

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA



**Posouzení možností využití hydrofilních polymerů při
obnově lesa v oblasti Národního parku Šumava
v okolí obce Prášily**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Jan Macků, Ph.D.

Bakalant: Jan Trutnovský

© 2019 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Trutnovský

Územní technická a správní služba

Název práce

Posouzení možnosti využití hydrofilních polymerů při obnově lesa v oblasti Národního parku Šumava v okolí obce Prášíly

Název anglicky

Assessment of Possibilities of Utilization of Hydrophilic Polymers in the Restoration of the Forest in the Šumava National Park Area Around Prášíly

Cíle práce

Hlavním cílem práce je posoudit vliv hydrofilních polymerů (hydrogelů) na ujímavost sazenic lesních dřevin při obnově lesa v konkrétních podmínkách vybraného porostu.

Cílem práce zároveň je ověřit vhodnost metody aplikace hydrogelů, zejména poměr a dávkované množství.

Dílčím cílem je navrhnout případné kroky vedoucí ke zlepšení metody dávkování, pokud se v experimentu projeví její nedostatky.

Metodika

Tato BP je založena na měření v terénu. Měření bude předcházet literární rešerše.

Základem práce je vlastní aplikace hydrogelu k sazenicím ve vybraném porostu.

Následné hodnocení vitality sazenic bude provedeno na základě metodiky vycházející z metodiky Lesprojektu a AOPK.

Vitalita sazenic bude porovnána s vitalitou sazenic bez hydrogelu.

Naměřené hodnoty budou následně statisticky zpracovány.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

hydrogel, vitalita, obnova lesa, sazenice

Doporučené zdroje informací

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

Neruda, J. a Šimanov, 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., 2008: Hodnocení efektivnosti v lesním hospodářství. Kostelec n. Č.L.: Lesnická práce, s.r.o., 131 s.

Save, R a kol.: The Effect of a Hydrophilic Polymer on Plant Water Status and Survival of Transplanted Pine Seedlings, Hort Technology, 1995, 5 (2)

Sellgren, U. a kol.: Model-Based Development of machines for sustainable forestry. In 12th European Conference of the ISTVS, 2012.

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Macků, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 14. 3. 2019

Elektronicky schváleno dne 19. 3. 2019

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 20. 03. 2019

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Jan Macků, Ph.D. Uvedl jsem všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze 20.4.2019

.....

Poděkování

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Janu Macků, Ph.D. za odborné vedení, za pomoc a rady při zpracování této práce.

Abstrakt

Tato práce pojednává o problematice nedostatku vody a v důsledku toho ohrožené obnově lesních ekosystému planety. Za hlavní příčinu nedostatku vody je považován nárůst a zrychlení klimatických změn, díky který dochází k oteplování planety, úbytku srážkovosti a odtávání pevninských oceánů. I přesto, že je dopad klimatických změn v posledních letech poměrně diskutovaným tématem, nelze se spolehnout pouze na vydaná dodatečná opatření, ale je nutné je i aktivně podporovat.

Jednou z možností je rozsáhlá obnova lesních systémů, které pomáhají mírnit následky klimatických změn a zároveň podporují přirozenou obnovu ekosystému planety. Jelikož je ale obnova a ujímavost výsadby zároveň těmito změnami, především nedostatkem vody, ohrožována, je nutná umělá výpomoc. Touto výpomocí je myšleno využívání půdních kondicionérů, které chrání kořenový systém sazenic před zasycháním a zvyšují procento ujímavosti.

V metodické části je popsána aplikace hydrofilního polymeru značky Stockosorb Medium 660, který byl aplikován do výsadbové jamky při podzimní výsadbě krytokořených sazenic buku lesního v lokalitě NP Šumava v okolí obce Prášily. Hydrogel byl aplikován ke 100 sazenicím a 100 sazenic bylo ponecháno neošetřených, jako kontrola. Před výsadbou bylo provedeno kontrolní měření výšky a kořenové krčku každé jednotlivé sazenice. Po uplynutí 6 měsíců, po ustoupení sněhové pokrývky, bylo provedeno a následně vyhodnoceno kontrolní měření stejných parametrů.

Kontrolním měřením bylo ověřeno, že díky aplikaci hydrofilního polymeru nedošlo k podstatnému seschnutí ošetřených sazenic. Prokázáno ovšem byl i fakt, že pro závazné statistické ověření by bylo nutné uskutečnit několik dodatečných měření, aby byl statistický vzorek relevantní. 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

hydrogel, vitalita, obnova lesa, sazenice

Abstract

This work deals with the issue of water shortage and consequently with the threatened renewal of the planet's forest ecosystems. The main cause of water shortage is the rise and acceleration of climate change, which is causing the planet to warm up, shrinking rainfall and continental ocean defrosting. Even though the impact of climate change in recent years is discussed topics, it is not possible to rely only on the published additional measures, but it is also necessary to actively supported them.

One of the options is an extensive restoration of forest systems that help mitigate the effects of climate change while supporting the natural renewal of the planet's ecosystem. Since the renewal and seedling survival rate are threatened by these changes, especially by water shortage, there is a need for artificial help. This help is meant to use soil conditioners, which protects the root system of plants before drying and increase the percentage of survival rate.

The methodical part describes an application of hydrophilic polymer Stockosorb Medium 660, which was applied during autumn planting into the dibble of beech's container planting in the locality of Šumava NP in the vicinity of the village Prášily. The hydrogel was applied to 100 seedlings and 100 seedlings were left untreated as a control. Before planting was made a control measure of the height and root neck of each individual seedling was performed. After 6 months, when the snow has melted, a control measurement of the same parameters was performed and evaluated.

Control measurements have shown that due to the application of a hydrophilic polymer there is no substantial shrinking of treated seedlings. It has also been demonstrated that several additional measurements would have to be made for binding statistical verification, that the statistical sample is relevant. In the discussion and conclusion, the findings and recommendations are described and summarized in the context of similar conclusions from the researches already known.

Keywords

hydrogel, vitality, forest renewal, seedlings

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce.....	3
3	Literární rešerše.....	4
3.1	Klimatický systém a jeho vývoj.....	4
3.1.1	Klimatický systém země a faktory, které jej ovlivňují	4
3.1.2	Procesy v klimatickém systému	6
3.1.3	Klimatické změny	10
3.1.4	Rychlosti změn klimatu	10
3.1.5	Globální trendy vývoje klimatu	11
3.1.6	Přístup lidstva ke globálním změnám	12
3.1.7	Možné predikce důsledků klimatických změn	13
3.2	Změny klimatu a funkce lesa.....	15
3.2.1	Negativní vlivy změn klimatu na lesní ekosystémy	15
3.2.2	Lesní ekosystém a jeho funkce.....	17
3.3	Obnova lesa	21
3.3.1	Úprava druhové skladby	22
3.3.2	Druhy obnovy lesních celků	22
3.3.3	Příprava stanovišť pro obnovu lesa a příprava půdy	23
3.3.4	Výsadba	25
3.4	Hydrofilní polymery	30
3.4.1	Gely	30
3.4.2	Hydrofilní polymery, jejich dělení a vlastnosti	31
3.4.3	Použití hydrofilních polymerů	33
3.4.4	Využití hydrofilních polymerů při obnově lesa.....	34
3.4.5	Historie a současnost využití hydrofilních polymerů	37
4	Metodika	39
4.1	Charakteristika výzkumné plochy, sazenic a výsadby	39
4.2	Zvolený přípravek a jeho aplikace.....	42
4.3	Kontrolní měření.....	44
5	Výsledky.....	45
5.1	Posouzení vlivu hydrofilních polymerů na ujímavost sazenic.....	45
5.2	Posouzení vhodnosti zvolené metody a poměru aplikace hydrogelu	45
5.3	Statistické ověření a prezentace výsledků.....	46
6	Diskuse	48

7	Závěr	49
8	Seznam literatury	50
9	Přílohy	56

1 Úvod

Díky klimatickým změnám, které Zemi v současnosti postihují, jsou lesní ekosystémy vystaveny působení mnoha nepříznivých vlivů. Častý výskyt extrémních meteorologických jevů způsobujících mechanické a fyziologické poškození lesů poškozuje stabilitu a zvyšuje náchylnost lesních porostů. Takto oslabený ekosystém je poté náchylnější k poškození dalšími nepříznivými vlivy, jako jsou podkorní škůdci, kořenové houby a imise způsobené lidskou činností. Zvýšené poškození lesní celků tak v důsledku klade nároky na jejich zvýšenou obnovu. Samozřejmě by bylo nejlepší, aby docházelo ve větším měřítku k přirozené obnově lesa. Pokud tomu tak ovšem není, je třeba zasáhnout obnovou umělou.

Umělá obnova dnes představuje až 75 % z celkové obnovy lesa (cca 26 000 ha ročně). Dnes se jí zabývá mnoho studií, které řeší její jednotlivé aspekty pro maximální snížení celkové mortality vysazených stromků, která se dnes pohybuje až okolo 25-40 %, a to především v důsledku extrémního tepla a sucha. Procento úmrtnosti díky vodnímu a teplotnímu šoku je natolik vysoké, že by nebylo správné se jím nezabývat.

Hlavními aspekty, které mohou pozitivně ovlivnit ujetí sadby jsou termín výsadby, druh použitého sadebního materiálu, kvalita sadby a půdní prostředí. Nemalý vliv na ujetí sazenic může mít nesprávná manipulace a poškození sadby během školkování a následné výsadby. Abychom v co největší míře eliminovali bezprostřední ohrožení sazenic díky nepříznivým půdním a klimatickým podmínkám je možné upřednostnit letně-podzimní nebo podzimní výsadbu namísto jarní. Při jarní výsadbě již sazenice často nejsou v období vegetačního klidu a chybí tak dostatek času, aby se sazenice adaptovaly na nové prostředí. Využitím krytokořenného materiálu, by navíc mohlo být zvýšeno procento ujímavosti, jelikož krytokořenné sazenice nejsou tolik náchylné na kvalitu půdního prostředí, a navíc je minimalizováno nebezpečí mechanického poškození sazenic při převozu. Tato myšlenka bohužel nebyla doposud prokázána natolik, aby byl krytokořenný materiál využíván více než prostokořenný.

Jelikož trvá, že hlavní ohrožení sadby způsobuje nedostatek vláhy, živin a nižší mortalita není zajištěna ani při zvolení ideálního termínu, použití kvalitní sadby a při správném zacházení během výsadby, bude se tato práce nadále zabývat touto problematikou. Nepříznivé vlastnosti půdního prostředí lze kompenzovat přidáním látek,

nazývaných souhrnně půdní kondicionéry. Jedná se o přírodní nebo syntetické látky, jejichž účelem je zajistit rostlinám dostatek vláhy a živin. Způsobu aplikace těchto látek je několik, od využití při setí až po přidání do výsadbové jamky. Účinnost jednotlivých metod bohužel doposud nebyla dostatečně prověřena.

2 Cíle práce

Hlavním cílem této práce je posoudit vliv hydrofilních polymerů na ujímavost sazenic lesních dřevin při obnově lesa v konkrétních podmínkách vybraného porostu. Pro účely zkoumání byla zvolena podzimní výsadba krytokořenných sazenic buku lesního jamkovou metodou sekeromotykou. Lokalita výsadby se nachází v Národním parku Šumava v okolí obce Prášily. Dalším z cílů je ověřit vhodnost zvolené metody aplikace hydrogelu s důrazem na poměr a dávkované množství. Očekává se, že pokud se ve zvolené metodě dávkování projeví nějaké nedostatky, budou navrženy kroky, které povedou k jejímu vylepšení.

3 Literární rešerše

V této kapitole bude popsána problematika vývoje klimatického systému země a jeho změn. Nastíněn bude také vliv těchto změn na lesní ekosystémy, a naopak jejich působení na mírnění změn klimatu díky obnově lesní celků. Pojednáno bude o druzích možné obnovy lesa a současných možnostech vylepšení. Toto vylepšení je spatřováno především ve využívání hydrofilních polymerů, o kterých bude pojednáno na závěr této kapitoly.

3.1 Klimatický systém a jeho vývoj

V úvodní kapitole této práce bude nejprve definován klimatický systém a faktory, které jej ovlivňují. Dále budou podrobně rozebrány příčiny způsobující klimatické změny a jejich predikce. Na závěr se práce bude věnovat předpokládanému vývoji změn klimatu a dosavadní legislativní úpravě této problematiky.

3.1.1 Klimatický systém země a faktory, které jej ovlivňují

Pro bližší pochopení významu klimatického systému je zapotřebí nejprve vymezit pojmy počasí a klima.

Počasí je „okamžitý stav atmosféry nad daným místem a vývoj individuálních synoptických systémů ze dne na den. Vývoj těchto systémů je dán nelineární dynamikou, a není tedy předpověditelný v deterministickém slova smyslu na libovolně dlouhou dobu dopředu“. Pro reálnou přesnost se doporučuje počasí předpovídat pouze na 7-8 dní dopředu (Kalvová, Moldan, 1996).

Jedna z mnoha definicí klimatu uvádí, že „klima je dlouhodobý charakteristický režim počasí, podmíněný bilancí energie, atmosférickou a oceánskou cirkulací, vlastnostmi zemského povrchu a činností člověka.“ (ČHÚ, 2007). Klima neboli podnebí, lze také charakterizovat jako průměrné počasí za několik desetiletí ve vztahu ke konkrétnímu místu nebo regionu.

Abychom se mohli bavit o klimatickém systému, je třeba brát v potaz působení a vzájemnou interakci dalších faktorů, tzv. složek klimatického systému, kterými jsou

atmosféra, oceán, kryosféra, litosféra a biosféra. Každá ze složek klimatického systému představuje sama o sobě složitý systém, ve kterém probíhají různé fyzikální a chemické procesy. Základním zdrojem energie pro klimatický systém je sluneční záření (Vysoudil, 2004).

Atmosféra

Atmosféra je plynný obal Země, který sahá až do výšky desítek tisíc kilometrů nad Zemí a ve výšce od zhruba 35 tisíc km plynule navazuje na meziplanetární prostor. S výškou od zemského povrchu se atmosféra dělí na troposféru, stratosféru, mezosféru, termosféru a exosféru (Braníš a Hůnová, 2009). Skládá ze směsi plynů, pevných a kapalných částic. Obsah jednotlivých plynů je následující: dusík 78,1 %, kyslík 20,9 %, argon 0,9 %. Ve stopovém množství je zde možné nalézt ještě oxid uhličitý, vodní páru a ozón. Jejich množství ovšem není tak stálé, jako u předešlých, aby jej bylo možné procentuálně vyčíslit. Hlavní funkcí atmosféry je vytvářet prostředí, ve kterém se vyskytuje život a zároveň chránit zemský povrch před účinky některých druhů slunečního záření (Salomon a kol., 2007).

Světový oceán

Druhou největší součástí klimatického systému tvoří oceány a moře. Jejich celková rozloha činí až 70 % zemského povrchu. Světový oceán má nezastupitelnou roli hned z několika důvodů.

a) Voda působí jako tepelný zásobník a díky tomu funguje jako stabilizátor celého klimatického systému.

b) Díky cirkulaci vody dochází k výměně energie od pólů k rovníku. Mezi nejnižší částí atmosféry, troposférou, a oceánem dochází k výměně aerosolových částic a plynů. Oceán především absorbuje oxid uhličitý a uvolňuje molekuly kyslíku.

c) Vodní hladina částečně odráží sluneční záření.

d) Různá teplota vody v různých hloubkách podporuje cirkulaci vody a přenos částic na velké vzdálenosti (princip Golského proudu). Ve větších hloubkách podporuje cirkulaci i rozdílná salinita (procento obsažené soli).

e) Díky cirkulaci vody dochází jak k jejímu průběžnému ochlazení a oteplování, což podporuje výpar a následné srážky (Salomon a kol., 2007; Metelka, 2009).

Litosféra - pevnina

Rozloha pevniny se v průběhu geologického vývoje měnila a v současné době činí 30% rozlohy Země. Její převážná část se nachází na severní polokouli, není tedy nic překvapivého, že mají jižní a severní polokoule rozdílné klima. Klima je ovlivňováno především prouděním vzduchu vzniklým zvrásněním zemského povrchu (IPCC, 2004).

Kryosféra

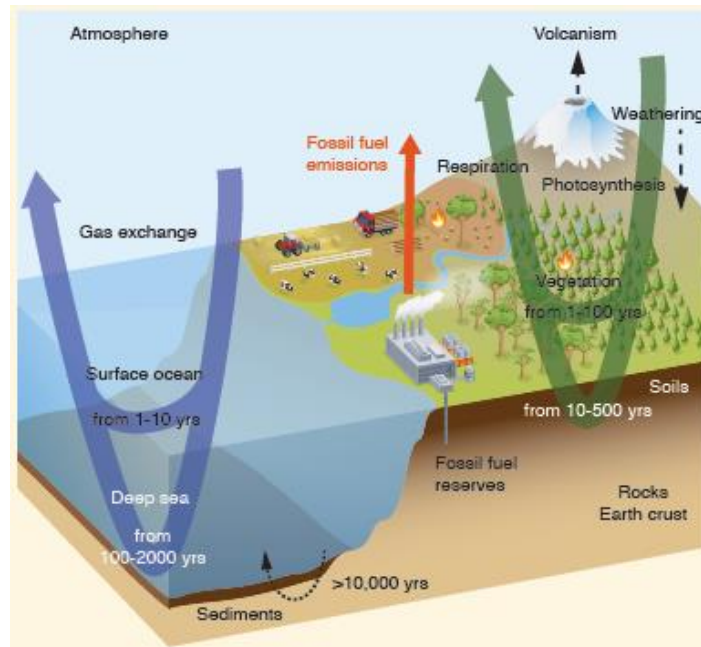
Pojem kryosféra zahrnuje veškerou vodu na zemském povrchu, která je v pevném skupenství, jako například mořský a jezerní led, led na tekoucí vodě, sníh, ledovce a trvale zmrzlou zem nazývanou permafrost. Jedná se o téměř 80% sladké vody, avšak pouze o 2% vody vyskytující se na Zemi. Celková rozloha kryosféry je proměnná v průběhu roku. Maximálních hodnot dosahuje od prosince do února na severní a od června do října na jižní polokouli. Pro klimatický systém je primární její vysoké albedo neboli schopnost odrazu elektromagnetického záření (Salomon a kol., 2007).

Biosféra

Pod tímto pojmem můžeme nalézt veškeré živé organismy na pevnině, v oceánu a v atmosféře. Rostlinami prováděná fotosyntéza zajišťuje výměnu plynů mezi zemským povrchem a atmosférou. Mimo jiné má také vliv na odtok vody a její výpar. Výměnu plynů, tentokrát mezi oceánem a atmosférou, zajišťují podvodní organismy (Vysoudil, 2004).

3.1.2 Procesy v klimatickém systému

Mezi jednotlivými složkami systému, které byly popsány výše, dochází k nepřetržité interakci v podobě výměny hmoty a energie. Příkladem takové výměny jsou uhlíkový proces, jak je znázorněno na obrázku 1., a hydrologický cyklus. O hydrologickém cyklu bude více pojednáno v následující kapitole.



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

Procesy, ať už chemické, biologické či jiné, probíhající v jedné složce klimatického systému ovlivňují procesy ve složkách ostatních, a naopak v rámci zpětné vazby. Vzhledem k jejich množství se nedají tyto vnitřní vazby ani jejich možné následky predikovat. Za příklad vnějšího působení může být považována změna typu zemského povrchu odlesňováním nebo zemědělskou činností, změna množství skleníkových plynů apod. Ke změnám dochází v rámci klimatického systému prakticky nepřetržitě. Hlavními faktory těchto změn jsou přírodní aktivita a lidský zásah (Kadrnožka, 2008).

Mezi přírodní příčiny můžeme zařadit:

Atmosferické projevy

Atmosferické projevy spojované s klimatickými změnami, označované jako Milankovičovy (klimatické) cykly, jsou celkem 3, a to: změna pohybu zemské osy kolem pólů, změna naklonění zemské osy a změna dráhy, na které se Země otáčí kolem Slunce. Zpravidla jsou to opakující se jevy s periodou tisíců let, kdy dochází k oteplení nebo ochlazení planety. Podle Kadrnožky (2008) není možné atmosférické projevy spojovat se současnou změnou klimatu vzhledem k její rychlosti.

Sluneční záření

Intenzitu slunečního záření ovlivňují především sluneční skvrny. Tato chladnější místa ovlivňují intenzitu slunečních paprsků dopadajících na Zemi. Sluneční cyklus trvá 11 let a naposledy měl kulminovat mezi lety 2010 a 2011 (Kadrnožka, 2008).

Vulkanická činnost

Spolu s výronem magmatu se do ovzduší dostávají částičky prachu a oxid siřičitý. Tato clona následně brání průniku slunečního záření, což má na klima ochlazující efekt.

Skleníkový efekt

Český hydrometeorologický ústav (2007) uvádí, že skleníkový efekt je koloběh energie mezi sluncem, zemskou atmosférou a zemských povrchem. Sluneční paprsky proniknou atmosférou a ohřívají povrch Země. Od povrchu Země jsou následně ve formě infračerveného záření odráženy zpět. Část je jich ovšem pohlcena atmosférou a mraky a odražena zpět na zem. Skleníkový efekt je ve svém prapůvodu nezbytným jevem. Pokud by neexistoval, došlo by k rapidnímu poklesu teploty na Zemi až pod bod mrazu. Nicméně se zvyšováním obsahu tzv. skleníkových plynů v atmosféře dochází i ke zhoršení skleníkového efektu a nárůstu průměrné teploty.

Mezi skleníkové plyny řadíme vodní páru. Podle Nátra (2006) dosahuje podíl vodní páry na skleníkovém efektu až 60 %. Její koncentrace se zvyšuje s růstem teploty. Vyšší kondenzace způsobuje oteplování a oblačnost zase ochlazování atmosféry. Dalším plynem je oxid uhličitý – CO_2 , který může být, jak přírodního původu jako vedlejší efekt hoření, nebo tlení rostlin a živočichů, tak i způsoben lidskou činností. Posledním skleníkovým plynem, který se vyskytuje v atmosféře ve vyšší procentu je metan – CH_4 . Metan vzniká rozkladem organismů v oceánech, nebo rašeliništích. Na základě lidské činnosti je do ovzduší uvolňován například při obdělávání rýžových polí a při chovu dobytka (Kadrnožka, 2008). V nižší 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. U freonů došlo poměrně rychle k odhalení jejich škodlivých účinků a užívání bylo omezeno (Nátr, 2006).

Celkové množství jednotlivých plynů může mít velice rozdílný účinek podle toho, v jaké oblasti k jeho zvýšení nebo snížení dojde. V oblastech okolo rovníku, kde je již velké množství páry se jejím zvýšením nic moc nestane. Pokud se ovšem její zvýšení

objeví například v chladných a suchých oblastech, efekt je obrovský a je narušena přirozená atmosféra těchto míst (Salomon a kol., 2007).

Vztah mezi atmosférou a oceánem a atmosférou a zemským povrchem

Jak již bylo uvedeno výše, má oceán velkou tepelnou kapacitu, čímž dochází k teplotní redukci atmosféry (Nátr, 2006). Oceán ovšem není schopen pohlcovat pouze sluneční záření, ale i oxid uhličitý. Jeho absorpční schopnost je až 50krát větší než u atmosféry a v celku pohlcuje až 85 % emisí. V posledních době je ovšem tato schopnost značně redukována, a to až na pouhých 35 % (WMO, 2010). Podle Kadrnožky (2008) může být tato skutečnost způsobena zvyšující se teplotou oceánu. Pokud bude jeho teplota i nadále stoupat, budou narušeny i další procesy, které již byly zmíněny dříve, cirkulace teplé a studené vody a následný přenos živin a organismů, oteplování Evropy Golským proudem, a jiné (Kutílek, 2008).

Vliv zemského povrchu na atmosféru je způsobován především díky ledovcům a vodním plochám, které díky svému vysokému albedu pomáhají odrážet podstatné množství slunečního záření, což snižuje skleníkový efekt. Při zvýšeném odtávání ledovců bude ovšem tato vlastnost značně narušena (Kadrnožka, 2008).

Mezi příčiny způsobené lidskou činností patří:

Změny ve využívání půdy

Vzhledem k populační explozi došlo v minulosti k náhlým změnám ve využívání zemské plochy. Postupující urbanizaci muselo ustoupit obrovské množství lesů, což následně vedlo k menšímu výparu a tím pádem i omezení srážkovosti. Krajina také ztratila velkou míru schopnosti fotosyntézy a zadržby vody. Nedochozelo ovšem jen k odlesňování, ale i k vypalování lesů, čímž jsme do ovzduší ještě navíc uvolnili nezanedbatelné množství CO² a k vysoušení vodních ploch pro potřeby zemědělské půdy. Podle vědců z WMO (2010) tyto uvedené činnosti ovlivnily změny klimatu až do výše jedné pětiny.

Jak uvádí Kadrnožka (2008), není v tuto chvíli reálné, aby byl rozmach společnosti zastaven a přestalo se s kácením stromů. Myslet by se ovšem mělo na přirozenou obnovu a výsadbu lesa, které by pomohly dodatečně mírnit následky již způsobeného.

Spalování fosilních paliv

Největší účinek, který člověk na klimatický systém má je spojován právě se spalování fosilních paliv. S objevem ropy, uhlí a zemního plynu došlo také k rozmachu jejich využívání. Nadměrné využívání dopravních prostředků, je jen jedním z mnoha takových příkladů. Společným jmenovatelem fosilních paliv je následné uvolnění oxidu uhličitého zpět do atmosféry a tím způsobený nárůst skleníkového efektu (Nátr, 2006). O vlivu skleníkového efektů na změny klimatu se ovšem vedou diskuze.

3.1.3 Klimatické změny

Změny, ke kterým dochází v rámci klimatického systému jsou v posledním desetiletí velmi diskutovaným tématem vzhledem k rychlosti, jakou k nim dochází. To ovšem neznamená, že k nim nedocházelo i dříve. Pravděpodobně nejmarkantnější změnou, která byla pozorována od vzniku Země, bylo střídání dob ledových a meziledových v rámci období čtvrtohor.

Střídání dob ledových a meziledových je možné periodicky sledovat, a to v rozmezí od 20 000 až po 120 000 let. Za poslední 2 miliony let došlo k vystřídání padesáti dob ledových. Důvod tohoto střídání je spatřován především v množství slunečního záření a koncentraci CO². Poslední doba ledová nastoupila před 120 000 let a před 10 000 lety se změnila v období holocénu, jehož stálému prostředí je připisována možnost vzniku civilizace (Houghton, 1998).

Studiem minulých změn klimatu se zabývá paleoklimatologie. Hlavními důvody pro studium klimatických změn je snaha o porozumění jejich vzniku. Právě střídání dob ledových a meziledových slouží k posouzení změn klimatu v minulosti. Sledovat ho je možné například z tzv. paleoklimatologických záznamech stromů, jelikož jsou letokruhy stromů širší v teplém a užší ve studeném počasí. Dalšími možnostmi zkoumání jsou sedimenty, nebo ledovce prostřednictvím ledovcových vrtů. Novodobé klimatické změny v rámci posledních 150 let lze sledovat ze záznamů satelitů, již 300 let z dalších měření a díky klimatickému modelování (Kadrnožka, 2008; Kalvová, Moldan 1996).

3.1.4 Rychlosti změn klimatu

Rychlost změn klimatu je dalším faktorem, který nastiňuje jejich vývoj. Ze zmiňovaných paleoklimatických dat vyplývá, že i dříve, v průběhu čtvrtohor bylo možné zaznamenat změny poměrně rychlé. Jako velmi rychlá je označována taková

změna, která trvala pouhých několik desítek let. Výjimkou nebylo ani oteplení o 5 až 10 °C, následované mírným ochlazováním v délce stovek let a návratem do původního stavu doby ledové. Změny klimatu byly sledovány i nadále v modernější době. Období 9. – 14. století bylo označováno jako „teplý středověk“. Rozmezí 16. – 19. století je naopak uváděno jako „malá doba ledová“ (Metelka, 2009).

Mnoho vědců si pokládá otázku, zda rychlost současných změn, které se objevují v průběhu druhé poloviny 20. století zapadá do změn klimatu meziledové doby. Rychlost a rozsah změn je totiž 10krát rychlejší, než tomu obvykle bývá.

3.1.5 Globální trendy vývoje klimatu

Za hlavní indikátory klimatických změn jsou dnes používány změny v průměrné teplotě a srážkových úhrnech.

Teplota

Pokud se zaměříme na průběh ročních teplot, můžeme sledovat její průběžné stoupání a klesání až do 80. let 20. století, kdy je již sledován pouze její nárůst. V období let 1911–1960 byla průměrná roční teplota 9,6 °C a v období 1961–2010 10,4 °C. Nejteplejším rokem, za dobu měření teploty, byl rok, 2007, druhým 2000 a třetím 2008. Což znamená, že nejteplejší 3 roky spadají do období posledních 20 let. V posledním měřeném období (1991 – 2010) se průměrná teplota opět zvýšila, a to o 0,8 °C. Dalším faktorem, který byl vysledován je nárůst letních a tropických dní, oproti úbytku dní mrazových a ledových. Nárůsty průměrné teploty nejsou homogenní a dochází ke značným rozdílům na severní a jižní polokouli. Za posledních 25 let došlo na severní polokouli k nárůstu o 0,24 °C/10 let, na jižní pouze o 0,12°C/10 let, za polárním kruhem o 0,6°C za 10 let a v rovníkových oblastech o 0,3°C. (Kadrnožka, 2008; Kalvová, Moldan, 1996).

Oteplování se samozřejmě netýká pouze atmosféry, ale i oceánu. Nejvíce se otepluje horních 700 m oceánu. Následkem toho dochází k odtávání pevninských ledovců, které jsou s oceánem v přímém kontaktu. Následný nárůst hladiny oceánu zaznamenává rapidní zrychlení, a to z čtyř násobně oproti hodnotě 0,4mm za minulé roky. (Braniš a Hůnová, 2009).

Odhaduje se, že do budoucna bude teplotní nárůst nejen pokračovat, ale exponenciálně stoupat.

Srážky

Co se týče měření srážkového úhrnu, je zde spatřován stejný trend jako u teploty, dochází k jejich nárůstu. Další změny, které byly pozorovány se týkají především redistribuce v rámci měsíců a roků.

3.1.6 Přístup lidstva ke globálním změnám

Tato podkapitola se bude věnovat politicko-sociálním reakcím na klimatické změny. Široká veřejnost se o toto téma začala vážněji zajímat v 80. letech, kdy došlo i k nárůstu vědeckých důkazů tohoto jevu. Pod záštitou OSN došlo roku 1988 ke vzniku IPCC – Mezivládního panelu pro změnu klimatu. IPCC sdružuje vědce z celého světa, kteří se zabývají vývojem klimatických změn a o své činnosti vydávají pravidelně zprávy. Čtvrtá a poslední z nich byla vydána roku 2007 (Kadrnožka, 2008).

Jelikož bylo nezbytné přijmout i zásadní opatření proti nárůstu klimatických změn, došlo dodnes k několika zásadní summitům na toto téma. O těch nejzásadnějších bude pojednáno níže.

První z nich se konal roku 1992 v Rio de Janeiru. Vydána zde byla Rámcová úmluva o změně klimatu, jejímž cílem bylo udržet produkci CO² do roku 2000 na stejné úrovni jako byl roku 1990, do roku 2005 jej snížit o 20 % a do roku 2020 o 50 %. Úmluva vstoupila v platnost roku 1994 (Kadrnožka, 2008). Do konce roku 2009 ji ratifikovalo 194 stran včetně ČR, přičemž ratifikační proces stále probíhá (MŽP, ©2019).

Roku 1997 byl na konferenci v Kjótu přijat Kjótský protokol. Země, které jej ratifikovaly, souhlasily s tím, že do roku 2010 sníží produkci CO², metanu a oxidu dusného v průměru o 5,3 % oproti roku 1990. Protokol nabyl platnosti roku 2005 po splnění podmínky ratifikace alespoň 55 států, které produkují nejméně 55 % světového množství CO². Na základě Kjótského protokolu vznikl tzv. obchod s emisemi, jehož podstatou je prodej nedočerpaných limitů státům, které mají problém se snížením svých emisí. Toto obcházení plnění hodnot je sice nenuť potřebná opatření zavádět, nicméně hodnoty jsou v globálu stále plněny (Kadrnožka, 2008).

Na konferenci v Kodani roku 2009 se státy dohodly, že je třeba dbát na nepřekročení hranice nárůstu teploty o 2 °C. Ustanoven byl také příspěvek rozvojovým zemím na boj s následky klimatických změn.

Dalším zásadním dokumentem na poli řešení vzniku klimatických změn je Pařížská dohoda, která byla pod záštitou OSN přijata v prosinci 2015. Mezi její hlavní cíle patří:

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

V rámci Pařížské dohody dochází k ustanovení pojmů mitigace neboli snižování skleníkových plynů, dále adaptace, jako přizpůsobení se změně klimatu a řešení ztrát a škod způsobených negativními dopady změny klimatu. Dohoda se oproti Kjótskému protokolu, co se týče redukcí emisí, vztahuje na všechny strany, a nejen na vyspělé státy. ČR se zavázala snížit do roku 2030 emise o 40 % oproti roku 1990. (Pařížská smlouva, 2015).

V rámci přípravy České republiky na dopady klimatických změn byla v roce 2015 přijata „Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR, tzv. Adaptační strategie. Hlavní adaptační cíle byly stanoveny pro vodní režim v krajině a vodní hospodářství, urbanizovanou krajinu, lesní hospodářství, zemědělství, 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 danou oblast jsou identifikovány možné dopady klimatických změn a jejich doporučení. Adaptační strategie vychází z přesvědčení, že je třeba využít schopností přírody zmírnit nepříznivé dopady klimatických změn (Adaptační strategie, 2015).

3.1.7 Možné predikce důsledků klimatických změn

V této práci již bylo pojednáno o doposavad sledovaných vlivech klimatu a jeho změnách. Jelikož jsou tato data sledována již stovky let, je možné některé oblasti a dopady i do větší či menší míry predikovat. Některým předpovědím se bude věnovat následující podkapitola.

Výskyt extrémních meteorologických jevů

Podle Summary for Policymakers čtvrté hodnotící zprávy (IPCC, 2007) je možné očekávat, že díky neustále se zvyšující teplotě bude častěji docházet k výskytu hurikánů, vichřic a přivalových dešťů v kombinaci s dlouhými suchy.

Migrace živočišných a rostlinných druhů

Některé rostlinné a živočišné druhy vykazují vysokou citlivost na okolní teplotu. V případě pokračujícího se zvyšování průměrné teploty se dá očekávat, že bude postupně docházet k asimilaci různých druhů vyskytujících se v tropech do mírných pásů a z mírných pásů do polárních. Jak uvádí Barros (2006), je třeba mít tuto možnost na paměti, jelikož tato migrace může být značně ztížena díky změnám, které člověk na životním prostředí dělal a dělá. V krajních případech může docházet i k vymizení některých živočišných a rostlinných druhů.

Zvyšování mořské hladiny

Jak již bylo výše uvedeno, stoupaní hladiny oceánu doznalo značného zrychlení. Tento jev je způsoben akumulací tepla a následnou teplotní roztažností a zároveň odtáváním ledovců do oceánu. V případě, že bude hladina i nadále stoupat, dojde postupně k zaplavení delt některých řek (často i obydlých), přímořských států a oblastí pod úrovní hladiny moře, jako je například Holandsko (Metelka, 2009).

Dopad klimatických změn v ČR

Vzhledem k zaměření této práce bych jako závěr této kapitoly uvedl možná opatření, která by dopad klimatických změn mohla zmírnit. Možnosti extrémních meteorologických jevů jako jsou dlouhodobé sucho, povodně, sesuvy půdy a následné požáry mohou být devastující pro naše životní prostředí.

Jak uvádí Švec (2016), je Česko na třetím nejhorším místě, co se týká zásob vody na jednoho obyvatele v Evropě. Kapacita podzemních vod je doplňována pouze formou srážek.

Čermák (2016) jako jednu z možností, jak předejít dopadům klimatických změn zmiňuje zajištění doplňování zásob sladké (pitné) vody. Dále poukazuje na možné nedostatky v cílech stanovených Pařížskou dohodou, kdy postrádá body týkající

se zajištění dostatku vody a v kontextu s ní obnovou lesa. Tuto provázanost spatřuje především v přímé korelaci existence lesa, množstvím srážek a zadržbou vláhy. Zmiňuje i další doprovodné projevy, jako je ochrana před větrnou a vodní erozí, či před hurikány.

Téma úlohy lesa v návaznosti na očekávané dopady klimatických změn bude podrobněji představeno v následující kapitole.

3.2 Změny klimatu a funkce lesa

Pro porozumění důrazu, který je v této práci kladen na změny klimatu negativně ovlivňující funkce lesa a na funkce lesa pozitivně ovlivňující vývoj klimatu, budou představeny možné vlivy, který mohou klimatické změny mít na lesní ekosystémy. A to jak negativní, tak i pozitivní. V závěru kapitoly budou představeny základní funkce lesa, které mohou být v důsledku uvedených změn ohroženy.

Předpokládaným pozitivním vlivem změn klimatu na lesní ekosystém je stimulace růstu dřevin díky vyšší koncentraci CO². Dochází tak k nárůstu listové plochy a zrychlení fotosyntézy. Tento zrychlený růst, často nazýván jako hnojení uhlíkem, ovšem doprovází větší nárok na živiny a vodu (Hruška, 2009).

3.2.1 Negativní vlivy změn klimatu na lesní ekosystémy

Předpokládaných negativních vlivů změn klimatu je více. Pro lepší orientaci budou dále rozděleny na přímé a nepřímé.

Přímé vlivy

Za přímé vlivy považujeme mechanické nebo fyziologické poškození dřevin. Mechanické je způsobováno díky sněhu, větru a námraze. Fyziologické projevy jsou považovány za ještě škodlivější než mechanické, jelikož zasahují hlouběji do podstaty fungování lesního ekosystému, jelikož negativně ovlivňují především teplotní a vodní režimy lesa.

Vítr

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, je možné v souvislosti s klimatickými změnami očekávat zvětšený výskyt hurikánů a vichřic (IPCC, 2007). SLABÝ (1993) ve svém výzkumu prokázal, že během poslední 30 let došlo k nárůstu dní, kdy bylo

možné naměřit vítr s rychlostí nad 17 m/s. Hodnoty od 17,2 m/s do 20,7 m/s jsou již považovány za bouřlivý vítr. Nežádoucími projevy jsou škody na méně stabilních stromech, zlomy větví a poničení keřového porostu (Anonym, 2019). Díky nárůstu větrných dní dochází k nárůstu větrných těžeb.

Dalším ohrožením ve spojitosti s větrem mohou být náhlé změny směru vzdušných proudů. Stabilita stromů a vegetačního porostu je koncipována proti nejčastěji vyskytujícímu se směru větru. Pokud vítr přichází z nezvyklého směru, hrozí zlomení nebo vývrát stromů. Pro ochranu lesního porostu před větrem obecně mohou být využívána pěstebně-ochranná opatření, jako např. porostní pláště (MZLU, ©2001).

Změna teplotních zvyklostí

V souvislosti s nárůstem průměrné teploty můžeme sledovat hned několik jevů. Dochází k oteplení nejchladnějších měsíců v roce, ledna a února. Nárůst teploty a množství srážek v tomto období následně způsobuje nedostatečné promrzání půdy čímž se zvyšuje riziko vývrátů, jelikož je narušena půdní soudržnost. Dalším projevem teplotních změn může být nezvyklý mokrý a těžký sníh, který poškozují mladé porosty, sadbu a podobně. Mrazová kalamita se v posledních letech přesouvá z horských oblastí do oblastí mírného pásu (Konopka a kol., 2001 ex. Peltola a kol., 1995).

Vyšší teplota se neprojevuje změnami pouze v zimním období, ale i v letních měsících, kdy poté častěji dochází k lesním požárům. Podle De Groota a kol. (2006) je úroveň CO² uvolněná z lesních požárů v Kanadě srovnatelná s úrovní z průmyslových emisí.

Změny v teplotním a vodním režimu

Se zvýšením průměrné teploty souvisí i zvýšení evapotranspirace lesních porostů. Díky zvýšenému výparu jak z půdního okolí, tak i z rostliny samotné, dochází k následnému zvýšení spotřeby vody. V případě poklesu srážek ve vegetačním období tak budou rostliny postiženy vodním stresem. Vážně ohroženy budou především druhy náročné na vláhu (Dub a Němec, 1969).

Nepřímé vlivy

Díky mechanickému a fyziologickému poškození dochází k oslabení lesních porostů, což zvyšuje jejich náchylnost k napadení škůdci. Mezi druh podkorního hmyzu,

který v českých lesích představuje největší riziko patří především Lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) (Kidlmann, 2012).

Díky možné migraci druhů se k nám mohou dostávat i další druhy škůdců, které se dnes vyskytují pouze v nižších nadmořských výškách. Nové klima navíc představuje pro škůdce vhodnější životní podmínky (Beniston, 1998). Mezi další škůdce, kteří budou kladně ovlivněni nárůstem teplot patří bakterie, viry a houby. Podle Jankovského (2000) dnes ohrožuje houba Václavka obecná (*Armillaria* sp.) zhruba třetinu zalesněné plochy. Šířením této i dalších kořenových a kmenových hub dojde ke snížení statické stability dřeva, což bude zvyšovat jeho náchylnost k ostatním nepříznivým vlivům.

3.2.2 Lesní ekosystém a jeho funkce

Lesní ekosystém je chápán jako komplexně propojený soubor procesů, které probíhají neustále. Díky tomu, že se jedná o otevřený systém dochází k energetické a látkové výměně nejen uvnitř lesního ekosystému, ale i s dalšími včetně atmosféry (Kimmins, 2003).

Funkční potenciál lesů (schopnost lesů plnit své funkce) je závislý například na stáří, zdravotním stavu nebo druhové skladbě lesa. Soubor těchto podmínek dříve definoval přirozený funkční potenciál lesního ekosystému. Na základě změn, kterými si lesy prošly, především lidskou činností, dnes již nemůžeme mluvit o přirozeném funkčním potenciálu. Jen těžko lze odhadnout, jaké požadavky na funkci lesů bude společnost v budoucnu mít. A právě z tohoto důvodu bychom se měli snažit o co nejlepší zachování, či obnovení přirozeného potenciálu lesa tak, aby mohl sloužit budoucím generacím a potřebám Země. Základem by měla být snaha o rovnocennost funkcí lesa. Narušením potenciálu jeho funkcí může docházet ke snížení kvality životního prostředí (Pulkrab, 2008). Funkce lesa je možné dělit z několika hledisek.

Nejvýznamnější funkcí lesního ekosystému je tvorba biomasy. Její existence je naprosto zásadní, jelikož se prolíná do všech dalších funkcí, jako dřevoprodukční, klimatické, hydrologické. Zdravý rozvoj biomasy lesních ekosystémů, který je závislý především na dostatku vody, živin a slunečního záření, by tedy měl být prioritou (Kimmins, 2003).

Mezi další samovolné funkce lesa řadíme ty, jenž mají globální význam, jsou nepostradatelné pro lidstvo a působí nezávisle na vůli člověka, jako je například tvorba kyslíku nebo klimatické funkce (Hrib, 2009).

Nejrozšířenější dělení, které je používáno ovšem funkce člení na produkční a mimoprodukční.

Produkční funkce

Donedávna byla tato funkce považována za hospodářsky primární, jelikož je jejím výsledkem produkce, má tržní charakter a společnou hodnotou je možnost zpeněžení produktů. Obvykle se pod tímto pojmem skrývá funkce dřevoprodukční. Dřevo je jako obnovitelná surovina využíváno ve stavebnictví, papírenství, při výrobě nábytku a v rozvojových zemích i pro energetické využití. Stále dochází k objevování různých vlastností a následně k jejich využívání. V poslední době tomu tak například bylo u rychle rostoucích dřevin topolu a vrby, kdy jsou zpracovávány na biomasu k výhřevu obydlí, společných prostor, apod (MZLU, ©2001).

Za další produkční funkci lesa je možné považovat možnost sběru lesních plodů, hub a reprodukčního materiálu (osivo a sadba). Ekonomickou podstatu zpeněžení produktů lesa mohou naplňovat také produkty myslivecké činnosti (Hrib 2009).

Mimoprodukční funkce lesních ekosystémů

Význam mimoprodukčních funkcí je možné nalézat v účelu zajištění veřejného užitku. Jedná se především o enviromentální a ekologické procesy, snahu o trvalou existenci lesních ekosystémů a krajiny a životního stylu lidí (Suchomel, 2015).

Pro základní členění mimoprodukčních funkcí je používáno rozdělení na funkce ekologické a sociální.

Pojem ekologické funkce zastřešuje soubor procesů lesa, které příznivě působí na ochranu životního prostředí a celého ekosystému. Do této skupiny je možné zařadit projevy vodoochranné, klimatické a půdoochranné (Pulkrab, 2008).

Funkce vodoochranná

Z hlediska cíle této práce bude funkce vodoochranná rozebrána podrobněji než ostatní. Jedná se o soubor funkčních vazeb mezi vodním režimem, lesů a krajinného prostředí. Jeden ze základních účinků je schopnost detence a infiltrace vody, kdy dochází k usměrnění odtoku srážkových vod jako prevence před povodněmi a erozí. Mimo tyto ochranné funkce tak navíc dochází k posílení zásob podzemních vod. Se vzrůstajícím

počtu přivalových dešťů je čím dál více oceňována retenční funkce lesních ekosystémů. Schopnost retence lesa je vyjádřena rozdílem mezi úhrnem srážek a jejich odtokem. Díky retardačnímu, zpomalenému odtoku tak není okolní prostředí ohroženo přivalovými vodami. Lesní ekosystém přispívá k maximálnímu využití vodního režimu v krajině. Poslední jeho funkcí je kondenzační, kdy je les schopen kondenzovat a využít i vzdušnou vlhkost (Hrib, 2009).

Voda v lesních ekosystémech

Voda je nenahraditelnou složkou pro existenci života v ekosystému lesa, jelikož umožňuje koloběh živin, energie a veškerých biochemických procesů v rostlinách včetně fotosyntézy. Nedostatek vody vyvolává okamžitou reakci v podobě metabolických poruch a poklesu produkčních schopností. Tento stav se nazývá hydrolimit - bod vadnutí. Nejen nedostatek, ale i nadbytek, označován jako hydrolimit - plná vodní kapacita je škodlivý. Z dlouhodobého hlediska vedou oba k úhynu rostliny.

Jeden z primárních cyklů, které v ekosystému Země probíhají, je zajištěn neustálým koloběhem vody. Jedná se o hydrologický cyklus. Slouží k přesunu látek a usměrnění toku energie.

Povrchy vodních ploch, vegetace a pevniny pohlcují sluneční záření a zpětné záření atmosféry, čímž dochází k jejich ohřevu a nastává fáze výparu vody. Vzniklá vodní pára buď desublimuje do podoby oblak nebo kondenzuje a v pevném nebo kapalném skupenství dopadá zpět na povrch Země. K podpoření tohoto cyklu napomáhá proudění vzduchu (Petřík a kol., 1986). Pokud srážky dopadají zpět na pevninu, dochází k jejich částečně infiltraci (vsakování) a díky podpovrchovému odtoku ke tvorbě podzemní vod. Část srážek, která se nevsakuje odtéká po povrchu. K zajištění vyššího procenta infiltrace a následné zádržbě vody (intercepci) slouží rostlinné porosty, především lesní ekosystémy.

Většina zadržené vláhy je vypařována zpět do atmosféry nebo se dostává zpět do oceánů. Pouze zanedbatelné množství vody je využito vegetací (Dub a Němec, 1969).

Lesní ekosystémy zaujímají nezastupitelnou roli v hydrologickém cyklu hned z několika důvodů.

- 1) podporují intercepci vody v půdě, což umožňuje její následný výpar,

- 2) díky pórovitosti půdy zapříčiněné kořenovými systémy rostliny je usnadněn vsak vody,
- 3) vegetace působí jako hradba, o kterou se rozbíjí oblačnost hnaná prouděním vzduchu a mění se ve srážky.

Funkce půdoochranná

Funkce lesů z pohledu ochrany půdy lze obzvláště spatřovat v ochranně před rozličnými druhy eroze a před sesuvy půdy ve svažitéch oblastech díky zpevnění půdy kořeny. Lesní porost může mít také proti-lavinový efekt, kdy zabraňuje možnosti vzniku lavin. Kořenový systém také brání sesuvu a deformaci břehů okolních vodních toků. Poslední a podstatnou funkcí lesa je půdotvornost. Uzavřenost lesního komplexu umožňuje přeměnu opadu listů a jehličí na humus a následnou tvorbu půdy, jak by tomu nebylo možné na volném prostranství (Hrib, 2009).

Klimatická funkce

O funkci lesa při ochranně před větry již tato práce pojednávala. Jeho další funkce z pohledu klimatické ochrany souvisí s vytvořením specifického mikroklima, zajištění stabilního ekosystému pro mnoho rostlinných i živočišných druhů. Z pohledu klimatu Země je nezanedbatelné vysoké albedo lesních ploch, což spolu s množstvím výparu vede k ochlazení atmosféry.

Sociální funkce

Mezi sociálními funkcemi lesa nalezneme především ty, které mají vliv na koexistenci lesu a člověka.

Téměř všechny veřejně přístupné lesy mají schopnost působit na lidskou psychiku a plnit tak rekreační funkci. Pokud je tato schopnost využívána účelně v prostorách lázeňských či nemocničních parků, je považována dokonce za léčebnou. Díky schopnosti lesa působit na své okolí hygienicky dochází ke snížení nečistot a omezení jejich dalšího šíření (okolí komunikací). Navíc les působí coby protihluková bariéra. V neposlední řadě je podstatná výchovná a vzdělávací funkce lesa. Možnost výuky v reálném prostředí, ať už se jedná o živočišnou nebo rostlinnou sféru je nedocenitelná pro výchovu budoucích generací (MZLU, ©2001).

Cílem této kapitoly bylo nastínit provázanost dopadu klimatických změn na lesní ekosystémy a jeho funkce a zároveň vliv funkcí lesního ekosystému na mírnění dopadu klimatických změn. Jediným způsobem, jak tento koloběh z dlouhodobého hlediska udržet je spatřován v umělého obnově lesních celků.

3.3 Obnova lesa

Současný stav lesů lze připisovat dlouhodobému vývoji podmínek životního prostředí. Nejvýznamněji se na něm podílel geomorfologický vývoj planety Země a světového klimatu. Ve vzájemném ovlivňování geomorfologického stavu planety, vývoje klimatu a původní vegetace tak v rámci ekosystému vznikly podmínky, které vedly ke vzniku prvních lesů. V okamžiku, kdy se do tohoto procesu zapojil lidský faktor, došlo ke značnému urychlení doposud probíhajících změn. Jedná se o vědomou činnost, která postupně převzala rozhodující vliv nad další podobou lesních ekosystémů. Hlavní vlivy, které má člověk na lesní ekosystémy lze spatřovat v negativních vlivech způsobených průmyslovou činností, v lesním hospodaření a v následné obnově lesa (Lenoch, 2014).

Obnova lesa je zakotvena i v legislativě, především v zákoně o lesích, kde jsou stanoveny 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. (Zákon o lesích, 2019)

V dalších podkapitolách budou nejprve uvedeny trendy v obnově lesa a jejich dělení. Blíže budou představeny jednotlivé fáze a užívané metody obnovy lesa spolu s vymezením sadebního materiálu a kategorií lesa.

Obnovou lesa je myšlen soubor pěstebních opatření, jejichž účelem je nahrazení stávajícího lesa novou generací lesních dřevin (Zákon o lesích, 2019). Jedná se o proces výsadby sazenic a semenáčků na předem připravené i nepřipravené plochy (Neruda, 2010). Základními pravidly, která jsou na návaznost jednotlivých opatření kladena, jsou cykličnost a dlouhodobost, tak aby na sebe jednotlivé fáze obnovy lesa navazovaly a vždy vycházely z předchozího i budoucího vývoje. Cílem obnovy lesa a zalesňování je především zdravý stav lesů, dlouhodobá udržitelnost využívání dřevin a plnění jak ekologických, tak i sociálních funkcí lesa.

3.3.1 Úprava druhové skladby

Od 2. poloviny 18. století nabrala obnova lesních celků poměrně jednoznačný směr. V naprosté většině docházelo k výsadbě smrků a borovic, čímž vznikaly tzv. monokultury. Za jehličnatou monokulturu je považován takový porost, ve kterém je zastoupení listnatých stromů menší než jedna čtvrtina. Důvodů k tomu bylo hned několik. Nejpodstatnějším byla rychlost obnovy a stálá poptávka. Častější přírodní kalamity ovšem prokázaly menší odolnost monokulturních lesů než smíšených. Velké lesní plochy osazené stejnou dřevinou obdobného stáří vykazují menší odolnost vůči vnějším vlivům a škůdcům, což následně ohrožuje plnění základních funkcí lesa.

Na počátku 90. let vstupuje do popředí myšlenka na používání principů ekologicky orientovaného pěstování lesů a obnovení původní druhové skladby lesů. Jedná se především o navýšení podílu listnatých stromů a redukci výsadby smrku. Cílová podoba skladby lesa je poměr 60 % jehličnatých a 40 % listnatých stromů. Předpokládaná doba dosažení tohoto složení je 100-150 let (Neuhöferová, 2006; Lenoč, 2014). Pulkrab (2008) s tímto přístupem nesouhlasí. Nové obhospodařování lesů by podle něj mělo vycházet z dokonalejšího poznání biologických procesů v současné struktuře lesa, bez opakování sto let starých postupů. Pro obnovu lesa a zalesňování jsou využívány 3 přístupy. Obnova lesa umělá, přirozená, anebo kombinovaná. V posledních letech dochází k nárůstu využívání přirozené obnovy (Neuhöferová, 2006; Lenoč, 2014).

3.3.2 Druhy obnovy lesních celků

Přirozená obnova

Přirozená obnova, autoreprodukce lesa, probíhá výmladností nebo obnovou semennou. Semenná obnova bývá lidově označována jako nálet. Nalétnutím nebo opadem semen do podrostního materiálu nebo na holou plochu může dojít k jejich zakořenění. Obnova výmladností se dělí na pařezovou a kořenovou. Po pokácení stromu dojde k obnovení produkce a následném vyrůstání výmladků přímo z pařezu. Přirozená obnova probíhá samovolně, nebo za podpory lesního hospodáře. (Duda, 1995)

Umělá obnova

Umělá obnova se primárně využívá v lokalitách, kde přirozená obnova není možná, jelikož se v ní původní druhy dřevin nevyskytují. Provádí se výsevem semen nebo využitím sadebního materiálu. V souvislosti s umělou obnovou je možné lépe využít mechanizaci a tím snížit jak časovou, tak i finanční náročnost obnovy.

Kombinovaná obnova

Kombinovaná obnova je využívána především při nedostatečné přirozené obnově. Na prořídlých místech, či v případě potřeby doplnění dalších druhů dřevin, které se v dané oblasti nevyskytují (Neuhöferová, 2006).

3.3.3 Příprava stanovišť pro obnovu lesa a příprava půdy

Fáze přípravy stanovišť je v dnešní době využívána jak pro obnovu umělou, tak i přirozenou. Jejím hlavním cílem je vytvoření vhodných podmínek pro následnou přípravu půdy a výsadbu s důrazem na zajištění biologických a technických podmínek, které by měly vést k usnadnění práce techniky a člověka. Volba jednotlivých operací závisí na potřebách dané lokality. Může se jednat o odstranění těžebních zbytků, nežádoucích dřevin a nárostů a klučení stromů.

Odstraňování těžebních zbytků

Těžební zbytky se z výsadbových ploch odstraňují, jelikož tvoří překážku pro obnovní práce a jsou potenciální rizikem přemnožení podkorního hmyz. Jsou tvořeny odřezky kmenů, kořenovým systémem a především klestem. V dnešní době je využíváno hlavně mechanizované odstraňování klestu shrnovači. Nahrnutý klest je možno dále zpracovávat formou štěpkování, zahrnutí, nebo balíkování. Ručně se klest odstraňuje například v lokalitách s pařezy vysokými nad 30 cm (nemožnost pojezdu techniky), se sklonitostí nad 25 %, podmáčených nebo kamenitých půdách. Klest je poté ponechán na hromadě, nebo spálen (Kysel, 1990).

Odstraňování nežádoucích nárostů

K tomuto opatření se přistupuje ze stejného důvodu, jako k odstraňování těžebních zbytků a to, aby bylo zajištěno prostředí pro novou výsadbu nebo výsev. Odstraňovat nežádoucí dřeviny nebo keře je možné

- a) ručně, za použití mačet, pilek, motorových pil a křovinořezů,
- b) mechanicky, kdy dojde k rozmělnění vegetace a jejímu ponechání na povrchu nebo zapracování do půdy.

Příkladem mechanických prostředků mohou být různé sekačky a drtiče. V případě ponechání drceného materiálu (štěpky) lze využít jako mulčovací vrstvu, pro snížení výparu a ochranu před rozvojem buřeně. Stejné využití je možné i v případě štěpkování v rámci odstraňování potěžbového materiálu. (Neruda, 2010).

Příprava půdy

Volba strategie pro přípravu půdy je závislá od velikosti dané lokality, jejího tvaru, sklonitosti, půdní vlhkosti a také zda se jedná o obnovu přirozenou nebo umělou. Po zvážení těchto hledisek jsou stanoveny další metodiky a zda se bude jednat o přípravu ruční nebo mechanizovanou, mechanickou, chemickou nebo kombinovanou a zda bude pouze pomístná nebo celoplošná.

Je možné říci, že pokud se jedná o obnovu přirozenou, je hlavní snahou co nejmenší narušení dané lokality a mateřského porostu. Tento způsob přípravy je charakteristický hlavně narušením – zraněním půdního pokryvu tak, aby byl dostatečně narušen povrch buřeně a došlo k promíchání a obohacení vrchní vrstvy půdy. Používány jsou například půdní frézy nebo talířové zraňovače. V případě silného porostu buřeně je možné uvažovat i o chemické přípravě půdy. Hlavním účelem přípravy půdy před přirozenou obnovou je zvýšit pravděpodobnost ujmoutí semene.

V případě umělé obnovy je již mechanizace užívána v podstatně větším měřítku na potěžbových lokalitách nebo na holinách při zalesňování. Jedinou výjimkou jsou lokality, kde její využití není možné z důvodu podmáčení, sklonitosti nad 25 %, kamenitého terénu apod. Jako první dojde k rozhodnutí, zda se bude jednat o přípravu celoplošnou nebo pomístnou. Celoplošná příprava je využívána pouze výjimečně. Je poměrně finančně náročná a také může zásadním způsobem změnit a narušit okolní prostředí. Většinou se jedná o využití radlic, rozrývačů, vyčesávačů kořenů či pásových traktorů, kdy hloubka zasažení půdy může být až 70 cm (Petříček, 1984). Příprava pomístná zasahuje pouze určitá konkrétní místa výsadby. Není natolik invazivní a finančně náročná. Její využití v našem lesním hospodářství převažuje. Patří sem například pruhová (pásová), jamková, plošková, kopečková a záhrobcová příprava. Podle velikosti plochy je možné přípravu provádět souvisle, v 70 cm širokých pruzích,

pásově v pruzích 200 cm anebo přerušovaně. Bližší popis jednotlivých metod bude uveden v kapitole pojednávající o druzích výsadby (Neruda, 2010).

Chemická a biologická příprava půdy

Cílem biologické i chemické přípravy půdy je upravit nedostatečné zastoupení živin v půdě nebo zlikvidovat nežádoucí buřeň (trávy, mechy, keře a polokeře). Jako chemické látky jsou využívány především různé druhy herbicidních přípravků. Používány jsou buď před vzejitím nebo po vzejití plevelu. Aplikovány jsou buď na listovou část rostliny nebo do kořenové oblasti a to postřikem, popraškem nebo knotovým aplikátorem. Herbicidy mohou vážně ohrožovat své okolní prostředí, nejsou tudíž používány v oblastech vodohospodářsky významných. Seznam povolených přípravků je vydáván Ministerstvem zemědělství. Chemickou a mechanickou přípravu půdy lze kombinovat.

Biologická příprava je realizována výsadbou stromů a bylin jako zeleného hnojiva nebo přidáváním pomocných půdních látek (rašelina, kůra) (Mauer, 2009).

3.3.4 Výsadba

Obnova lesa a zalesňování probíhá formou výsadby sazenic, nebo sítí. Vzhledem k podstatným nedostatkům (pomalý růst, škody černou zvěří a hlodavci, vysoká míra úmrtí osiva a vysoké ceně osiva je tento způsob používán velmi málo. Nadále o něm tedy nebude blíže pojednáno. V dalších podkapitolách bude podrobněji popsána první forma obnovy lesa, výsadba sazenic.

Obnova porostů sadební metodou

Obnova sadbou má hned několik výhod, díky kterým je preferovanější metodou obnovy lesa.

Umožňuje volbu dřevin, volbu nejvhodnější metody výsadby a následnou snazší kontrolu a ochranu dřevin. Na sadební materiál jsou kladeny čím dál přísnější podmínky. Podmínky původu jsou například upraveny ve vyhlášce č.139/2004, Sb. Vhodná volba sadebního materiálu závisí také na druhu přírodní lesní oblasti a lesním vegetačním stupni, o kterých bude blíže pojednáno později. Pokud je stanoven druh sadby a základní podmínky, které budou sadební materiál ovlivňovat, zbývá rozhodnout, zda bude využit prostokořenný či krytokořenný materiál a termín výsadby.

Krytokořenný neboli obalovaný, sadební materiál se od prostokořenného liší způsobem, jakým byl vypěstován. Krytokořenná sadba jsou rostliny vypěstované v umělých obalech, které jsou naplněných substrátem (ČSN 482115). Prostokořenná sadba roste přímo v půdě. Druh sadby spolustanovuje i způsob výsadby. Termín výsadby je soustřeďován do třech období. Rozlišujeme jarní, letní a podzimní výsadbu. Doposud nejvíce preferovanou je jarní výsadba, která je prováděna okamžitě po rozmrznutí a oschnutí půdy. Letní výsadba je vázána na ukončení první fáze růstu (rozlišujeme dvě fáze růstu). Do popředí zájmu se dostává výsadba podzimní, kdy již odpadá ohrožení sazenic, které upadají do vegetačního klidu. Tato metoda byla využita i pro účely zkoumání, které bude popsáno v kapitole pojednávající o metodice.

Druhy výsadby

Kopečková sadba

Kopečkovou metodu je doporučováno používat obzvláště na zamokřelých, zabuřenělých a těžkých půdách. Využívána je především na jaře. Jak název napovídá, spočívá její podstata v navršení valu, kopečku, a následné výsadbě. Z plochy 0,5 x 1 m je odstraněn travní kryt. Půda pod ním se nakypří a následně navrší kopeček o základně a výšce 0,35m až 0,5m. Sadba je tak chráněna před přílišnou vláhou a útlakem buřeně. Při tomto druhu výsadby je nejprve půda připravena kopečkovou metodou a výsadba následuje s odstupem zhruba 4 měsíců tak, aby byla půda dostatečně slehlá. Provedení je možné ruční nebo mechanizované (Mauer, 2009)

Záhrobcová sadba

Záhrobcová metoda mívá podobné využití a podmínky jako kopečková, na rašeliništích a zamokřených oblastech. Drn je odstraněn v pruzích o rozmezích od 0,6 do 1 m. Zemina z vedlejšího pruhu je navršena do výšky 30-60 cm a délky až 3 m. Následuje opět doba slehnutí, po jejímž uplynutí je na připravený záhrobec vysazováno několik sazenic. Tato metoda je zpravidla prováděna mechanicky talířovými frézami a dozéry. Ruční výsadba by byla příliš náročná (Kovář a kol., 2013).

Jamková sadba

Jamková sadba je nejvyužívanější ruční metodou, jelikož je možné ji využít pro většinu stanovišť, druhů dřeviny a typů sadby. Především je využívána na silně zabuřenělých a uléhavých lokalitách. Provádí se osekáním drnu (v případě potřeby shrnutím hrabanky) ve velikosti 35x35 až 50x50 cm a následným hloubením jamky do hloubky 15-25 cm. Její velikost je zvolena podle velikosti kořenového systému a druhu dřeviny. Během kopání jsou odstraňovány kameny a kořeny nikoliv však zemina. Je třeba dbát na to, aby stěny jamky nebyly ohlazené. Zemina se neušlapuje. Drn (pokud je) se pokládá na okraj jamky, aby zamezoval zabuřenění. Jamkovou metodu lze provádět sekeromotykou nebo za pomoci mechanizace – tzv. jamkovačů, což jsou ve většině případů různé typy vrtáků. Při jamkové výsadbě následuje výsadba okamžitě tak, aby nedošlo k osychání sazenic (Mauer, 2009)

Pruhová a brázdová sadba

Mezi pruhovou a brázdovou metodou lze nalézt jen několik nepatrných rozdílů, proto o nich v této podkapitole bude pojednávat společně. Obě tyto metody je vhodné využívat především na písčítých stanovištích a silně zabuřenělých lokalitách, nedoporučují se pro kamenité půdy, silně zakořeněné a ohrožené půdní erozí. Drn je stržen v pásích hlubokých 5-15 cm, širokých zpravidla v rozmezí 30-70 cm a je navršen k jižnímu okraji, aby stínil. Brázda je široká od 20 do 30 cm. Vzdálenost od středu pásů a brázd je 100-200 cm. Důležité je půdu následně prokypřit. Brázdová příprava je prováděna oddrnovacími pluhy se šípovou radlicí nebo nožovými krojidly. Pruhy jsou hloubeny frézami, rotavátory nebo diskovými branami. Důležité je zvolit směr brázd a pruhů. Závisí to na terénních podmínkách, druhu výsadby, ohrožení větrem apod. Brázdy jsou používány pro sadbu, pruhy hlavně pro setí (síji) (Neruda, 2010).

Štěrbínová sadba

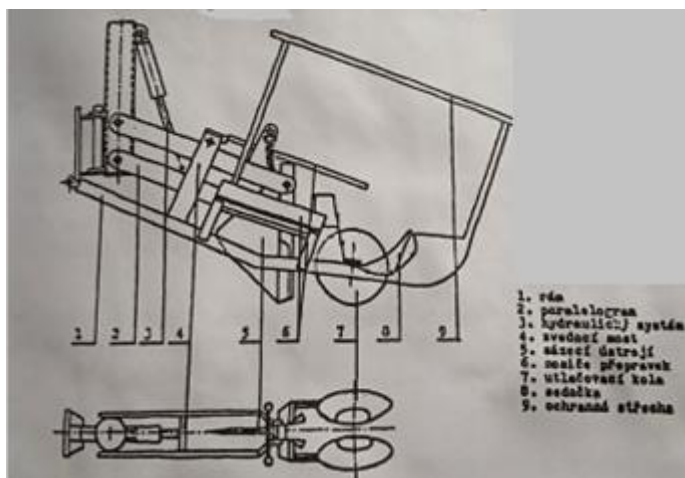
Tuto metodu je možné použít především pro sazenice s osovým (kúlovitým) a nerozvětveným kořenovým systémem. Jedná se především o prostokořený sadební materiál, je nicméně nutné dbát na to, aby kořeny nebyly nijak deformovány. Pokud by se tak nestalo, je třeba zvolit jinou metodu. Výsadba je prováděna sazečí, speciálními rýči a jejich využití je podmíněno vhodností půdního materiálu, aby mohl být sazeč zcela zašlápnutelný do půdy. V případě zabuřenění je třeba nejprve strhnout drn, sazeč je

následně zašlápnut do půdy a tahy k osobě a od sebe je vytvořena štěrbina. Pomocí tyčky je umístěna sazenice, upravena do vhodné polohy a postupně zasypána. Následně je sazeč zašlápnut o cca 6-8 cm vedle původní štěrbinu a tahy k sobě a od sebe je štěrbina utěsněna a výsadba pokračuje (Mauer, 2009)

Nástroje a mechanizace využívané pro výsadbu

Pro ruční výsadbu jsou používány především sekeromotyky, sazeče, sázecí vrtáky a různé rýče. Co se týče mechanizace pro obnovu lesa a zalesňování, prošla do dnešní doby značným vývojem. První sázecí stroje nebyly technicky zdatné. Sloužily především při zalesňování nelesních ploch, nebo po celoplošné přípravě. S postupem času došlo k jejich zdokonalení a dnes je možné mechanizovaně osazovat i plochy připravované pouze pomístně, nebo vůbec. Problémem již nejsou ani pařezy do 35 cm výšky (Petříček, 1984). Pro možnost využití mechanizovaných sázecích strojů je nutné splnit stejné podmínky jako při mechanizované přípravě. Podklad nesmí být odmaččený, sklonitosti nesmí přesáhnout 25 % a terén by neměl být kamenitý. Podle místních podmínek je následně vybrán i druh mechanizace.

Nejvyužívanějším typem, je RL2-019 (dříve RZS-1), který je znázorněn na obrázku 2. Při výsadbě je zároveň prováděna rýhovací příprava půdy. S RL2-019 je možné vysazovat jak prostokořenné, tak i krytokořenné sazenice. Tento i další obdobné typy potřebují ke svému provozu tažný - nosný stroj, kterým může být například lesnický kolový traktor. Základní části pak jsou rýhovací, podávací, sázecí a zhutňovací a zahrnovací ústrojí. Pro bližší představu činnosti a konstrukce sázecích strojů bude následně popsán postup činnosti RL2-019 (Neruda, 2010).



Obr. 2: Schéma sázecího stroje RL2-019 (Neruda, 2010)

Před samotnou výsadbou je vhodné z plochy odstranit klest. Následně je zvolen směr výsadby a vzdálenost sazenic. Rýhovacím ústrojím, které může být diskové, frézové nebo radlicového typu, je vytvořena souvislá nebo přerušovaná rýha. Šířka rýhy je volena podle typu sadby a šířky případného kořenového obalu sadby. Je možné sázet štěrbínově až jamkově. Podávací ústrojí slouží k přepravě sazenice z dopravníku k obsluze. Je tvořeno soustavou pneumatických a hydraulických ramen a pásů. Lesník následně sazenici vloží buď přímo do rýhy, nebo do další součásti podávacího zařízení, které samo provede výsadbu. Sázečí ústrojí může pracovat na principu lopatkového kola, ze kterého sazenice sklouzávají po pryžových chapadlech do připravené rýhy. Jejich využívání značně šetří čas a práci obsluze podávacího ústrojí. Poslední součástí je zahrnovací a zhutňovací ústrojí, které jak název napovídá slouží k zahrnutí sazenice a jejímu následnému upevnění v zemi. Zahrnutí je prováděno přídatnými lopatkami nebo radlicemi, zhutnění pomocí kol či válců, které přejíždějí okolí sazeničky a tím jí v půdě stabilizují (Mauer, 2009).

Podoba sázečích strojů prochází neustálým vývojem, ať už se jedná o vylepšení technické stránky, nebo rozšíření procesu výsadby, kdy přibývají různá další ústrojí a dávkovače. Obdobně je tomu tak v projektu, o kterém se zmiňuje Holuša (2018), kdy je na rýhový zalesňovací stroj přidán dávkovač již namíchaného hydrogelu. Stroj vytvoří brázdou a následně nadávkuje požadované množství hydrogelu, sazeč umístí sazenici a disky zahrnou zeminu. Prioritou zkoumání projektu je konstrukce nádrže, dávkování a čerpadla a následná aplikace hydrogelu.

Mimo důrazu, který je kladen na funkce lesa mající vliv na životní prostředí jako takové, nesmíme zapomínat, že zásadní funkcí, která je s lesem spojována je nadále ta produkční. I když se nebudeme zabývat přímou produkcí lesa, jsou samozřejmě snahy vyčíslit možné náklady a výnosy i v rámci její obnovy. Normováním práce se zabýval již Klouda (1988), kdy v rozsáhlé publikaci popisuje jednotlivé možnosti snímkování a následné plánování a vyhodnocování účinnosti jednotlivých zvolených metod sázení či těžby a dalších lesních prací. Snahy o ekonomický pohled na věc samozřejmě neustály v minulém století. Dnes se k nim přidávají moderní ekonomické nástroje pro vykazování efektivnosti a optimalizace s přihlédnutím k předpokládané inflaci, úrokové míře apod. (Pulkrab, 2008).

Výkonost zalesňovacího stroje, popsaného výše, je 3-4 tisíce sazenic za směnu v oblasti s výskytem pařezů a dokonce až 8000 sazenic za směnu v oblasti bez pařezů. Tato rychlost doposud nebyla překonána žádným moderním strojem (Simanov, 2015).

Zásady nakládání se sadebním materiálem

Aby byla úspěšnost výsadby podpořena, je třeba dbát již na nakládání se sadebním materiálem. Poškodit sadbu je možné při jejím vyzvedávání, zakládání i sázení, a to jak mechanicky, tak i zaschnutím kořenů. Sazenice vyndáváme ze základů postupně a dbáme na co nejdřívější výsadbu. Opětovné zakládání je nepřípustné, stejně jako přílišné máčení. Při manipulaci dbáme na to, aby kořeny nebyly polámané ani jinak poškozeny. Výsadbu provádíme do dostatečně velké a hluboké jamky, štěrbině apod. Půda musí být optimálně vlhká. V opačném případě dochází k zasychání kořenů, nebo dokonce k odjímání vláhy půdou z kořenů. V případě, že nejsme schopni zajistit optimální vlhkost půdy pro prvotní období ujímání sazenice, je možné využití tzv. půdních kondicionérů. Více o nich pojednává následující kapitola.

3.4 Hydrofilní polymery

Jedním z materiálů, který prokazatelně zvyšuje retenci vody v půdě, jsou hydrofilní polymery. Následující kapitola se věnuje jejich charakterizaci, dělení, základním vlastnostem a jejich využití.

3.4.1 Gely

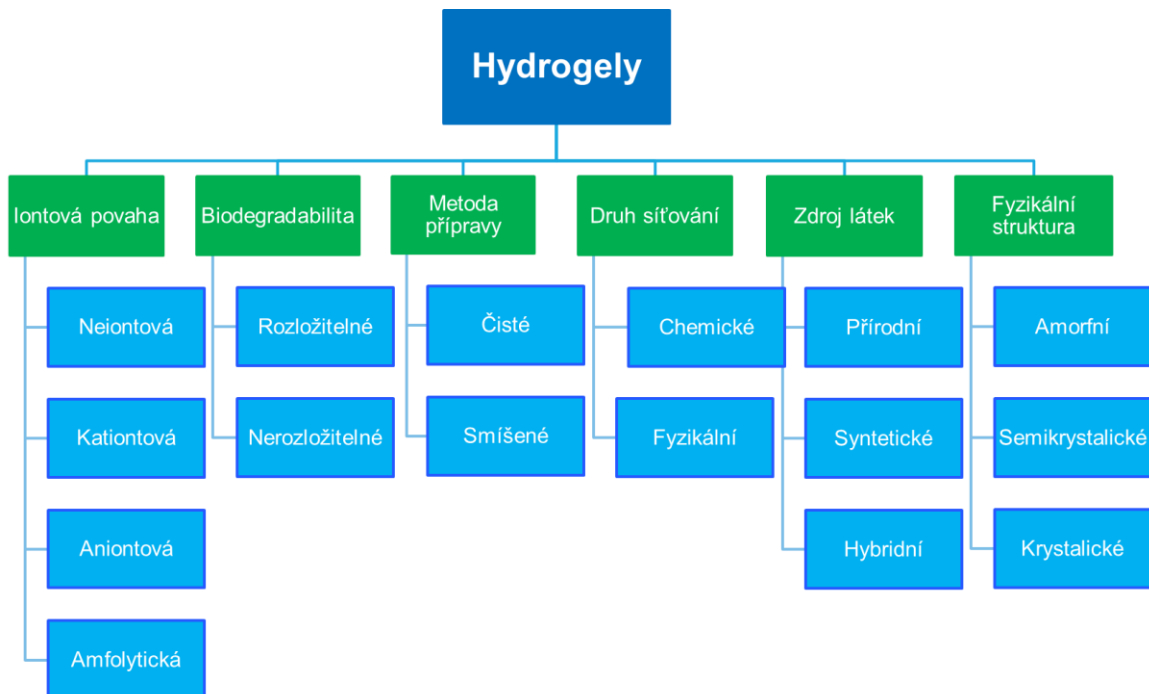
Jako gely jsou nazývány všechny látky, které mají schopnost gelatizovat neboli projít procesem gelace (Bartovská a Šišková, 2005). Gel je látka na rozhraní pevné látky a kapaliny. Díky fyzické soudržnosti obsažených částic a vzhledu je podobná pevné látce, nicméně objemem a hmotností zase kapalině (Vajglová, 2012).

Proces gelace je možné rozdělit do několika stádií. Po přidání kapaliny se z vytvořeného solu, se přes viskózní a polotuhá stadia díky vnějším faktorům, z nichž nejvýznamnější je především teplota, vytváří konečný gel (Bartovská a Šišková, 2005). Schopnost zadržovat kapalinu je způsobena trojrozměrnou kostrou, která je základní stavební částí jeho struktury (Vajglová, 2012).

Gely je možné dělit na skupiny lyogelů a xerogelů. Xerogely vznikají vysušením lyogelů. Obsahují tudíž pouze pevné disperzní prostředí a postrádají kapalné. Podle povahy disperzního prostředí můžeme lyogely dále dělit. Pokud je jím voda, jedná se o hydrogely, 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 ani mechanických vlastnostech (Kasapis, 2009).

3.4.2 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, tak i hydrogely vyrobené kombinací například v podobě prášku, mikročástic, nanočástic, povlaků, 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).



Obr. 3: Schéma rozdělení hydrogelů (Rohrer, 2013)

Pro účely této práce, patří mezi nejdůležitější vlastnosti hydrogelů biodegradabilita, biokompatibilita, schopnost bobtnání a další mechanické vlastnosti.

Biodegradace

V souvislosti se schopností biodegradace dělíme hydrogely na rozložitelné a nerozložitelné v biologickém prostředí. Za přítomnosti kyslíku se jedná o aerobní biodegradaci a produkty jsou biomasa, voda, oxid uhličitý a případně další organické látky. Produkty anaerobní biodegradace, bez přítomnosti kyslíku, jsou prakticky totožné jako u aerobní, jedinou výjimkou je přítomnost metanu. Samotná biodegradace neboli rozklad polymeru, má za následek úbytek hmotnosti nebo jeho nefunkčnost (Gareis, 2013).

Při výběru vhodného hydrogelu je nutné brát ohled na dobu jeho rozpadu. Její rychlost ovlivňuje mnoho činitelů, přes typ hydrogelu, prostředí, ve kterém se nachází až po stálost okolní teploty (García a kol., 2013).

Biokompatibilita

Požadavek, aby užívané hydrogely byly biokompatibilní je stěžejní v případě použití hydrogelů v kontaktu s živými organismy. Tuto vlastnost mohou splňovat jak přírodní, tak i syntetické materiály a jejich kombinace. (Koutský, 1997)

Podstatou biokompatibility je, aby hydrogel svojí přítomností a působením nevyvolával žádné nežádoucí účinky. Žádoucí účinky naproti tomu mohou být až ve třech rovinách. Biotolerantní, kde mezi hydrogelem a jeho okolím může vznikat spojovací vazivová vrstva. Dále bioinertní materiály, které jsou přijaty, ale nedochází k žádné interakci s okolím. A bioaktivní, jejichž hlavním účelem je interakce a například narušení klidového stavu v organismu (Gibas, 2010).

Bobtnání

Největší výhodou hydrogelu, která vychází z jeho vlastní podstaty, je schopnost absorbovat kapalinu. Díky absorpci hydrogel následně bobtná a zvětšuje tím svůj objem, jak je znázorněno na obrázku 4. Toto bobtnání může být omezené nebo neomezené. Bobtnáním dochází k vyplňování polymerních sítí hydrogelu vstřebávanou kapalinou. Při omezeném bobtnání přijme hydrogel pouze tolik kapaliny, dokud vzniklý lyogel

nenaroste do maximální hranice, kterou mu jeho vazebná síť dovolí. Neomezené bobtnání začíná stejným způsobem, nicméně díky slabší vazebné síti dojde k rozpuštění hydrogelu (Roy a kol., 2010). Hranice mezi nerozpustností a rozpustností hydrogelu se nazývá rovnovážný stupeň bobtnání. Dalšími faktory, které bobtnání ovlivňují mohou být materiál, ze kterého je hydrogel vyroben a jeho porosita (Fariba, 2010).



Obr. 4: Ukázka hydrogelu v práškové podobě a po nabobtnání (<https://www.gefa-fabritz.de/en/stockosorb-660-medium.html>)

Mechanické vlastnosti

Mechanické vlastnosti, které jsou hlavně sledovány v souvislosti s hydrogely jsou především elasticita a viskóznost, nebo také viskoelasticita.

Tyto vlastnosti ovlivňují pružnost nabobtnalého hydrogelu, kdy při její nedostatečnosti může docházet až k předčasné ztrátě tekutiny. Vliv na mechanické vlastnosti může také mít okolní teplota, tlak, vnější prostředí a jiné (Meissner, 1987).

3.4.3 Použití hydrofilních polymerů

Možnost aplikace hydrofilních polymerů je velmi široká. Ve většině případů jsou využívány především pro jejich retenční schopnost. Je prokázáno, že některé z modernějších hydrogelů jsou schopny absorbovat 400 až 1500násobek váhy své sušiny ve vodě. V minulosti byli využívány především pro výrobu hygienických prostředků (dětské pleny či hygienické vložky) a v různých podobách byla jejich aplikace využívána pro regeneraci ropy a čištění vody. Posledními z možností využití bylo

zpracování potravin a výroba obvazového materiálu (Peterson 2002). Hydrogely začaly být označovány jako bioinsporativní materiály. Jako bioinsporativní 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. Za první osobu, která využila aplikační schopnosti hydrogelu je považován profesor Otto Wichterle, který v roce 1961 vynalezl kontaktní čočky (VŠCHT, ©2014).

Dnešní využití hydrogelů je v největší míře v lékařství, tkáňovém inženýrství či výrobě hygienických pomůcek a zemědělství a lesnictví. 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. Absorpce tekutiny s léčivem a jeho následné uvolňování je využíváno pro řízené podávání léků.

Obvazy k léčbě popálenin pokryté hydrogelem mají hned několik účelů. 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. Hydrogel se podobá živé tkáni či chrupavce. Díky jeho biokompatibilitě dochází k postupnému prorůstání buňkami a následné regeneraci poškozené oblasti. (Jin, 2010).

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).

Hydrogely s obdobnými schopnostmi, vyšší bobtnací kapacitou, jsou využívány také v zemědělství a v poslední době i lesnictví. Mělo by se jednat o hydrogely s dostatečným síťováním, aby bobtnací kapacita byla omezená. Účinnost hydrogelu je odhadována až na několik let. (Tučeková 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 rostlin či sadby (Kazanskii, 2008).

3.4.4 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 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 máčeni, jak je znázorněno na obrázku 5, jsou i nejmenší kořeny pokryty hydrogelem, což je chrání před vysušením. 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 je logické, že při přesazování školkové sadby může docházet k jejímu poškození. Hydrogel tak nahradil jílovou kaši, která byla využívána dříve (Sloan, 1994).

Podle Sloana (1994) má metoda máčení kořenů velmi malý vliv, pokud je sadba určena k dlouhodobějšímu skladování, jelikož při následné výsadbě nebyla prokázána nižší mortalita. Bates a další (2004) provedli kontrolní studii, kdy byly využity 3 různé hydrogelové kořenové 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 0,75mm, hrubší z kořenů odpadá (Sarvaš, 2003).



Obr. 5: Máčení kořenů v hydrogelové lázni (https://www.researchgate.net/figure/Dipping-of-root-systems-of-seedlings-in-hydrogel-immediately-before-planting_fig8_318380219)

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. Je tak možno kompenzovat dostatečnou závlahu v suchých místech a zároveň dochází z udržování iontů 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 písčitéch 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 6 je znázorněn efekt hydrogelu kdy nabobtná a tím zadržuje vláhu u kořenového systému.



Obr. 6: Hydrogel umístěn u kořenového systému rostliny (<http://www.hidrogel.es/>)

3.4.5 Historie a současnost využití hydrofilních polymerů

První studie, které se problematikou využití hydrogelu a snahou o ověření jeho prospěšnosti v lesnictví zabývaly, se datují již do padesátých let minulého století (Sloan, 1994). Postupně docházelo k obdobným pokusům především v oblastech, které trpí nedostatečnou či nepravidelnou závlahou. Tyto tendence, studovat využití hydrogelu v prostředí, kde mohou jeho vlastnosti obzvláště pomoci našťěstí 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. V dnešní době se aplikací stimulačních prostředků při výsadbě smrku a buku zabýval například Repáč a kol. (2010).

V poslední době vstupuje s rozvojem zkoumání využití hydrofilních polymerů do popředí i téma mykorhizace. Tedy vzájemné symbiózy rostliny a mykorhizní houby skrz kořenový systém. Díky tomu dochází k lepšímu toku energie a živin. Houba rostlině umožňuje zvýšený příjem živin a vody a napomáhá vstřebávání takových živin, které by

rostlina sama nebyla schopna absorbovat. Jako výsledek je tedy živinami lépe zásobená rostlina, která vykazuje zvýšenou odolnost oproti suchu a různým toxinům a chorobám. V lesních porostech se přirozeně vyskytují jak mykorrhizní, tak i nemykorrhizní rostliny. Vzhledem k existenci nemykorrhizních druhů a z důvodu potřeby vylepšení vlastností půdy při plánované výsadbě v oblasti s půdou chudou na množství a kvalitu živin, je dnes využívána i takzvaná umělá mykorrhizace, kdy jsou tyto houby do půdy přidávány uměle, a to jak při přípravě půdy, při výsadbě či školkování (Repáč a kol., 2010)

Ze závěrů, uvedených v této kapitole se dá dovodit, že pozitivní vliv hydrogelu na snížení úmrtnosti sadby, zvýšení nárůstů a objemu kořenů je nezanedbatelný. Potřeba vody při výsadbě se pohybuje okolo 50-90 % tak, aby nedocházelo k zasychání jemných kořenů (Chalupa, 1997). Výsledky se ovšem velmi liší v závislosti na okolním prostředí, druhu půdy, druhu vysazované rostliny, velikosti zrn zvoleného hydrogelu a přítomnosti přirozené vláhy v půdě. Podstatné je také, zda se jedná o krytokořennou či prostokořennou sadbu, kdy krytokořenná sadba je chráněna balem, což jí samo o sobě již poskytuje ochranu před poškozením (Mauer, 2006).

Pro ověření vhodnosti využívání hydrofilních polymerů při obnově lesa byla zvolena poslední uvedená metoda použití hydrogelu, přidání při výsadbě. Výsadba se konala v období září v prostou Národního parku Šumava v okolí obce Prášily. Vysazována byla krytokořenná sadba buku lesního, balená po šesti kusech. Zvolena byla jamková

4 Metodika

V kapitole níže bude nejprve představena výzkumná plocha, volba druhu výsadby a sazenic. Popsán bude i samotný postup výsadby včetně míchání a přidávání hydrogelu. Pro úplnost procesu bude popsán i způsob měření, a to jako úvodní, tak i kontrolní.

4.1 Charakteristika výzkumné plochy, sazenic a výsadby

Pro výzkumnou sázeční plochu bylo zvoleno území nacházející se v NP Šumava, revír ÚP Prášily, úsek Slunečná. Jedná se o 6. lesní vegetační stupeň., kdy jsou vlastnosti stanoviště charakterizovány skupinou lesních typů 7G1. Mateřský porost tvoří různověká střední kmenovina. Zastoupení dřevin ve věku 114 let je z 80 % borovice lesní a 20 % smrk ztepilý v zakmenění 1. Pro porost ve věku 10 let je zastoupení dřevin ze 70 % jedle bělokorá, z 19 % smrk ztepilý a ojediněle jeřáb ptačí, bříza bradavičnatá a borovice lesní v zakmenění 10. Na obrázcích 7 a 8 je znázorněn stav výzkumné plochy před výsadbou. Tato a další fotografie dále použité v této práci byly pořízeny autorem v říjnu 2018 a dubnu 2019.



Obr. 7 a 8: Stav výzkumné plochy před výsadbou (archiv autora)

Pro detailnější přehled o zvolené výzkumné ploše je v příloze 1 uveden Výpis z hospodářské knihy. Hlavní ohrožení porostu v této oblasti představuje poškození mrazem a okus zvěří. Doporučena je z toho důvodu důsledná ochrana proti zvěři. Umístění výzkumné plochy je znázorněno na obrázku 9.



Obr. 9: Lokalizace výzkumné sázecí plochy (www.mapy.cz upravil Trutnovský, 2019).

Na výzkumnou plochu byly v říjnu 2018 vysazeny krytokořenné sazenice buku lesního (*Fagus sylvatica*) ve věku 6 let (2+2+k2) znázorněny na obrázku 10. Při posledním přesazení byl použit obal Quickpot – QP 6T/20, sazenice byly baleny po 12 kusech. Přílohu 2 tvoří průvodní list sadebního materiálu. S přihlédnutím k poloze a vzhledu výzkumné plochy byla pro výsadbu byla zvolena jamková výsadba sekeromotykou, která byla již v této práci popsána dříve a jak je znázorněno na obrázku 10. Spon byl zvolen nepravidelný vzhledem k potěžbovým zbytkům na ploše. Jako přirozená ochrana byly při výsadbě využity pařezy a další terénní nerovnosti.



Obr. 10: Krytokořenné sazenice a následná jamková výsadba (archiv autora)

Před samotnou výsadbou proběhlo prvotní měření vysazovaných sazenic z důvodu získání vstupní dat. Měřena byla výška jednotlivých sazenic a kořenový krček. Pro měření tloušťky kořenové krčku bylo použito posuvné měřítko, pro měření výšky vysunovací metr viz níže uvedené obrázky 11 a 12.



Obr. 11 a 12: Měření výšky a kořenové krčku sazenice před výsadbou (archiv autora)

4.2 Zvolený přípravek a jeho aplikace

Pro ošetření sazenic byl zvolen přípravek Stockosorb 660 Medium (výrobce Evonik, Německo). V příloze 3 je uveden Bezpečnostní list tohoto přípravku. Pro aplikaci byla na základě zvolené výsadbové metody vybrána metoda přidání již naředěné látky do výsadbové jámy. Chemická látka nebyla mísená se zeminou. Postup je znázorněn na obrázku 13. Polovina sazenic (100 ks) byla přípravkem ošetřena a polovina ne. Neošetřené sazenice slouží jako kontrola.



Obr. 13: Přidání finální podoby chemické látky do výsadbové jamky (archiv autora)

Velmi důležitým tématem, které muselo být vyřešeno byl poměr mísení zvoleného hydrofilního polymeru a vody. Výrobce tuto skutečnost pro zvolenou metodu neuvádí. Hlavní snahou bylo zvolit takový mísící poměr, aby výsledná chemická látka nebyla příliš řídká, či dokonce nedegradovala díky přílišnému množství vody, nebo naopak nebyla

příliš hustá a nezůstávala pouze u malé části kořenového valu. Z vyzkoušených mísicích poměru od 1:25 až 1:300 byl nakonec jako ideální zvolen poměr 1:100.

Množství přidané látky se pohybovala okolo 1,5 dcl viz obrázek 14. Na závěr výsadby byla vzhledem k ohrožení dané výzkumné lokality provedena individuální ochrana sazenic proti okusů zvěří chemickým repelentem.



Obr. 14: Dávka chemické látky ve výsadbové jamce (archiv autora)

Pro budoucí snadnou orientaci v terénu byly hraniční body (strom, kámen) kontroly a ošetřené výsadby označeny, jak je znázorněno na obrázku 15.



Obr. 15: Označení hraničních bodů ošetřené a kontrolní výsadby (archiv autora)

4.3 Kontrolní měření

Pro získání kompletních dat bylo v dubnu 2019 (po ustoupení sněhové pokrývky viz obrázek 16) provedeno kontrolní měření, a to jak na ošetřených sazenicích, tak i na kontrole. Metodika měření zůstala pro zachování srovnatelnosti výsledků identická jako při výsadbě. Měřena byla tudíž výška jednotlivých sazenic vysunovacím metrem a kořenový krček posuvným měřítkem, jak je uvedeno na obrázku 17.



Obr. 16: Stav výzkumné plochy duben 2019 (archiv autora)



Obr. 17: Kontrolní měření v dubnu 2019 (archiv autora)

5 Výsledky

V následující kapitole budou shrnuty jednotlivé výsledky měření a hodnocení optické vitality sazenic, a to jak ošetřených hydrogelem, tak i kontroly. Provedeno bude také zhodnocení zvolené metody a poměru aplikace hydrogelu.

5.1 Posouzení vlivu hydrofilních polymerů na ujímavost sazenic

Posouzení vlivu aplikace hydrofilních polymerů bylo provedeno zejména v rešerš části této práce. Z popsaných závěrů lze vyvodit, že byl prokázán pozitivní vliv, který mají hydrofilní polymery na ujímavost sazenic, a to ať jsou použity při školkování, přepravě, nebo při výsadbě. Stejných závěrů bylo dosaženo v rámci této práce při výsadbě buku lesního, kdy byl do výsadbové jamky přidán hydrofilní polymer Stockosorb medium 660 tak, jak bylo popsáno v kapitole pojednávající o metodice. Za sledované období nedošlo díky aplikaci hydrofilního polymeru Stockosorb k podstatnému sesychání kořenového krčku ošetřených sazenic v porovnání s kontrolou. Bylo prokázáno, že k sesychání došlo ve větší míře u kontroly, sazenic bez přidaného hydrogelu, jak je znázorněno v tabulce 1.

	Průměr koř. krčků úvodní měření	Průměr koř. krčků kontrolní měření	Rozdíl
Sazenice s hydrogelem	7,69	7,23	0,46
Sazenice bez hydrogelu	7,77	7,03	0,74

Tabulka 1: Porovnání poměrů šířky kořenových krčků z úvodního a kontrolního měření (archiv autora)

5.2 Posouzení vhodnosti zvolené metody a poměru aplikace hydrogelu

Jak již bylo popsáno v rámci metodiky, byla zvolena metoda přidání namíchaného hydrogelu do výsadbové jamky. Na volbě metody pro aplikaci nebyli prokázány žádné nedostatky. Přidání látky do jamky bylo nenáročné a nevyžadovalo dodatečné úpravy v postupu. Stejně tak princip v ošetření 100 ks sazenic a ponechání 100 ks neošetřených jako kontrola byl vyhodnocen jako vhodný.

Pro naplnění cíle spočívajícího ve zvolení a ověření vhodného míšícího poměru hydrogelu a vody bylo nutné vyzkoušet několik různých poměrů, jak je rozpracováno v metodickém postupu. Zvolený poměr 1:100 byl vyhodnocen jako ideální a nebylo nutné přistoupit v rámci aplikace při výsadbě k jeho úpravě. Stejně tak vyhovovalo zvolené množství přidané dávky, které se pohybovalo okolo množství 1,5 dcl.

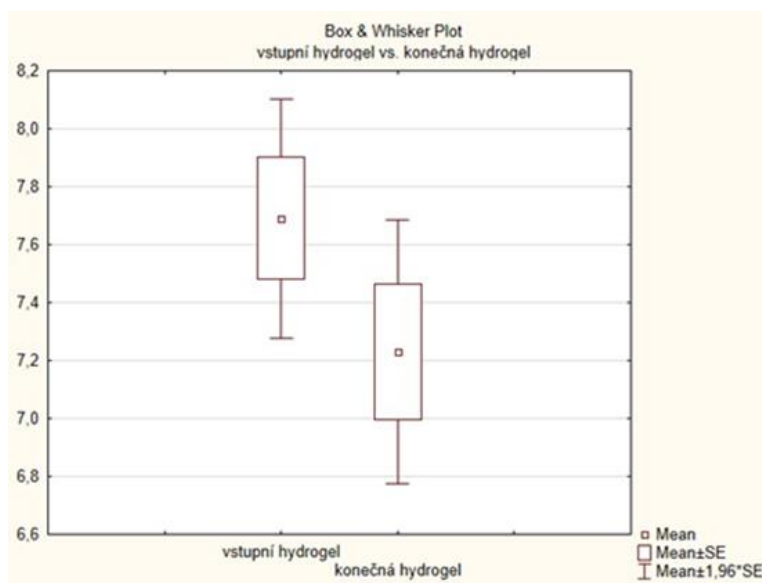
5.3 Statistické ověření a prezentace výsledků

Pro následné statistické ověření bylo využito dvouvýběrového t-testu, výsledné hodnoty jsou znázorněny v tabulce 2. Je nutno podotknout, že počet měření (vstupní a výstupní hodnota) není dostatečný, aby byla statistika zcela validní.

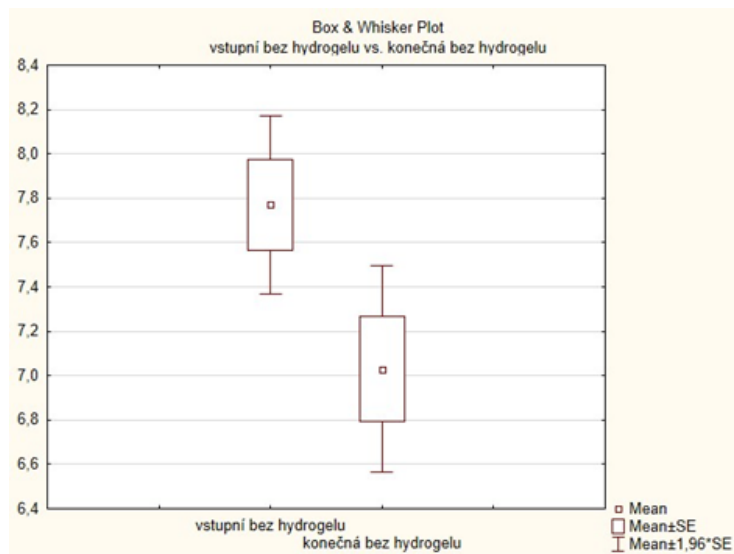
Group 1 vs. Group 2	F- ratio Variances	p	Levene F	Levene p
S hydrogelem vs. Bez hydrogelu	1,51059	0,25336	0,041541	0,017746

Tabulka 2: Výsledné hodnoty t-testu vstupních a kontrolních dat (archiv autora)

Výsledné hodnoty uvedené v tabulce 1 jsou dále znázorněny v podobě tzv. krabicových grafů. Jedná se o grafické znázornění jak vstupní a výstupní hodnoty šířky kořenových krčku sazenic ošetřených hydrogelem, na obrázku 18, tak i těch neošetřených na obrázku 19.

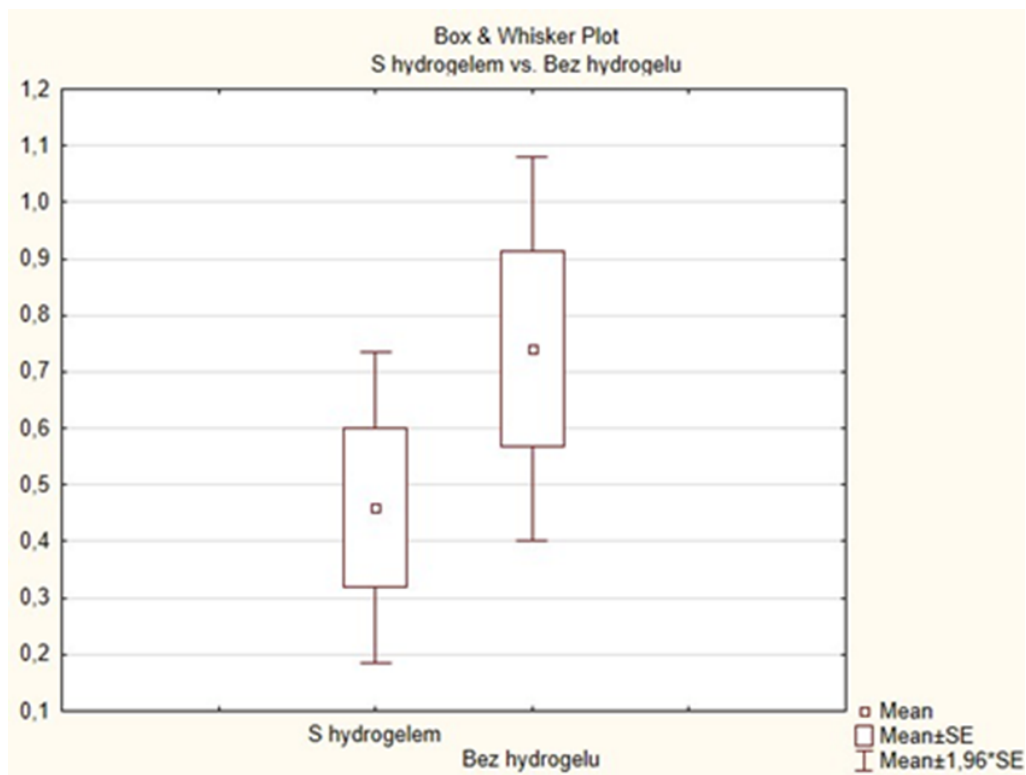


Obr. 18: Grafické znázornění a porovnání vstupních a výstupních hodnot sazenic s hydrogelem (archiv autora)



Obr. 19: Grafické znázornění a porovnání vstupních a výstupních hodnot sazenic bez hydrogelu (archiv autora)

Pro účely této práce je nejvíce vypovídající znázornění výsledků na obrázku 20. Porovnávají na něm jsou průměrné hodnoty seschnutí kořenových krčků ošetřených a neošetřených sazenic. I z grafu je patrné, že sazenice ošetřené přidáním hydrogelu vykazují menší průměrné seschnutí než sazenice sloužící jako kontrola.



Obr. 20: Grafické znázornění průměrného seschnutí ošetřených a neošetřených sazenic (archiv autora)

6 Diskuse

Na základě výsledků zkoumání, které byly prezentovány v předchozí kapitole je možné říci, že využívání hydrofilních polymerů v oblasti obnovy lesních celků má, vzhledem k predikovanému poklesu srážek a nedostatku vláhy, své místo. Prokázal to v první řadě Chalupa (1977), již v 60 letech minulého století, kdy jeho výzkumy potvrdily, že ztráta vláhy může vést k vážnému fyziologickému poškození (zaschnutí kořenů) rostlin, což značně sníží procento jejich ujímavosti.

Závěry, které uvádí Sloan (1994) při popisu několika možností aplikace hydrogelu při samotné výsadbě jsem si měl možnost ověřit i já při zvolené metodě přidání do výsadbové jámy. Podle mého zkoumání mohu potvrdit, že je tato metoda nenáročná na realizaci a pro zvolenou výzkumnou lokalitu byla naprosto vyhovující (silně zabuřnělá, potěžbové zbytky). Do budoucna s rozvojem mechanizace může dojít k jejímu zautomatizování a nárůstu využívání (Neruda, 2010) a to i v případě přidávání hydrogelu při výsadbě, jak uvádí Holuša (2018).

Díky dopodrobna popsaným výzkumům Sarvaše a Tučkové (2003), ale i Sarvaše a kol. (2007), kteří jako první zkoumali využití hydrofilních polymerů v lesích jsem měl jasnou představu, co od práce s hydrogelem očekávat a jak jej správně aplikovat. Zvolený poměr 1:100 byl podle mého názoru zvolen správně. S namíchanou látkou se dobře manipulovalo, zbytečně nestékala, ani se netvořila jednotná hrudka, kdy by účinky hydrogelu působily pouze na omezený část kořenů. Jelikož jak Sarvašovi a Tučkové, (2003), tak i Sarvašovi a kol. (2007) podařilo prokázat, že je možné zaznamenat kladný vliv ošetření hydrogely na ujímavost sadby, mohl jsem s nimi následně porovnat své závěry i přesto, že mé výsledky nemohly být dostatečně statisticky ověřené z důvodu nedostatečného kontrolního vzorku. K tomuto došlo především díky krátkému odstupu mezi dobou výsadbě od kontrolního měření, díky čemuž byla k dispozici pouze data ze dvou měření.

7 Závěr

Jak již bylo popsáno v úvodu, nosným tématem této práce je zajištění maximální možné ujmavosti sazenic při obnově lesních celků z důvodu ohrožení vodním stresem. V průběhu celé rešeršní části se práce tudíž soustředila na možná ohrožení obnovy lesa a na příležitosti, jak tento problém řešit.

V první části je dopodrobna popsána problematika vývoje klimatických změn, faktorů, které je ovlivňují a možných dopadů těchto změn. Jako největší problém byla pojmenována narůstající teplota při současném úbytku srážek a zvyšující se evapotranspiraci. Kombinace těchto efektů znamená vážné ohrožení ujmavosti sazenic při výsadbě a narušení následného řádného vývoje sadby. V případě nedostatečné vláhy není možné očekávat, že stromky budou vykazovat požadovanou vitalitu ani přírůstky.

Díky popsání dopadů klimatických změn na obnovu lesa se práce mohla dále zabývat právě touto problematikou. Jaké jsou dosavadní trendy ve způsobech obnovy lesa, zda je třeba řešit nějaké nedostatky a také kam by se toto odvětví nadále mohlo ubírat. Při samotné výsadbě je poměrně snadné hydrofilní polymery aplikovat, zmíněny byli tedy nejužívanější metody a jejich dosavadní zkoumání.

Z důvodu nutnosti blíže přiblížit samotnou výzkumnou látku se celá závěrečná kapitola rešeršní části zabývá hydrofilními polymery. Jak vznikají a jaké jsou jejich základní vlastnosti. Popsána byla široká škála jejich využití s důrazem na použití v lesnictví. Využívání hydrofilních polymerů v rámci výsadbě, jako ochrana před ohrožením vodním stresem se zdá být ideálním řešením, které bylo doposud nalezeno. Přestože již na toto téma existuje mnoho vědeckých studií a stále častěji je toto téma zpracováváno i jako téma závěrečných prací. Prokázané výsledky vykazují značný rozptyl jak zjištěných závěrů, tak i naměřených výsledků. Z tohoto důvodu bude třeba ještě mnoho let obdobného zkoumání, aby výsledky byly dostatečně empiricky potvrzené a hydrofilní polymery začaly být opravdu využívány v takové míře, v jaké bude třeba.

V rámci zhodnocení výsledků této práce muselo být konstatováno, že nelze zjištěné výsledky nadále využívat, jelikož je nebylo možné staticky ověřit z důvodu nedostatečného množství měření. Z tohoto důvodu by bylo jistě vhodné v měření nadále pokračovat, zaznamenávat a v rámci Diplomové práce výsledky již empiricky ověřit.

8 Seznam literatury

Odborné publikace

- 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: 328-335.
- Barros V. 2006: Globální změna klimatu. 1. vyd. Praha: Mladá fronta, Praha.
- Bates RM., Sellmer JC., Despot DA. 2004: Assessing Christmas tree planting procedures. *Combined Proceedings International Plant Propagators' Society* 54: 529-531.
- Beniston M., Innes J.L. 1998: *The Impact of Climatic Variability on Forests*. Springer, Berlin.
- Braniš M., Hůnová I. 2009: *Atmosféra a klima. Aktuální otázky znečištění ovzduší*. Karolinum, Praha.
- 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: 663-672.
- Čermák J., 2016: Les a voda v hydrologickém cyklu krajiny. Zpravodaj ochrany lesa, Škodliví činitelé v lesích Česka 2015/2016. S 1-65.
- 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. *Forstwissentschaftliches Centralblatt*.
- Dub O., Němec J. 1969: *Hydrologie*. SNTL, Praha.
- Duda M. 1995: *Obnova lesa, ochrana a výchova porostů*, Benešov: IVV MZe ČR, Benešov.
- Gareis R., Schrieber H. 2013: *Biomaterials science: an introduction to materials in medicine*. 3 vyd. Amsterdam: Elsevier, Amsterdam.
- Henderson JC., Hensley DL. 1985: Hydrophilic gels can influence nutrient retention in media. *American Nurseryman* 162(9): P. 110-113.

- Henderson JC., Hensley DL. 1987: Effect of a hydrophilic gel on seed germination of three tree species. *HortScience* 22(3): P. 450-452.
- Hrib M., 2009: *Lesy v České republice*. Consult, Praha.
- Holuša J. 2018: Nejvíce mě těší projekty s jasnou návazností do praxe. *Zpravodaj ČZÚ v Praze. Živá univerzita* 4/2018: S. 1-48.
- Hruška J., Oulehle F. 2009: Lesy v globálním koloběhu uhlíku, Jak dalece jsou významným hráčem?. *Vesmír* 88, 7/2009, S 1-496.
- 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.
- 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.
- Kadrožka J. 2008: *Globální oteplování Země: Příčiny, průběh, důsledky, řešení*. 1. vyd. Brno: VUTIUM, Brno.
- Kalvová J., Moldan B. 1996: *Klíma a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů*. Praha: Karolinum, Praha.
- Kasapis S., Norton I. T., Ubbink J. B. 2009: *Modern Biopolymer Science – Bridging the divide between fundamental treatise and industrial application*. Elsevier, Cambridge.
- Klouda M. 1988: *Normování práce*. Praha: MZLVH ČSR, Praha.
- 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*. Praha: Karolinum, Praha.
- 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. Plzeň: Vydavatelství Západočeské univerzity, Plzeň.
- Kovář K., Hrdina V., Bušina F. 2013: Pěstování lesů. Písek.
- Kutílek M. 2008: Racionálně o globálním oteplování. Praha: Dokořán, Praha.
- Kysel M., Blahota L., Gerák J. 1990: Stroje a zariadenia v lesníctve. 2. vyd. Bratislava: Príroda, Bratislava.
- Lenocho J. 2014: Dějiny lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu. Učební text. 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. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha.
- Metelka J. 2009: Modely klimatu. Klimatická budoucnost světa. In: Němec, J., Kopp, J. (ed.), Vodstvo a podnebí v České republice, Consult, Praha.
- Nátr L. 2006: Země jako skleník: Proč se bát oxidu uhličitého?. 1. vyd. Academia, Praha.
- Neruda J., Simanov V. 2010: Technika a technologie v lesnictví. dotisk. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
- Neuhöfeová, P. 2006: Historie a vývoj lesů v českých zemích. Praha: ČZU v Praze, Praha.
- Petřík M., Havlíček V., Uhrecký I. 1986: Lesnícka bioklimatológia. Príroda, Bratislava.
- Petříček V. 1984: Mechanizační prostředky v lesnictví. Státní zemědělské Nakladatelství, Praha.
- 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.
- 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: 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. Zvolen: 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): P. 1–310.
- Sedlařík V. 2011: Studijní opory k přednáškám z předmětu: Polymery a životní prostředí. Nevydáno. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Zlín.
- Simanov 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: P. 1-148.
- 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): P19-26.
- Suchomel J., Kulhavý J., Zejda J., Plesník J., Menšík L. 2014: Ekologie lesních ekosystémů. Učební text. Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- Švec P. 2016: Nejméně je vody na Moravě. *Mladá Fronta Dnes*, Praha.
- Tučeková A., Halák A., Slamka M. 2008: Hydrogely v umelej obnově lesa, *Forestry Journal*, 54 (4): P. 1–389.
- Vysoudil M. 2004: Meteorologie a klimatologie. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc
- Werden L., Alvarado P., Zarges S., Calderón E., Schilling E., Guitiérrez 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 (3): P. 1-1028.

Legislativní zdroje

- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích, v platném znění.
- ČSN 482115: Sadební materiál lesních dřevin. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Věstník ÚNMZ č. 8/2010, 2010. 17.

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>> .
- Anonym, 2019: Beaufortova stupnice (online) [cit. 2019.04.19], dostupné z <https://cs.wikipedia.org/wiki/Beaufortova_stupnice>.
- 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>. ISBN 80-7080-579-X>.
- Boateng, J. 2008: Wound healing dressings and drug delivery systems: A re-view. Journal of Pharmaceutical Sciences (online) [cit. 2019.03.12], dostupné z <<http://doi.wiley.com/10.1002/jps.21210>>.
- ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, 2007: Základní informace o změně klimatu, příčinách a podadech (online) [cit. 2019.03.29], dostupné z <<http://www.chmi.cz/cc/inf/index.html>>.
- Evropský parlament, ©1951: Pařížská smlouva (online) [cit. 2019.03.28], dostupné z <<http://www.europarl.europa.eu/about-parliament/cs/in-the-past/the-parliament-and-the-treaties/treaty-of-paris>>.
- 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>.
- 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>.
- 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>>.
- 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>>.
- 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>.
- Masuda, F. 1994: Trends in the Development of Superabsorbent Polymers for Diapers American chemical society (online) [cit. 2019.03.22], dostupné z <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0144861707004456>>.
- Ministerstvo životního prostředí, ©2008: Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (online) [cit. 2019.04.01], dostupné z <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>.
- MZLU Brno, ©2001: Pěstování v heslech (online) [cit. 2019.03.10], dostupné z <https://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/index.html>.
- Oddělení komunikace, 2014: Profesor Otto Wichterle (1913-1998). (online) [cit. 2019.04.05], dostupné z <<https://www.vscht.cz/skola/historie/wichterle>>.
- 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>>.
- 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>>.
- 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>>.
- WMO, 2010: Understanding Climate (online) [cit. 2009.04.03], dostupné z <http://www.wmo.int/pages/themes/climate/understanding_climate.php#d>.
- Obr. 1: <www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/carbon-and-other-biogeochemical-cycles/> [cit. 2009.04.03].
- Obr. 4: <<https://www.gefa-fabritz.de/en/stockosorbr-660-medium.html>> [cit. 2009.04.03].
- Obr. 5: <https://www.researchgate.net/figure/Dipping-of-root-systems-of-seedlings-in-hydrogel-immediately-before-planting_fig8_318380219> [cit. 2009.04.03].
- Obr. 6: <<http://www.hidrogel.es/>> [cit. 2009.04.03].

9 Přílohy

Příloha 1 – Výpis z Hospodářské knihy

Majitel:	1000	LO:	13	Sumava	LHC:	382216	Platnost:	1.1.2016-31.12.2027	Usek:	Slunečná	Strana:	1045	Plocha:	31,27	Oddení:	128														
Kategorie/příkry:	31c	ZM/ST:			Přímno dřez:	D	(LSJZ):		Reviz:	NP ŠUMAVA	Plocha:	15,03	Díl:	A	Pod:	0														
Por. skupina:	23 / 1	Plocha por. skup.:	1,01	Les typ: T/G1	LVS:	6	ORP:		3214 - Sušice	Kód KU:	627054	Název KU:																		
Popis por. skup.:	V porostu výstatky SM a BO. Část porostu v oplocence. Důstřední ochrana proti zvět. Dle potřeby vylepšit.																													
Etáž:	1	Stav plocha etáže:	1,01	Kód majetku:	11	Srv. vsst.:		Model lž. %:	25%	Odměry / Odm. doba:	130/50	Prof. řezky:		Zalesnění:																
Typ vývoje lesa		%	cm	m	m3 s k.	Bonita abs.	Bon. rel. 3/2008Sb	Ročníky jehlic	Fenot. třída	Druh	%	Inse	Ná 1 pl. et.	Souše	CELKEM	Ná- havoř	Plocha ha	Objem m3	Plocha ha	Odměry m3	Ná- havoř	Plocha ha	Druh	Dle- vna	Zast. v %	Plocha ha				
780 114	1	BO	80	30	24	0,68	24	4	0	C			30		30															
		SM	20	30	26	0,79	26	4	0	C			10		10															
Etáž celkem:			100										40		40															
Por. skupina:	28 / 3 / 2	Plocha por. skup.:	11,59	Les typ: T/G1	LVS:	6	ORP:		3214 - Sušice	Kód KU:	627054	Název KU:																		
Popis por. skup.:	Trouštkové a výškové diferencovaný porost, rozdělen do několika částí. Opatrně zásahy s podporou zmlazení a strukturalizace porostu. Vr. OLS, Vr. Prášíly																													
Etáž:	2	Stav plocha etáže:	11,59	Kód majetku:	11	Srv. vsst.:		Model lž. %:		Odměry / Odm. doba:	130/50	Prof. řezky:		Zalesnění:																
780 15	2	SM	90		26	3	0																							
		JR	9		18	3	0																							
		BO	1		24	3	0																							
Etáž celkem:			100																											
Etáž:	3	Stav plocha etáže:	11,59	Kód majetku:	11	Srv. vsst.:		Model lž. %:		Odměry / Odm. doba:	130/50	Prof. řezky:		Zalesnění:																
780 35	1	SM	100	10	10	0,05	22	5	0				11		132															
Etáž celkem:			100										11		132															
Etáž:	28	Stav plocha etáže:	11,59	Kód majetku:	11	Srv. vsst.:		Model lž. %:	18%	Odměry / Odm. doba:	130/50	Prof. řezky:		Zalesnění:																
780 103	8	SM	70	35	27	1,08	26	4	0	C			299		3465															
		BO	27	34	25	0,93	24	4	0	C			86		995															
		BR	3	26	22	0,47	22	2	0	C			6		66															
Etáž celkem:			100										391		4526															
Por. skup. celkem:			100										402		4658															

Příloha 2 – Průvodní list sadebního materiálu

Průvodní list pro sadební materiál č. ...8...../.....82...../.....2018.....

Dodavatel: Správa Národního parku Šumava ulice 1. máje 260 385 01 Vimperk	Územní pracoviště Srní Srní 58 341 92 Kašperské Hory	Odběratel: ÚP PRAŠILY
Identifikační číslo: 00583171	Datum nabytí právní moci: 22.11.2013	
Číslo licence: 74393/2013 -MZE -16212/2464		

Český název	Vědecký název	Evidenční číslo uznané jednotky	Číslo potvrzení o původu	Kategorie	Typ zdroje	Oblast provenience	Původ
1. Buk lesní	Fagus sylvatica	CZ-2-2B-BK-3702-13-7-P		1	2B	13	2
2.							
3.							
4.							
5.							

Pořadí	Věk a způsob pěstování	Množství (ks)	Parametry		Forma počet balení	Druh obalu	Ostatní údaje	Označení klonu nebo smlsi klonů	Účel použití			Ostatní údaje	
			Výška od- do (cm)	Kořenový krček (mm)					Lesnický	Jiný	Množeno vegetativně		
1.	2+2+K2	2 100	26-35	5	350 ks obalů	QP 6T/20			ano			ne	
2.													
3.													
4.													
5.													


Doplňující údaje dodavatele:

Vystaven dne: 18.9.2018
 Razítko a podpis dodavatele (příp. osoby oprávněné jeho jménem průvodní list vystavit):
 Ing. Pavel Běločtý
 Převzal (jméno, podpis): Bc. Michal Pulce

EU - ROSTLINOLEKÁŘSKÝ PAS	CZ	POŘADÍ	1.	Č.pasu:	ZP:	RP:	COC:
Úřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský	Registrační číslo: 3561		2.	Č.pasu:	ZP:	RP:	COC:
			3.	Č.pasu:	ZP:	RP:	COC:
			4.	Č.pasu:	ZP:	RP:	COC:
			5.	Č.pasu:	ZP:	RP:	COC:

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
Bäkerpfad 25
47805 Krefeld
Nemecko
+49 (0) 2151-38-1370

E-mail: usgq-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 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: 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 C 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 známé

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 hasicí prostředky : vodní postřik, pěna, CO₂, suchý prášek
 Nevhodná hasiva : Plný proud vody

5.2. Zvláštní nebezpečnost vyplývající z látky nebo směsi

Oxid uhelnatý, oxid uhličitý

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 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:	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. Zajistěte přiměřené větrání.
Pokyny k ochraně proti požáru a výbuchu : Proveďte opatření proti elektrostatickým výbojům. Samotný produkt není výbušný; jemný prach však může se vzduchem vytvářet výbušné směsi. Zabraňte vzníkáni 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

Polyakrylát draselný, příčně zesít'ovaný. 25608-12-2
MAK (DFG) 0,05 mg/m3
Bežní alveolova 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 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: 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/cm³

9.2. Další informace

Sypná měrná hmotnost : cca. 600 kg/m³

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: Králík
Metoda: OECD 404
Poznámky: nedráždivý
- ✓ Těžké poškození očí/dráždění očí : Druh: Králík
Metoda: OECD 405
Poznámky: Slabé 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 kryších, 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 odstavec 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 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: 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 pruhované)
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 Cilientest (Prof. Gráf)

toxicita u mikroorganismů : Druh: Pseudomonas putida (Bakterie)
Délka expozice: 24 h
EC50: > 6.000 mg/l
Metoda: DEV L8

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 čističkách 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
 Vlastní zkoušky
 vlastní toxikologické a ekotoxikologické studie
 toxikologické a ekotoxikologické studie jiných výrobců
 SIAR
 OECD-SIDS
 RTK public files

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: 8 / 9



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 obdrženého 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 660 MEDIUM**

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

**Legenda**

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