurik J., Balanda M., 2013: Účinky aplikácie komerčných stimulačných prípravkov na prežívanie, rastové a fyziologické parametre výsadby smreka obyčajného a buka lesného. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen.
- Salaš P., a kol., 2009: Trendy v nabídce pěstebních substrátů – využití hydroabsorbentů, Zahradnictví, č. 2, Brno.
- Salomon S., Qin D., Manning M., Marquis M., Averyt K., Henry T., Miller LR., Chen Z., 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution

of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 1st ed. Cambridge University Press, Cambridge.

- Sarvaš M., Tučeková A., 2003: Uplatnenie Progresívnych metód a postupov v škôlkarskej činnosti. In Aktuálne problémy lesného škôlkarstva a semenárstva 2003. Zborník referátov z celoslovenského seminára 20.–21. mája 2003 v Tatranskej Lomnici. Lesnícky výskumný ústav, Zvolen.
- Sarvaš M., Pavlenda P., Takáčová E. 2007: Effect of hydrogel application on survival and growth of pine seedlings in reclamations. *Journal of forest science*, 53, 2007 (5).
- Seddas P.M.A., Arias C.M., Arnould C., van Tuinen D., Godfroy O., Benhassou H.A., Gouzy J., Morandi D., Dessaint F., Gianinazzi-Pearson V., 2009: Symbiosis-related plant genes modulate molecular responses in an arbuscular mycorrhizal fungus during early root interactions. *Molec. Plant Micr. Interact.*
- Sedlařík V., 2011: Studijní opory k přednáškám z předmětu: Polymery a životní prostředí. Nevydáno. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín.
- Šimanov V., 2015: Vývoj lesnické techniky v českých zemích v letech 1945-1992. NZM, Praha.
- Slabý S., 1993: Nárazy větru v České republice. Meteorol: Zprávy, Praha.
- Sloan J. P., 1994: The use of rootdips on North American conifer seedlings: a review of the literature. In *Tree Planters' Notes*, Volume 45, No. 1/1994
- Sloup J., 2011: Studium stresových faktorů ovlivňujících školkařskou produkci. Mendelova univerzita v Brně. Lednice (dizertační práce). „nepublikováno“. Brno
- Smith J.M., 1991: A darwinian view of symbiosis. pp. 26-39. In: Margulis L. & Fester R. (eds.): *Symbiosis as a source of evolutionary innovation: speciation and morphogenesis*. The MIT Press, Cambridge, USA.
- Starkey TE., Enebak SA., South DB., Cross RE., 2012: Particle size and composition of polymer root gels affect loblolly pine seedling survival. *Native Plants Journal* 13(1)-
- Suchomel J., Kulhavý J., Zejda J., Plesník J., Menšík L. 2014: Ekologie lesních ekosystémů. Učební text. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- Svoboda J., 2009: Kompletní návod k vytvoření Ekozahrady. Smart Press, Praha



- Šantrůčková H., Malý S., Cienciala E., 2014: Půdní organická hmota a vodní retenční kapacita půd. Sborník Povodně a sucho: krajina jako základ řešení. Botanický ústav AVČR, Praha.
- Šarapatka a kol. 2006: Ekologické zemědělství v praxi. Pro-Bio, Šumperk.
- Šebánek J., Sladký Z., Procházka S., 1983: Experimentální morfologie rostlin, 1. vyd. Academia, Praha.
- Šimek M., 2003: Základy nauky o půdě. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovicích.
- Šimek P., 2005: Koncepty osnovy přednášek: Zakládání a údržba zeleně. Lednice.
- Švestka M., Hochmut R., Jančařík V., 1996: Praktické metody v ochraně lesa. Silva Regina, Praha.
- Trenkel M. E., 1997: Controlled-Release and Stabilized Fertilizers in Agriculture (Improving Fertilizer Use Efficiency), International Fertilizer Industry Association. Lesnicka prace s.r.o, Praha.
- Tučeková A., Halák A., Slamka M., 2008: Hydrogely v umelej obnově lesa, Forestry Journal, 54 (4)
- Vaněk V., Balík J., Pavlíková D., Tlustoš P., 2007: Výživa polních a zahradních plodin. Profi Press, Praha.
- Vysoudil M., 2004: Meteorologie a klimatologie. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
- Wang Y., Boogher C.a., 1987: Effect of a Medium-Incorporated Hydrogel on Plant Growth and Water Use of Two Foliage Species. Texas A&M University Agricultural Research and Extension Center. Texas
- Werden L., Alvarado P., Zarges S., Calderón E., Schilling E., Guitierrez M., Powers J., 2017: Using soil amendments and plant functional traits to select native tropical dry forest species for the restoration of degraded Vertisols. Journal of Applied Ecology. British ecological society. Volemu 55.

## Legislativní zdroje

- ČSN 48 2115: Sadební materiál lesních dřevin. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Praha. 20 s.
- ČSN 48 2116: Umělá obnova lesa a zalesňování. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha. 24 s.
- ČSN DIN 18 916: Sadovnictví a krajinářství - Výsadby rostlin. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha. 20 s.
- Sdělení Ministerstva zahraničních věcí č. 134/1999 Sb. o sjednání Úmluvy o biologické rozmanitosti.
- Vyhláška č. 29/2004 Sb., kterou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin, v platném znění.
- Vyhláška č. 101/1996 Sb., kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže, v platném znění.
- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.
- Zákon č. 156/1998 Sb., o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd, v platném znění.
- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích a o změně některých zákonů, v platném znění

## Internetové zdroje

- Ahmed E.M. a Hu R., 2013: Hydrogel: Preparation, characterization, and applications. Journal of Advanced Research (online) [cit. 2019.03.28], Dostupné z: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25750745>>.
- Anonymus, 2001: Účelové pěstování lesů (online) [cit. 2018.06.01], Dostupné z: <[http://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani\\_v\\_heslech/pestsyst/ucepestov/ucel\\_char\\_fc\\_e\\_lesu.html](http://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/pestsyst/ucepestov/ucel_char_fc_e_lesu.html)>.
- Anonymus, 2019: Vliv zvěře na zdravotní stav lesů. In: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (online) [cit. 2019.11.30]. Dostupné z: <<https://www.vulhm.cz/vliv-zvere-na-zdravotni-stav-lesu/>>.
- Bartovská L., Šišková M., 2005: Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav (online) [cit. 2019.04.19], Dostupné z:

<[http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_isbn-80-7080-579-X/pages-img/205.html](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-80-7080-579-X/pages-img/205.html)>. ISBN 80-7080-579-X>.

- Bates B., Kundzewicz Z., Wu S., 2008: Climate Change and Water (online) [cit. 2008.06.01], Dostupné z: <<http://hdl.handle.net/123456789/552>>.
- Boateng J., 2008: Wound healing dressings and drug delivery systems: A review. Journal of Pharmaceutical Sciences (online) [cit. 2019.03.12], Dostupné z: <<http://doi.wiley.com/10.1002/jps.21210>>.
- Britannica, 2020: Carbon dioxide. Encyclopedia Britannica (online) [cit. 2021.02.17], Dostupné z: <27 May. 2020, <https://www.britannica.com/science/carbon-dioxide>>.
- Brundrett M.C., 2009: Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. (online) [cit. 2010.06.01], Dostupné z: <<https://doi.org/10.1007/s11104-008-9877-9>>.
- Connors L., 2019: Led v ohni (online) [cit. 2020.08.01], Dostupné z: <<https://www.csfd.cz/film/723665-led-v-ohni/prehled/>>.
- ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2007: Základní informace o změně klimatu, příčinách a dopadech (online) [cit. 2021.03.16], dostupné z <<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/zmena-klimatu/zakladni-informace#>>.
- ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2021: SUCHO. (online) [cit. 2021.03.07], Dostupné z: <[https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/Definice\\_sucha.html](https://www.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/SUCHO/Definice_sucha.html)>
- Fariba G., 2010: Theoretical Description of Hydrogel Swelling: A Review. Iranian polymer journal (online) [cit. 2019.04.01], Dostupné z: <[http://www.sid.ir/EN/VEWSSID/J\\_pdf/813201011906.pdf](http://www.sid.ir/EN/VEWSSID/J_pdf/813201011906.pdf)>.
- García L., Aguilar M.R., Román J.S., 2010: Biodegradable Hydrogels for Controlled Drug Release ed. Biomedical Applications of Hydrogels Handbook (online) [cit. 2010.03.30], Dostupné z: <[http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-5919-5\\_8](http://link.springer.com/10.1007/978-1-4419-5919-5_8)>.
- Gibas I., Janik H., 2010: Review: Synthetic polymer hydrogels for biomedical applications. Chemistry and Chemical Technology (online) [cit. 2019.04.01], Dostupné z: <<http://old.lp.edu.ua/fileadmin/ICCT/journal/Vol.4/Num.4/07.pdf>>.

- Institut biostatistiky a analýz Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, 2021: Neparametrická alternativa analýzy rozptylu – Kruskalův-Wallisův test (online) [cit. 2021.03.01], Dostupné z: <<https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickych-a-biologickych-dat--analyza-a-management-dat-pro-zdravotnicke-obory--analyza-rozptylu-anova--neparametricka-alternativa-analyzy-rozptylu-kruskaluv-wallisuv-test>>.
- Institut biostatistiky a analýz Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, 2021: Test o shodnosti (homogenitě) rozptylů dvou nezávislých výběrů (F-test) (online) [cit. 2021.03.12], Dostupné z: <<https://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickych-a-biologickych-dat--biostatistika-pro-matematickou-biologii--testovani-hypotez-o-quantitativnich-promennych--testy-o-parametrech-dvou-rozdeleni--test-o-shodnosti-homogenite-rozptylu-dvou-nezavislych-vyberu-f-test>>.
- IPCC, 2007: Summary for Policymakers: A report of Working Group 1 of the IPCC (online) [cit. 2019.04.01], dostupný z <<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf>>.
- IPCC, 2020: Souhrnná zpráva, Ministerstvo životního prostředí. Ministerstvo životního prostředí (online) [cit. 2020.05.02.]. Dostupné z: <[https://www.mzp.cz/cz/souhrnna\\_zprava\\_ipcc\\_2015](https://www.mzp.cz/cz/souhrnna_zprava_ipcc_2015)>.
- Ježek M., 2019: Stavby zvěře – jak to vlastně (ne)funguje. Ekolist.cz (online) [cit. 2019.11.30]. Dostupné z: <<https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/milos-jezek-tomas-kusta-stavy-zvere-jak-to-vlastne-ne-funguje>>.
- Jílková V., 2020: Proč potřebujeme zdravou půdu aneb už nám zvoní hrana. (online) [cit. 2020.07.03], Dostupné z: <<https://www.youtube.com/watch?v=Ss3BPXFQysI>>.
- Jin R., 2010: Enzymatically-crosslinked injectable hydrogels based on biomimetic dextran–hyaluronic acid conjugates for cartilage tissue engineering. Biomaterials (online) [cit. 2019.03.27], Dostupné z: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09593330409355441>>.
- Kazanskii K., 2008: Chemistry and physics of “agricultural” hydrogels. Carbohydrate Polymers (online) [cit. 2019.04.02], Dostupné z: <[http://link.springer.com/10.1007/3-540-55109-3\\_3](http://link.springer.com/10.1007/3-540-55109-3_3)>.
- Masuda F., 1994: Trends in the Development of Superabsorbent Polymers for Diapers American chemical society (online) [cit. 2019.03.22], Dostupné z: <[z:http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144861707004456](http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144861707004456)>.

- MZLU Brno, 2001: Pěstování v heslech (online) [cit. 2019.03.10], Dostupné z: <[https://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani\\_v\\_heslech/index.html](https://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/index.html)>.
- MŽP, 2015: IPCC - Souhrnná zpráva (online) [cit. 2021.07.02.], Dostupné z: <[https://www.mzp.cz/cz/souhrnna\\_zprava\\_ipcc\\_2015](https://www.mzp.cz/cz/souhrnna_zprava_ipcc_2015)>.
- MŽP, 2017: Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky (online) [cit. 2020.08.25], Dostupný z: <[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news\\_170724\\_sucho/\\$FILE/koncepce\\_sucho\\_material.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_170724_sucho/$FILE/koncepce_sucho_material.pdf)>.
- MŽP, 2008: Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (online) [cit. 2020.07.21], Dostupné z: <[https://www.mzp.cz/cz/ramcova\\_umluva\\_osn\\_zmena\\_klimatu](https://www.mzp.cz/cz/ramcova_umluva_osn_zmena_klimatu)>.
- MŽP, 2015: Adaptační strategie (online) [cit. 2019.04.02], Dostupné z <[https://www.mzp.cz/cz/zmena\\_klimatu\\_adaptacni\\_strategie](https://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie)>.
- OSN, 2010: General Assembly. The human right to water and sanitation. (online) [cit. 2020.07.20.], Dostupné z: <<https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N09/479/35/PDF/N0947935.pdf?OpenElement>>.
- OSN, 2015: Cíle udržitelného rozvoje (online) [cit. 2020.07.21.], Dostupné z: <<https://sdgs.un.org/2030agenda/>>.
- OSN, 2000: Rezoluce Organizace spojených národů (online) [cit. 2020.07.20.], Dostupné z: <[http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Resources/Static/Products/GAResolutions/55\\_2/a\\_res55\\_2e.pdf](http://mdgs.un.org/unsd/mdg/Resources/Static/Products/GAResolutions/55_2/a_res55_2e.pdf)>.
- Panelová diskuse, 2020: Globální změna klimatu – hrozba, či výzva pro českou společnost YouTube (online) [cit. 2020.02.20], dostupné z: <<https://www.youtube.com/watch?v=dkz94VJboFw>>.
- Peterson D., 2002: Hydrophilic polymers - effects and uses in the landscape. Restoration and Reclamation Review. Vol 7S. 16 p. Plant Health Care. (online) [cit. 2019.04.05], Dostupné z: <<http://www.planthealthcare.com>>.
- Pospíšil T., 2018: Lesy ČR, s.p., Dopad klimatické změny (online) [cit. 2020.08.03], Dostupné z: <<https://www.lesy-cr.cz/kurovcova-kalamita/>>.
- Riebeek H., 2011: The Carbon Cycle (online) [cit. 2021.01.29], dostupné z <<https://earthobservatory.nasa.gov/features/CarbonCycle>>.
- Roy N., Saha N., Kitano T., Saha P., 2010: Novel hydrogels of PVP-CMC and their swelling effect on viscoelastic properties. Journal of Applied Polymer

Science (online) [cit. 2010.03.09], Dostupné z:  
<<http://doi.wiley.com/10.1002/app.32056>>.

- Sabatini F.M., 2018 Where are Europe's last primary forests? (online) [cit. 2019.06.01], dostupné z:  
<<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/ddi.12778>>.
- Ústav pro hospodářskou úpravu lesů (Úhul), 2014: Rádce pro vlastníky lesa do výměry 50 ha III. (online) [cit. 2019.06.01], Dostupné z:  
<[www.uhul.cz/poradenstvi/publikace](http://www.uhul.cz/poradenstvi/publikace)>.
- UNCCD, 2019: The Drought Initiative (online) [cit. 2020.07.25.], Dostupný z:  
<<https://www.unccd.int/actions/drought-initiative>>.
- Vajglová B., 2012: Hydrogely – Krotitelé vody jako pomocníci v medicíně. Tak trochu jiná věda. (online) [cit. 2019.03.23], Dostupné z:  
<<http://www.popularizacevut.cz/Lists/Aktuality/Attachments/49/Hydrogely.pdf>>.
- VŠCHT, 2014: Profesor Otto Wichterle (1913-1998). (online) [cit. 2019.04.05], Dostupné z: <<https://www.vscht.cz/skola/historie/wichterle>>.
- Vulhm, 2019: Seznam povolených přípravků a dalších prostředků na ochranu lesa. (online) [cit. 2019.06.01], Dostupné z:  
<<https://www.vulhm.cz/aktivity/lesni-ochranna-sluzba/seznam-povolenych-pripravku-a-dalsich-prostredku-na-ochranu-lesa/>>.
- Waisová J., 2011: Analýza škodlivých biotických a abiotických činitelů - Dle souborů lesních typů. ([online) [cit. 2019.11.07]. Dostupné z:  
<<http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-90-2011/lesnicka-prace-c-7-11/analyza-skodlivych-biotickyh-a-abiotickyh-cinitelu-dle-souboru-lesnich-typu>>.
- WHO, 2010: Understanding Climate (online) [cit. 2009.04.03], dostupné z <[http://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/understanding\\_climate.ph](http://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/understanding_climate.ph)>.
- United States Environmental Protection Agency, 2020: Global Methane Initiative, (online) [cit. 2020.02.24] Dostupné z: <<https://www.epa.gov/gmi/importance-methane>>.
- Obrázek 1: Uhlíkový cyklus ([www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/carbon-and-other-biogeochemical-cycles/](http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/carbon-and-other-biogeochemical-cycles/))

- Obrázek 2: Hydrologický cyklus (<http://ekologie-v-kostce.blogspot.com/2011/07/hydrologicky-cyklus.html>)
- Obrázek 3: Skleníkový efekt (<https://www.eagrovision.com/greenhouse-effect/>)
- Obrázek 4: Ukázka hydrogelu v práškové podobě a po nabobtnání (<https://falconry-cz.com/cz/superabsorbenty>)
- Obrázek 5: Máčení kořenů v hydrogelu (<https://www.globalplasticsheeting.com/our-blog-resource-library/stockosorb-660-by-evonik-relief-for-drought-conditions>)
- Obrázek 6: Hydrogel umístěn u kořenového systému rostliny (<http://www.hidrogel.es/>)
- Obrázek 7: Máčení kořenů v hydrogelu (<https://www.globalplasticsheeting.com/our-blog-resource-library/stockosorb-660-by-evonik-relief-for-drought-conditions>)
- Obrázek 8: Hydrogel umístěn u kořenového systému rostliny (<http://www.hidrogel.es/>)
- Obrázek 9: Mapa vlastnického materiálu
- Obrázek 10: Vymezení výzkumné plochy ([www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))
- Obrázek 11: Těžba v lokalitě výsadby (archiv autora)
- Obrázek 12: Sadební materiál (archiv autora)
- Obrázek 13: Založení sadebního materiálu (archiv autora)
- Obrázek 14: Značení výzkumných ploch (archiv autora)
- Obrázek 15: Vysázená plocha (archiv autora)
- Obrázek 16: Připravená jamka pro výsadbu (archiv autora)
- Obrázek 17: Vysazená a označená sazenice (archiv autora)
- Obrázek 18: Oplocenka okolo výsadbové plochy (archiv autora)
- Obrázek 19: Měření celkové výšky sazenice vysunovacím metrem (archiv autora)

- Obrázek 20: Značení již změřené sazenice (archiv autora)
- Obrázek 21: Měření kořenové krčku digitálním posuvným měřidlem (archiv autora)
- Tab. 1: Škodlivý činitelé a způsob ochrany lesa před nimi
- Tabulka 2: Pravidla pro zamítnutí  $H_0$  pro F-test dle zvolené alternativy (Institut biostatistiky a analýz Lékařské fakulty Masarykovy univerzity, 2021).
- Tabulka 3: Průměrné přírůsty (archiv autora)
- Tabulka 4: Vstupní hodnoty pro grafické znázornění (archiv autora)



# 8 Přílohy

## Příloha 1 – Výpis z hospodářské knihy

Kategorie: 10										LO 12	Kategorie: 303904		1.1.2014-31.12.2023	Druha: 3		Průběh: 12,00	Graf: 258
10										Zař. št.	Průběh: 303904	1.1.2014-31.12.2023	Druha: 3		Průběh: 12,00	Graf: 258	
10										Průměr po skup.	4,33	100	Průběh: 222804		Průběh: 5,42	Dobr: 258	
Průběh po skup.										Průběh: 4,33	Průběh: 100		Průběh: 222804		Průběh: 5,42	Dobr: 258	
Průběh po skup.										Průběh: 4,33	Průběh: 100		Průběh: 222804		Průběh: 5,42	Dobr: 258	

Hlap. číslo	Vel.	Zař. št.	Druha	K. číslo	Zař. št.	Průběh	Průběh	Průběh	Průběh	Průběh	Průběh	Průběh	Průběh	Průběh	Průběh	Průběh	Průběh	Průběh	Průběh	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
501	92	8	SM	96	36	32	1,37	32	1	C	0	548	2208	110	0	27	5	5	5	5
Průběh: 100										Průběh: 100		Průběh: 222804		Průběh: 5,42		Dobr: 258				

# Příloha 2 – Průvodní list sadebního materiálu

## Část A: Průvodní list pro sadební materiál č. 1) 3431 / ...? / ...? / 2020

Dodavatel <sup>2)</sup> :		Odběratel <sup>2)</sup> :	
Ing. Jiří Neuháj Zahradní 190 341 92 KASPERSKÉ HOR 728 864 602, 376 582 IČO: 683 47 441, DIČ: CZ641015383		BOHUMÍR TOMAN DOLNÍ STÁNKOV 2 342 01 SAŠICE	
Identifikační číslo: 66347441 Školka (provozovna): KASPERSKÉ HOR		Číslo potvrzení o původu	
Číslo licence <sup>3)</sup> : 214773/2012-MZE-16212/2403 Datum nabytí právní moci: 8.12.2012		Číslo potv. o původu	

Pořadí	Dřevina		Evidenční číslo uznané jednotky <sup>5)</sup>	Číslo potvrzení o původu	Kategorie <sup>6)</sup>	Typ zdroje <sup>7)</sup>	Oblast proveni-ence <sup>8)</sup>	Původ <sup>9)</sup>
	Český název <sup>4)</sup>	Vědecký název <sup>4)</sup>						
1.	JEDLE BĚLOKORÁ	ABIES ALBA	02-1-20-1D-1094-12-5-P	02/203/117/2015	I	PO	12	N
2.	JAVOR KLEN	ACER PSEUDOPLATANUS	02-1-1-KL-445-13-6-P	02/203/125/2015	I	ZS	13	N
3.								
4.								
5.								

Pořadí	Věk a způsob pěstování <sup>10)</sup>	Množství (ks)	Parametry		Forma <sup>13)</sup> a počet balení	Druh obalu <sup>13)</sup>	Ostatní údaje <sup>3)</sup>	Označení klonu nebo směsi klonů	Účel <sup>14)</sup> použití		Množeno <sup>14)</sup> vegetativně		Ostatní údaje <sup>15)</sup>
			Výška od-do (cm) <sup>11)</sup>	Koř. krček (mm) <sup>12)</sup>					Lesnický	Jiný	ANO	NE	
1.	2-2	280	16-35	6T					X			X	
2.	1-3	700	51-70	7+					X			X	
3.													
4.													
5.													

Doplňující údaje dodavatele:<sup>16)</sup>

Ing. Jiří Neuháj  
Zahradní 190  
341 92 KASPERSKÉ HOR  
728 864 602, 376 582  
IČO: 683 47 441, DIČ: CZ641015383

Vystaven dne: 18.3.2020

Razítko a podpis dodavatele (příp. osoby oprávněné jeho jménem průvodní list vystavit):  
 Razítko: 341 92 KASPERSKÉ HOR  
 Podpis: Ing. Jiří Neuháj


Převzal (jméno, případně otisk razítka, podpis):  
 Ing. VAČLAV TOMAN

Pořadí	Číslo pasu: <sup>19)</sup>	Číslo pasu: <sup>19)</sup>	Číslo pasu: <sup>19)</sup>	Číslo pasu: <sup>19)</sup>	Číslo pasu: <sup>19)</sup>	RP: <sup>21)</sup>	COC: <sup>22)</sup>
	2/2020	3/2020					

EU  
 ES – ROSTLINOLÉKAŘSKÝ PAS<sup>17)</sup> CZ  
 ÚKZUS  
 Státní rostlinolékařská správa Registrační číslo:<sup>18)</sup> 3431

# Příloha 3 – Bezpečnostní list

BEZPEČNOSTNÍ LIST (EC 1907/2006)			
STOCKOSORB 660 MEDIUM			
Verze:	1.1 / CZ	VA-Nr	0514
Datum vypracování:	14.09.2016		
Datum vystavení:	13.08.2013	0634	
nahrazuje verzi:	1.0		
Strana:	1 / 9		



## ODDÍL 1: Identifikace látky/směsi a společnosti/podniku

### 1.1. Identifikátor výrobku

#### STOCKOSORB 660 MEDIUM

Název látky	:	Polyakrylát draselný, příčně zesíťovaný.
Reg.č. CAS	:	25608-12-2
Č.CLP	:	-
Reg.č. REACH	:	-
Č. EINECS	:	Polymer

### 1.2. Příslušná určená použití látky nebo směsi a nedoporučená použití

Relevantní identifikování použití	:	zlepšovací prostředek půdy
-----------------------------------	---	----------------------------

### 1.3. Podrobné údaje o dodavateli bezpečnostního listu

Evonik Nutrition & Care GmbH  
Bäckerpfad 25  
47805 Krefeld  
Nemecko  
+49 (0) 2151-38-1370

E-mail: [usq-krefeld@evonik.com](mailto:usq-krefeld@evonik.com)

Telefonní číslo pro naléhavé situace

Informace pro případ urazu +49 (0) 2365 49-2232 (Tlumočnický servis k dispozici)  
Informace pro případ urazu +49 (0) 2365 49-4423 (fax)

## ODDÍL 2: Identifikace nebezpečnosti

### 2.1. Klasifikace látky nebo směsi

Zařazení podle Nařízení (ES) č. 1272/2008 [CLP].

Podle směrnice (ES) č. 1272/2008 není nebezpečnou látkou ani směsí.

### 2.2. Prvky označení

Žádné povinné informace na štítcích.

### 2.3. Další nebezpečnost

Vysypaný produkt vytváří s vodou nebo vlhkostí velké nebezpečí uklouznutí!

Uchovávejte mimo dosah dětí.

Dojde-li k vývoji prachu, může se vytvořit výbušná směs prach/vzduch.

**BEZPEČNOSTNÍ LIST (EC 1907/2006)****STOCKOSORB 680 MEDIUM**

Verze: 1.1 / CZ VA-Nr  
Datum vypracování: 14.09.2016  
Datum vystavení: 13.08.2013 0634 0514  
nahrazuje verzi: 1.0  
Strana: 2 / 9

**ODDÍL 3: Složení/informace o složkách**

Polyakrylát draselný, příčně zesíťovaný.

**3.1. Látky**

Údaje o součástech / Nebezpečné složky podle nařízení EU-CLP (označování nebezpečných látek) (ES) č. 1272/2008

Chemický název	Reg. č. CAS Č. EC Reg. č. REACH	Koncentrace	Klasifikace
Polyakrylát draselný, příčně zesíťovaný.	25608-12-2 — —	>= 95,0 %	Not applicable

texty souborů H- viz kapitola 16

**3.2. Směsi**

-

**ODDÍL 4: Pokyny pro první pomoc****4.1. Popis první pomoci**

Styk s kůží : Omývejte mýdlem a velkým množstvím vody. Znečištěný oděv vyměnit.  
Zasažení očí : Opláchněte velkým množstvím vody, je-li to třeba, vyhledejte lékařskou pomoc.  
Požití : V případě potíží se poraďte s lékařem.

**4.2. Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky**

žádné nejsou známy

**4.3. Pokyn týkající se okamžité lékařské pomoci a zvláštního ošetření**

Pri spolknutí: Dejte vypít velké množství vody

**ODDÍL 5: Opatření pro hašení požáru****5.1. Hasiva**

Vhodné hasící prostředky : vodní postřik, pěna, CO<sub>2</sub>, suchý prášek  
Nevhodná hasiva : Plný proud vody

**5.2. Zvláštní nebezpečnost vyplývající z látky nebo směsi**

Oxid uhelnatý, oxid uhlíčitý

**5.3. Pokyny pro hasiče**

Nejsou potřebná žádná zvláštní opatření.

**ODDÍL 6: Opatření v případě náhodného úniku****6.1. Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy**

Vysypaný produkt vytváří s vodou nebo vlhkostí velké nebezpečí uklouznutí!

**6.2. Opatření na ochranu životního prostředí**

Zachytit. Malé zbytky spláchnout velkým množstvím vody do kanalizačního systému a dopravit do biologické úpravy odpadních vod.

**BEZPEČNOSTNÍ LIST (EC 1907/2006)****STOCKOSORB 666 MEDIUM**

Verze:	1.1 / CZ	VA-Nr	0514
Datum vypracování:	14.09.2016		
Datum vystavení:	13.08.2013	0634	
nahrazuje verzi:	1.0		
Strana:	3 / 9		

**6.3. Metody a materiál pro omezení úniku a pro čištění**

Zamette a přeneste do vhodné nádoby k likvidaci.  
Pečlivě očistěte.  
Proces případně zopakovat

**6.4. Odkaz na jiné oddíly**

Osobní ochrana viz sekce 8.

**ODDÍL 7: Zacházení a skladování****7.1. Opatření pro bezpečné zacházení**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| Pokyny pro bezpečné nakládání           | : | Při výstupu prachu nosit masku proti prachu. Při překročení MAK-hodnoty použít masku proti prachu. Zajištěte přiměřené větrání.                                   |
| Pokyny k ochraně proti požáru a výbuchu | : | Provedte opatření proti elektrostatickým výbojům. Samotný produkt není výbušný; jemný prach však může se vzduchem vytvářet výbušné směsi. Zabraňte vzniku prachu. |

**7.2. Podmínky pro bezpečné skladování látek a směsí včetně neslučitelných látek a směsí**

- |   |   |   |
|---|---|---|
| Požadavky na skladovací prostory a kontejnery | : | Neskladovat volně sypaný materiál v množství nad 3 m3 trvalo nad 50 °C teplotního průměru. Udržovat v suchu. Chránit před vlhkem. |
|---|---|---|

**7.3. Specifické konečné / specifická konečná použití**

žádné

**ODDÍL 8: Omezování expozice / osobní ochranné prostředky****8.1. Kontrolní parametry**

Složky nebo produkty rozkladu podle bodu 10 s mezními hodnotami, které je nutno kontrolovat, vztaženými na pracoviště

<b>Polyakrylát draselný, příčně zesíťovaný.</b> 25608-12-2	
MAK (DFG)	0,05 mg/m <sup>3</sup>
Bežní alveolová frakce	
Cat. 4	

C - Při dodržení hodnoty MAK a BAT se netřeba obávat účinku, který poškozuje plod.  
Evropské společenství pro textilie na jedno použití a netkané textilie (Disposables and Nonwovens Association (EDANA)) doporučilo na základě hodnoty NOEL (No Observed Effect Level) (nezjištěné hladiny účinku) 2-leté inhalační studie (viz odstavec 11) mezní hodnotu pro pracoviště 0,05 mg/krychlový metr respirabilního prachu superabsorbujícího polymeru (velikost částic menší než 10 mikronů).

**8.2. Omezování expozice**

- |                          |   |   |
|--------------------------|---|---|
| Hygienická opatření      | : | Dodržujte bezpečnostní předpisy pro manipulaci s chemikáliemi.                                      |
| Ochrana dýchacích orgánů | : | Při výstupu prachu nosit masku proti prachu., Při překročení MAK-hodnoty použít masku proti prachu. |
| Ochrana rukou            | : | není nutné  |
| Ochrana očí              | : | Ochranné brýle  |

**ODDÍL 9: Fyzikální a chemické vlastnosti****9.1. Informace o základních fyzikálních a chemických vlastnostech**

- |        |   |             |
|--------|---|-------------|
| Forma  | : | prášek      |
| Barva  | : | bílý        |
| Zápach | : | bez zápachu |

**BEZPEČNOSTNÍ LIST (EC 1907/2006)****STOCKOSORB 650 MEDIUM**

Verze: 1.1 / CZ VA-Nr 0514  
Datum vypracování: 14.09.2016  
Datum vystavení: 13.08.2013 0634  
nahrazuje verzi: 1.0  
Strana: 4 / 9



pH : cca. 7,7  
1,0 g/l

Bod tání : nepoužitelné  
Bod varu : nepoužitelné  
Bod vzplanutí : nepoužitelné

Tlak par : < 20 hPa  
(20 °C)

Rozpustnost ve vodě : (20 °C)  
Poznámky: prakticky nerozpustná látka

Termický rozklad : Při dodržení stanoveného způsobu použití nedochází k rozkladu.  
Dynamická viskozita : nepoužitelné  
Hustota : cca. 0,7 g/cm<sup>3</sup>

**9.2. Další informace**

Sypná měrná hmotnost : cca. 600 kg/m<sup>3</sup>

Teplota vznícení : nestanoveno  
Další informace : žádné

**ODDÍL 10: Stálost a reaktivita****10.1. Reaktivita**

viz odstavec 10.2.

**10.2. Chemická stabilita**

Při dodržení stanoveného způsobu použití nedochází k rozkladu.

**10.3. Možnost nebezpečných reakcí**

Není známo.

**10.4. Podmínky, kterým je třeba zabránit**

Vyvarovat se teplotám nad 200° C.

**10.5. Neslučitelné materiály**

Není známa neslučitelnost s ostatními materiály.

**10.6. Nebezpečné produkty rozkladu**

Není známo.

**ODDÍL 11: Toxikologické informace****11.1. Informace o toxikologických účincích**

Akutní toxicita (orální) : LD50  
Druh: Krysa  
Dávka: > 5.000 mg/kg  
Metoda: OECD 401, limit test

**BEZPEČNOSTNÍ LIST (EC 1907/2006)****STOCKOSORB 660 MEDIUM**

Verze: 1.1 / CZ VA-Nr 0514  
Datum vypracování: 14.09.2016  
Datum vystavení: 13.08.2013 0634  
nahrazuje verzi: 1.0  
Strana: 5 / 9



- ✓ Akutní toxicita (dermální) : LD50  
Druh: Krysa  
Dávka: > 2.000 mg/kg  
Metoda: OECD 402, limit test
  
- ✓ Poleptání/dráždění kůže : Druh: Králik  
Metoda: OECD 404  
Poznámky: nedráždivý
  
- ⚠ Těžké poškození očí/dráždění očí : Druh: Králik  
Metoda: OECD 405  
Poznámky: Slabě dráždění očí  
Účinek částic
  
- ✓ Senzibilizace dýchacích cest / senzibilizace kůže : Druh: morčata  
Metoda: OECD 406  
Poznámky: nesenzibilizuje
  
- Posouzení CMR
  - Karcinogenita : Bez odkazu na kritické vlastnosti
  - Mutagenita : není mutagenní v testech *in vivo* a *in vitro* nemutagenní; Ames-Test
  - Teratogenita : Bez odkazu na kritické vlastnosti
- ⚠ Toxicita pro reprodukci : Bez odkazu na kritické vlastnosti
- ✓ Toxicita pro specifické cílové orgány – opakovaná expozice : Chronická (2-letá) celoživotní inhalační studie na krysách, prováděná mikronizovaným prachem uperabsorbujícího polymeru (k získání zcela vdechovatelných částic) vedla k nespecifické zánětlivé reakci v plicích. U nejvyšších chronicky podávaných koncentrací vedly tyto reakce u některých zvířat k tvorbě nádoru. (viz kontrola pracoviště/ochranná výstroj odstavce 8). Bez chronického zánětu se tvorba nádorů neočekává. Studie poskytla definovanou hodnotu NOEL 0,05 mg/krychlový metr mikronizovaného prachu superabsorbujícího polymeru.
  
- Nebezpečnost při vdechnutí : neodpovídá
  
- Další informace : Testy, uvedené v poli 11, respektive 12, byly prováděny na srovnatelném produktu v laboratoři pro toxikologii a ekologii, Evonik Stockhausen GmbH, Krefeld. S výjimkou 2-letých studií.

**BEZPEČNOSTNÍ LIST (EC 1907/2006)****STOCKOSORB 650 MEDIUM**

Verze: 1.1 / CZ VA-Nr 0514  
Datum vypracování: 14.09.2016  
Datum vystavení: 13.08.2013 0634  
nahrazuje verzi: 1.0  
Strana: 6 / 9

**ODDÍL 12: Ekologické informace****12.1. Toxicita**

vodní toxicita, ryby : Druh: *Leuciscus idus* (Jesen zlatý)  
Délka expozice: 96 h  
LC50: > 5.500 mg/l  
Metoda: Směrnice OECD 203 pro testování  
Druh: *Danio rerio* (danio pružované)  
Délka expozice: 96 h  
LC50: > 4.000 mg/l  
Metoda: Směrnice OECD 203 pro testování

vodní toxicita, bezobratlé  
živočichy : Druh: *Tetrahymena pyriformis*  
EC50: > 6.000 mg/l  
Metoda: Erlanger Ciliatentest (Prof. Gräf)

toxicita u mikroorganismů : Druh: *Pseudomonas putida* (Bakterie)  
Délka expozice: 24 h  
EC50: > 6.000 mg/l  
Metoda: DEV LB

Toxicita organismů žijících v  
půdě : Akutní toxicita dešťovek  
Druh: *Eisenia foetida*  
Délka expozice: 14 d  
LC50: > 20.000 mg/kg  
Metoda: OECD TG 207

**12.2. Perzistence a rozložitelnost**

Biologická degradabilita : Výsledek: Za aerobních podmínek není rychle odbouratelný

Fyzikálně chemické způsoby  
likvidace : Výrobek je v čistíčkách odpadních vod vzhledem k jeho nerozpustnosti dobře  
odstranitelný.

**12.3. Bioakumulační potenciál**

Bioakumulace : Nehromadí se v biologických tkáních.

**12.4. Mobilita v půdě**

Rozdělení v okolním  
prostředí : Bez odkazu na kritické vlastnosti

**12.5. Výsledky posouzení PBT a vPvB**

Posouzení perzistentních  
bioakumulativních a toxických  
(PBT) a vysoce  
perzistentních a vysoce  
bioakumulativních (vPvB)  
látek : PBT: ne  
vPvB: ne

**12.6. Jiné nepříznivé účinky**

Obecné informace : Není známo.



**BEZPEČNOSTNÍ LIST (EC 1907/2006)****STOCKOSORB 660 MEDIUM**

Verze:	1.1 / CZ	VA-Nr	0514
Datum vypracování:	14.09.2016		
Datum vystavení:	13.08.2013	0634	
nahrazuje verzi:	1.0		
Strana:	7 / 9		

**ODDÍL 13: Pokyny pro odstraňování****13.1. Metody nakládání s odpady**

- |                  |  |
|------------------|--|
| Výrobek          | : Může být v souladu s místními předpisy uloženo na skládku nebo spáleno ve vhodné spalovně. |
| Znečištěné obaly | : Prázdné nádoby znovu nepoužívejte.   |

**ODDÍL 14: Informace pro přepravu**

Není hodnoceno jako nebezpečné zboží ve smyslu přepravních předpisů.

- |   |    |
|---|----|
| 14.1. Číslo OSN:                                    | -- |
| 14.2. Příslušný název OSN pro zásilku:              | -- |
| 14.3. Třída/třidy nebezpečnosti pro přepravu:       | -- |
| 14.4. Obalová skupina:                              | -- |
| 14.5. Nebezpečnost pro životní prostředí:           | -- |
| 14.6. Zvláštní bezpečnostní opatření pro uživatele: | Ne |

**ODDÍL 15: Informace o předpisech****15.1. Nařízení týkající se bezpečnosti, zdraví a životního prostředí/specifické právní předpisy týkající se látky nebo směsi****Národní legislativa**

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| Posouzení chemické bezpečnosti | : Pro tento produkt není požadován podle článku 2(8), 2(9) nebo článku 14 nařízení REACH bezpečnostní zpráva o látce. |
|--------------------------------|---|

**Registrační status**

Evropa (EINECS/ELINCS)	Švýcarsko (seznam jedu)
TSCA (USA)	Švýcarsko (seznam jedu)
DSL (CDN)	Švýcarsko (seznam jedu)
AICS (AUS)	Švýcarsko (seznam jedu)
METI (J)	Švýcarsko (seznam jedu)
ECL (KOR)	Švýcarsko (seznam jedu)
PICCS (RP)	Švýcarsko (seznam jedu)
IECSC (CN)	Švýcarsko (seznam jedu)
HSNO (NZ)	Švýcarsko (seznam jedu)

**ODDÍL 16: Další informace****Seznam literárních zdrojů**

- |                 |   |
|-----------------|---|
| Uvedení pramenů | : příslušné příručky a publikace<br>Vlastní zkoušky<br>vlastní toxikologické a ekotoxikologické studie<br>toxikologické a ekotoxikologické studie jiných výrobců<br>SIAR<br>OECD-SIDS<br>RTK public files |
|-----------------|---|

**BEZPEČNOSTNÍ LIST (EC 1907/2006)****STOCKOSORB 660 MEDIUM**

Verze:	<b>1.1 / CZ</b>	VA-Nr	
Datum vypracování:	<b>14.09.2016</b>		<b>0514</b>
Datum vystavení:	<b>13.08.2013</b>	<b>0634</b>	
nahrazuje verzi:	<b>1.0</b>		
Strana:	<b>8 / 9</b>		



Změny proti poslední verzi budou vysvětleny na okraji. Tato verze nahrazuje všechny předchozí verze.

Tyto informace a další technické pokyny vycházejí z našich současných vědomostí a zkušeností. Nevyplývá z nich však žádná právní ani jiná odpovědnost z naší strany, mj. ve vztahu ke stávajícím právům třetích osob k duševnímu vlastnictví, zejména právům patentovým. Nezamýšlíme zejména poskytnout jakoukoli záruku, ať už výslovnou nebo odvozenou, za vlastnosti produktu v právním slova smyslu, ani žádná taková záruka z těchto informací a pokynů nevyplývá. Vyhrazujeme si právo provést jakékoli změny vyplývající z technického pokroku nebo jiných okolností. Zákazník není zproštěn povinnosti provést pečlivou prohlídku a zkoušku obdržného zboží. Funkce produktu, které jsou zde popsány, je třeba ověřit pomocí testu, který by měl být proveden pouze kvalifikovanými odborníky v rámci výhradní odpovědnosti zákazníka. Odkaz na ochranné známky používané jinými společnostmi nepředstavuje žádné doporučení ani z něho nevyplývá, že by nebylo možné použít podobné produkty.

**BEZPECNOSTNI LIST (EC 1907/2006)****STOCKOSORB 666 MEDIUM**

Verze:	<b>1.1 / CZ</b>	VA-Nr	<b>0514</b>
Datum vypracování:	<b>14.09.2016</b>		
Datum vystavení: nahrazuje verzi:	<b>13.08.2013</b>	<b>0634</b>	
Strana:	<b>1.0</b>		
	<b>9 / 9</b>		

**Legenda**

<b>ADR</b>	Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných nákladů
<b>ADN</b>	Evropská dohoda o přepravě nebezpečných tovarů po vnitrozemských vodních cestách
<b>ADNR</b>	Evropská dohoda o přepravě nebezpečných nákladů po Rýnu
<b>ASTM</b>	Americká společnost pro zkoušení materiálů
<b>ATP</b>	Přizpůsobení na technický pokrok
<b>BCF</b>	Biokoncentrační faktor
<b>BetrSichV</b>	předpisy bezpečnosti provozu
<b>c. c.</b>	zavřena nádoba
<b>CAS</b>	Společnost pro zadávání CAS-čísel
<b>CESIO</b>	Evropský výbor pro organické tenzidy a jejich meziprodukty
<b>ChemG</b>	Zákon o chemikáliích (Německo)
<b>CMR</b>	karcinogenní-mutagenní-toxický pro reprodukci
<b>DIN</b>	Německý institut pro normování zapsáný spolek
<b>DMEL</b>	Odvozena hladina minimální expozice
<b>DNEL</b>	Odvozená úroveň nulového efektu
<b>EINECS</b>	Evropský inventář chemikálií
<b>EC50</b>	středná efektivní koncentrace
<b>GefStoffV</b>	Nářízení o nebezpečných látkách
<b>GGVSEB</b>	Nářízení o nebezpečných tovarech na silnicích, železnici a ve vnitrozemské vodní dopravě
<b>GGVSee</b>	Nářízení o nebezpečných tovarech na moři
<b>GLP</b>	Dobrá laboratorní praxe
<b>GMO</b>	Geneticky Modifikovaný Organismus
<b>IATA</b>	Mezinárodní sdružení o letecké přepravě
<b>ICAO</b>	Mezinárodní organizace civilního letectví
<b>IMDG</b>	Mezinárodní kód pro nebezpečné náklady na moři
<b>ISO</b>	Mezinárodní organizace pro normování
<b>LOAEL</b>	Nejnižší dávka podané chemické látky, u které byly ještě v pokusech na zvířatech pozorovány poškození.
<b>LOEL</b>	Nejnižší dávka podané chemické látky, u které byly ještě v pokusech na zvířatech pozorovány účinky.
<b>NOAEL</b>	Nejvyšší dávka látky, která i při přetrvávajícím požívání nezanechává žádné viditelné a měřitelné poškození.
<b>NOEC</b>	Koncentrace bez pozorovatelného účinku
<b>NOEL</b>	Dávka bez pozorovatelného účinku
<b>o. c.</b>	otevřená nádoba
<b>OECD</b>	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
<b>OEL</b>	Hraniční hodnoty vzduchu na pracovišti
<b>PBT</b>	Perzistentní, biologicky akumulovaný, toxický
<b>PEC</b>	Předpokládaná koncentrace v životním prostředí
<b>PNEC</b>	Předpověděná koncentrace v aktuálním médiu životního prostředí, u které už více nedochází k žádnému působení na životní prostředí.
<b>REACH</b>	REACH registrace
<b>RID</b>	Předpis o mezinárodní přepravě nebezpečných nákladů po železnici
<b>STOT</b>	Specifická toxicita cílového orgánu
<b>SVHC</b>	Látky vzbuzující velké obavy
<b>TA</b>	Technický návod
<b>TPR</b>	Třetí jako zástupce (Čl. 4)
<b>TRGS</b>	Technické pravidla pro nebezpečné látky
<b>VCI</b>	Svaz chemického průmyslu, zapsáný spolek
<b>vPvB</b>	velmi perzistentní, velmi biologicky akumulovaný
<b>VOC</b>	prchavé organické substance
<b>VwVwS</b>	Správní předpis pro zařazení látek ohrožujících vodu
<b>WGK</b>	Třída znečištění vod
<b>WHO</b>	Světová zdravotnická organizace