

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra biotechnických úprav krajiny



**Návrh opatření pro obnovu lesa v oblastech s nedostatkem
srážek**

Diplomová práce

Diplomant: Bc. Jan Hós

Vedoucí práce: Ing. Jan Macků PhD.

© 2018 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Hós

Krajinné a pozemkové úpravy

Název práce

Návrh opatření pro obnovu lesa v oblastech s nedostatkem srážek

Název anglicky

Proposal for Reforestation in Areas With with Low Precipitation

Cíle práce

Hlavním cílem práce je posoudit možnosti pro nasazení stroje vyvíjeného na ČZU v Praze – rýhovacího zalesňovacího stroje s dávkovačem hydrofilního polymeru, pro obnovu lesa v oblastech s nedostatkem srážek. Dále popsat technické specifikace stroje a jeho chování v terénu.

Cílem práce je také shromáždit dostupné informace o využití hydrofilních polymerů při obnově lesa.

Metodika

Měření bude předcházet literární rešerše.

Bude provedena technická a technologická specifikace stroje na základě měření v dílnách ČZU a při následných testech v porostu.

Při testování v provozu bude sledováno chování stroje, zejména s ohledem na bezpečnost práce, efektivitu práce a terénní dostupnost. Bude posouzena i přesnost dávkování směsi a její chování v obnovní drážce.

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

obnova lesa, nedostatek srážek, hydrofilní polymer, rýhovací stroj

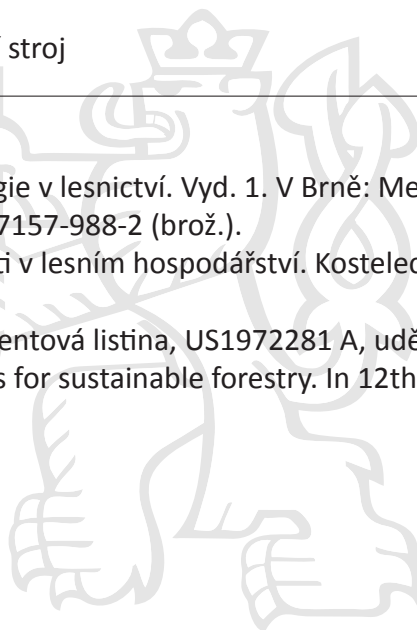
Doporučené zdroje informací

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

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

RALPH, W. R.: Method of an apparatus for reforestation, patentová listina, US1972281 A, udělen 1930

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



Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Macků, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra lesnických technologií a staveb

Elektronicky schváleno dne 1. 11. 2017

doc. Ing. Miroslav Hájek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 8. 11. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 11. 04. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Návrh opatření pro obnovu lesa v oblastech s nedostatkem srážek" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13. 4. 2018

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Janu Macků PhD., který pracoval na vývoji a konstrukci stroje pro obnovu lesa v oblastech s nedostatkem srážek, za pomoc při vedení mé práce, za nedocenitelné rady, nekonečnou trpělivost, skvělá doporučení a za poskytnuté literární prameny.

Návrh opatření pro obnovu lesa v oblastech s nedostatkem srážek

Abstrakt

V této diplomové práci je zpracováván jeden z mnoha možných způsobů obnovy lesa v oblastech s nedostatkem srážek. Jedná se o způsob strojové aplikace hydrofilního polymeru k sazenici při procesu výsadby do lesa. V rámci práce je konstrukce a stavba tohoto stroje popsána a je také vysvětlen princip, na jakém by měl tento stroj v budoucnu pracovat. Právě v souvislosti s tímto strojem v současnosti probíhá patentové řízení pro následné průmyslové využití.

Na začátku jsou v rešeršní části zpracovány zdroje, ze kterých jsou informace k tomuto tématu nejpřesnější a zároveň nejkompaktnější. Popsáno je nejprve klima České republiky, kde budou probíhat první testy tohoto stroje, ale popsány jsou i podmínky jinde na světě, kde se problém s nedostatkem srážek jeví jako stále větší, a kde by mohl být tento nebo podobný stroj velmi vítaným prostředkem a výsledek jeho práce dobrou cestou jak obnovit lesní porosty. Jsou také popsány látky, se kterými především bude stroj pracovat, a to jsou hydrofilní polymery. Látky, které velmi dobře váží molekuly vody a jsou tak pro tento způsob obnovy a aplikace ideální. V závěru rešeršní části je pak rozebráno a zkoumáno téma obnovy lesa. Zde jsou nejprve vysvětleny technické pojmy, které v dalších částech kapitoly výrazně zjednoduší pochopení pracovních procesů a funkcí jednotlivých strojů nebo jejich částí. Stručně se také jedna podkapitola věnuje konstrukci strojů. Podkapitoly pojednávající o přípravě, obnově a zalesňování pojednávají o jednotlivých fázích, které probíhají od období kácení až do období obnovy a vysazení nových stromů. Tématem posledních podkapitol v rešeršní části jsou typy zalesňovacích strojů tuzemské i zahraniční výroby a nakonec i samotný RZS-1, neboli rýhovací

zalesňovací stroj. Tento je ve výsledku základem a nosičem pro sázečí adaptér pro obnovu lesa s nedostatkem, srážek na jehož vývoj byl udělen grant TA ČR GAMA.

V metodické části práce je popsán proces stavby konkrétního stroje. Jsou představeny problémy z praxe, se kterými se celý vývojářský tým potýkal a následně i řešení, jež byla vyhodnocena a vybrána jako ta nejlepší. Problémy, které se týkaly nejen konstrukce a stavby stroje, ale také jednotlivých součástí, či například mísíciho poměru látky, se kterou by měl stroj pracovat.

Část věnující se výsledkům, část diskuzní a část závěrečná stručně shrnují, co bylo během výzkumu zjištěno, jak bylo náročné stroj zkonstruovat tak, aby vyhovoval všem očekáváním a požadavkům a jak by mohl být do budoucna použit.

Klíčová slova: hydrofilní polymer, nedostatek srážek, obnova lesa, porost, rýhovací stroj

Solution proposal of forest recovery in areas with not enough water supply

Abstract

This diploma thesis deals with one of many possible ways of restoring the forest in areas with low precipitation. This is a method of applying a hydrophilic polymer to a plant during the planting process. In this thesis, the construction of this machine is described in a very simplified way and also explains the principle on which this machine should work in the future. Nowadays is ongoing patent procedure for next industrial usage of this machine.

At first are described the sources in the search section, from which the information about this topic is the most accurate and the most complex. It describes the climate of the Czech Republic, where the first tests of this machine are going to be set, but there are described also conditions elsewhere in the world where the lack of precipitation seems to be getting bigger and where this or similar machine could be a very welcome means and its result work a good way to recover forest stands. There are also described substances with which the machine will mainly work and these are hydrophilic polymers. Substances that bind water molecules very well and are ideal for this recovery and application method. At the end of the research section, the topic of forest renewal is analyzed and researched. Here are first explained the technical expressions that in the next parts of the chapter will significantly simplify the understanding of the working processes and functions of individual machines or their parts. Briefly, one subchapter deals with the construction of machines. The subchapters dealing with preparation, restoration and afforestation are describing phases between the felling part and the renewal and planting of new trees. The topic of the last subchapter in the search section are types of afforestation machines of domestic and foreign production and finally the RZS-1 itself, the spreading afforestation machine. This is the basic platform and carrier for the adapter for forest renewal in areas with low precipitation which for was TA CR GAMA grant granted.

The methodical part describes the process of building a particular machine. There are described problems during entire work on the machine by the entire development team, and then a solution that was evaluated and selected as the best. Problems that were related not only to the designing and construction of the machine, but also to the individual components, or , for example, to the mixing ratio of the substance to which the machine should operate.

The part about the results, part of the discussion, and the final part briefly summarize what was discovered during the research, how difficult was to construct and set the machine to meet all expectations and requirements and how it could be used in the future.

Keywords: hydrophylic polymer, forest renewal, scoring machine, lack of precipitation, growth

Obsah

1	ÚVOD	10
2	CÍL PRÁCE	11
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	12
3.1	LES A KLIMA	12
3.1.1	<i>Vývoj lesů</i>	12
3.1.2	<i>Lesy ve starších dobách ledových</i>	12
3.1.3	<i>Doba čtvrtohorního zalednění</i>	13
3.1.4	<i>Lesy v pozdních dobách ledových</i>	13
3.1.5	<i>Les v přítomnosti</i>	14
3.1.6	<i>Migrace lesních druhů v Evropě</i>	15
3.1.7	<i>Vývoj klimatu</i>	15
3.1.8	<i>Činitelé ovlivňující klima</i>	15
3.1.9	<i>Význam klimatu</i>	15
3.1.10	<i>Vzájemný vztah klimatu a lesů</i>	16
3.1.11	<i>Klima na území České republiky</i>	16
3.1.12	<i>Změny klimatu a vliv na lesy</i>	16
3.1.13	<i>Vliv klimatu na diverzitu druhů</i>	17
3.1.14	<i>Vliv chemických látek na stromy a les</i>	17
3.1.15	<i>Chemické látky v lese</i>	18
3.1.16	<i>Les a voda</i>	18
3.2	HYDROFILNÍ POLYMER	19
3.2.1	<i>Popis látky označované jako gel</i>	19
3.2.2	<i>Hydrofilní polymer</i>	19
3.2.3	<i>Použití hydrofilních polymerů</i>	20
3.2.4	<i>Hydrofilní polymery v lese</i>	21
3.2.5	<i>Historie a výzkum hydrofilních polymerů ve vztahu k rostlinám</i>	21

3.3	OBNOVA	22
3.3.1	<i>Mechanizace a automatizace</i>	22
3.3.2	<i>Konstrukce strojů</i>	23
3.3.3	<i>Příprava pro zalesňování</i>	24
3.3.4	<i>Mechanizovaná obnova lesa</i>	27
3.3.5	<i>Zalesňování</i>	27
3.3.6	<i>Zalesňovací stroje</i>	27
3.3.7	<i>Pozitivní i negativní vliv na práci zalesňovacích strojů</i>	30
3.3.8	<i>Rýhovací zalesňovací stroj</i>	31
3.3.9	<i>Československý RZS-1</i>	32
3.3.10	<i>Další typy sázecích strojů</i>	34
3.3.11	<i>Bezpečnost práce</i>	34
4	METODIKA	35
4.1	APLIKACE LÁTKY	35
4.2	MÍŠÍ POMĚR	35
4.3	VELIKOST APLIKOVANÉ DÁVKY	36
4.4	KONSTRUKCE STROJE	37
4.5	FUNKCE STROJE	39
4.6	ZÁKLAD STROJE – RZS-1	41
5	VÝSLEDKY	45
6	DISKUZE	46
7	ZÁVĚR	47
8	POUŽITÁ LITERATURA	49

1 Úvod

Přepsat – je problém se suchými oblastmi, klima se horší, prostě všeobecný úvod.

V rámci studia magisterského oboru Krajinná a pozemková úprava na Fakultě životního prostředí na České zemědělské univerzitě bylo studium krajiny, hospodářských a lesních ploch velmi zajímavou a, z mého pohledu, nepostradatelnou součástí tohoto oboru. Zároveň je mi velmi blízká zemědělská i lesnická mechanizace a proto jsem volil právě toto téma pro svou diplomovou práci.

Předmětem studie této diplomové práce je navrhnout způsob obnovy lesa v oblastech s nedostatkem srážek. Byl vybrán způsob, při němž je strojově aplikován hydrofilní polymer k sazenici přímo při výsadbě. Já sám jsem byl součástí týmu, který na vývoji a konstrukci tohoto stroje pracoval a většina z informací v části metodika a výsledky jsou mé osobní zkušenosti a poznatky.

Na začátku práce je zpracována literární rešerše, v jejíchž podkapitolách jsou představeny hlavní témata, kterých se výzkum týkající se této diplomové práce týká. Jsou to témata o stále více se rozšiřujícím problému s nedostatkem srážek, zhoršování klimatických podmínek v ohledu k lesům a jejich obnově a hledání řešení právě pro tyto problémy.

Protože bylo vybráno téma, kdy je jedno z možných řešení právě použití hydrofilních polymerů při obnově lesa, je v této práci popisována i lesnická mechanizace na obnovu lesa.

Předtím, než je představen a tematicky rozebrán konkrétní stroj, jehož vývoj a konstrukce jsou v této práci představeny, je věnováno několik částí práce i zahraničním strojům pro obnovu, pro představu, kam by se mohl eventuálně nasměřovat další vývoj podobných strojů. Hlavní část, z těch které se věnují mechanizaci je věnována pro tuto práci tomu nejdůležitějšímu, československému rýhovacímu zalesňovacímu stroji RZS-1.

2 Cíl práce

Hlavním cílem práce je posoudit možnost pro nasazení stroje vyvíjeného na ČZU v Praze – rýhovacího zalesňovacího stroje s dávkovačem hydrofilního polymeru pro obnovu lesa s nedostatkem srážek. Takovýto stroj je právě vyvíjen a testován na ČZU v Praze díky získání grantu TA ČR GAMA – Sázecí adaptér pro obnovu lesa v oblastech s nedostatkem srážek. Díky práci tohoto stroje by měla být obnova lesa velmi efektivní a problém s rozšiřujícími se oblastmi sucha by mohl mít další velmi přínosné a vítané řešení.

V neposlední řadě je také jedním z cílů popsat technické specifikace stroje a jeho chování v terénu. Dalším cílem práce je také shromáždit dostupné informace o klimatu lesních oblastí v ČR i ve světě a poukázat na oblasti, které by právě na takovou obnovu byly vhodné. Posledním cílem je popsat hydrofilní polymery a jejich vhodné využití při obnově lesa.

3 Literární rešerše

3.1 LES A KLIMA

Kapitola obsahuje informace o vývoji nejen lesní vegetace od období poslední doby ledové. První podkapitoly a jejich části se věnují vysvětlení, proč se například vegetace popisuje právě až od této doby, dále pak jednotlivým obdobím, které jsou tematicky rozděleny především podle toho, jak se lesní vegetace měnila a co se v tomto odvětví dělo jinak, nebo nově.

Další podkapitoly se věnují oblasti klimatu, jehož změny a vlivy na lesní vegetaci jsou velmi důležitou součástí celé práce, především proto, že je nutné se na klima soustředit i v případě dalšího nového zalesňování, či lesního obnovování.

Poslední podkapitoly se věnují chemickým látkám a jejich použití v lese. Jedná se hlavně o látky jako jsou hnojiva a jiné chemické látky dodávány při výsadbě nebo v průběhu následné péče o lesní vegetaci.

3.1.1 Vývoj lesů

Vývoj lesů je, stejně jako vývoj všeho ostatního, velmi široce spojen s vývojem planety Země. Rody a druhy dřevin, které se v lesích vyskytovaly a vyskytují, se vyvíjely také. Za doby vývoje však některé druhy zcela zanikly a naopak některé nové se objevovaly.

3.1.2 Lesy ve starších dobách ledových

Dnešní lesní vegetace je dobře popsitelná až od období zániku posledního glaciálu. Není nijak přínosné vegetaci před tímto obdobím jakkoli popisovat, protože se nedochovaly žádné vědecky přijatelné důkazy o tom, jak to na území dnešní České republiky s lesní vegetací vypadalo. Je tomu tak především proto, že předchozí lesní vegetace se od té doby velmi významně přeměnila a dokonce některé druhy zcela zanikly a více se neobjevily. V období, výše zmíněném, tedy po zániku posledních zbývajících glaciálních ekosystémů, byly zaznamenány největší rozdíly a změny ve skladbě i výskytu druhů dřevin. Značný vliv pro vývoj lesů a lesní vegetace znamenal například příchod lidského druhu, velké změny

v průměrných ročních teplotách, nebo vyhynutí některých živočišných druhů (Chytrý a kol., 2007).

3.1.3 Doba čtvrtohorního zalednění

V době čtvrtohorního zalednění (pleistocénního zalednění) se oblast nynější České republiky nacházela v nezaledněném koridoru uzavřeném zejména ze severní a jižní strany ledovcovými útvary. Severní ledovcovou hranici tvořil pevninský ledovec a na jihu rozlehlý a mohutný horský ledovec, jehož pozůstatky pokrývají dnešní Alpská pohoří v oblasti Rakouska, Švýcarska a Itálie. Paleobotanické výzkumy z posledních let zaměřené právě na období poslední doby ledové poukazují na fakt, že tehdejší druhy dřevin a hlavně stromů, vyskytující se ve volné krajině a lesích, byly velmi blíže podobné těm, které se v krajině a lesích na území dnešního Česka vyskytují i dnes. Analýza dřevěného uhlí v oblasti dnešní východní Moravy a pylová analýza fosilních nalezišť rašeliny, které byly provedeny na několika místech dnešní východní Moravy, také potvrzují, že kolem let 48 000 – 28 000 před naším letopočtem, tedy v období posledního glaciálu se zde již vyskytovaly druhy jako *Acer*, *Corylus*, *Fagus*, *Tilia*, *Ulmus* atd. V případě, že by měla být tehdejší krajina a výskyt a skladba dřevinných druhů přirovnávána k nějakému z dnešních ekosystémů, nebo typu krajiny, byla by pravděpodobně nejbližší současné stepi v oblasti jižní Sibíře (Hewitt, 1999).

3.1.4 Lesy v pozdních dobách ledových

Doba pozdního glaciálu mezi roky 15 000 – 11 500 před naším letopočtem s sebou přináší především velké změny klimatu. Dochází k velkým výkyvům dlouhodobých průměrných teplot a střídají se období velmi chladná a období velmi teplá. Na území České republiky, jak bylo zmíněno výše, měla pravděpodobně krajina charakter stepi a pedologický charakter připomínal typ, který je dnes popisován jako spraš. Dařilo se zde převážně dřevinám rodu *Pinus*, *Betula*, *Juniperus* nebo *Picea*. Porosty ve vyšších až horských polohách byly tvořeny převážně dřevinami rodu *Pinus* a *Betula* a naopak nížiny a údolí byly porostlé společenstvími složenými z rodů *Juniperus*, *Picea* a *Salix* (Neuhäuslová, 2001).

Mezi roky 8000 až 2500 před naším letopočtem, kdy už oblasti dnešní České republiky definitivně prošly posledním stádiem posledního glaciálu, se začaly rozlehlejší lesní porosty vyvíjet na našem území velmi zdárně a ve velkém množství na nových, dříve neporostlých, lokalitách. To hlavně proto, že se klima přestalo tak výrazně měnit, voda v půdě, nejlépe

přístupná pro stromy, se ustálila a vznikala rozsáhlá rašeliniště, která sloužila jako velmi dobrý zdroj vody pro nově vzniklá lesní společenstva (Nožička, 1957). Toto období bylo považováno za klimatické optimum. Roční průměrné teploty se pohybovaly v hodnotách o dva až tři stupně vyšších, než je tomu v dnešní a množství srážek bylo po dlouhé době, kdy byl vláhý nedostatek, optimální. Oblastem nížin, pahorkatin a vrchovin vládly porosty dubových a smíšených dubových lesů a doplňovány byly velmi často právě dřevinami rodu *Tilia*, *Fraxinus* a *Ulmus*. Zvláště v nížinách ale později takto složené lesy postupně ustupovaly a to hlavně z důvodu příchodu lidského druhu. Byly káceny a vypalovány kvůli potřebě dřeva i kvůli stále více se rozšiřujícím zemědělským plochám. Proto pro pozdější období byl charakteristický výskyt lesů spíše ve vyšších polohách (Hewitt, 1999).

Kolem roku 2500 před naším letopočtem se začíná vegetační pokryv území České republiky velmi blízce podobat vegetačnímu pokryvu v dnešní době. Lesy se nijak výrazně nemění, jejich druhové složení se ustálilo. Člověk ale do krajiny a zvláště do lesů zasahuje stále častěji a hlouběji. A tak pokračuje tendence, kdy se lesní společenstva přesouvají a zůstávají už jen v horských a podhorských oblastech. V nížinách převládají porosty teplomilnějších dřevin jako je *Quercus*, ve vyšších polohách jsou pak lesní porosty četnější a rozlehlejší a jsou složeny z rodů *Fagus*, *Abies* a *Carpinus*. Ve vysokohorských oblastech dominují rozlehlé klečové porosty druhu *Pinus mugo*, který je v podstatě jeden z velmi malého spektra, který v takovýchto podmínkách může vegetovat (Neuhäuslová, 2001).

3.1.5 Les v přítomnosti

V době, velmi blízké současnosti, se díky lidské činnosti a s ní spojeným rozrůstajícím se průmyslem druhová skladba lesů, oproti postglaciálnímu období, znovu výrazně změnila. Hlavně však za poslední tři staletí, kdy se zvyšovaly požadavky na rozlohu pastvin, na množství páleného dřevěného uhlí a na surovou dřevěnou hmotu. V horských oblastech se ale lesní plochy udržely téměř beze změn a větších zásahů a díky tomu je možné studovat a dále popisovat přirozený a velmi starý ekosystém lesů na našem území z hlediska vodního režimu, z hlediska klimatických podmínek, z hlediska biologické druhové rozmanitosti rostlin i živočichů, ale také například z hlediska rekreačního významu pro člověka (Vacek, 2003).

3.1.6 Migrace lesních druhů v Evropě

Záznamy o post-glaciálních migracích lesních druhů v Evropě popisují tři hlavní cesty. Oblast severní Evropy byla pravděpodobně osidlována druhy, které zde rostou i dnes (*Alnus glutinosa*, *Quercus*, *Fagus sylvatica*, *Abies alba*), které přicházely převážně z jihu přes území Apeninského a Peloponéskeho poloostrova. Druhý směr migrace na sever Evropy směřoval od východu od Kavkazského pohoří a z oblasti Černého moře. Východní Evropa byla osidlována druhy pocházejícími z jihu, z jihovýchodu, ze severní Afriky a z Pyrenejského poloostrova. Střední Evropa byla místem, kde se všechny tyto tři směry setkaly a pravděpodobně právě proto je na našem území tak velká druhová rozmanitost (Ferris, 1995).

3.1.7 Vývoj klimatu

Změny klimatu na celém světě jsou nekončící proces změn, který můžeme zjednodušeně popsat jako řetězec interakcí mezi atmosférou, hydrosférou a biosférou. Tento řetězec je ovlivňován slunečním zářením a například také občas i sopečnou činností.

3.1.8 Činitelé ovlivňující klima

Jeden z nejdůležitějších činitelů, kteří ovlivňují klima celé planety, je člověk. Převážně pak v novodobých dějinách, kdy se masově začal rozvíjet průmysl, přicházely nové technické vynálezy a produkce stále více, pro klima a životní prostředí, škodlivých látek. Především pak škodlivé látky, které narušují vodní režim i atmosféru a její fungování a tím pádem celé fungování klimatu, jsou nejsledovanější negativní činitel. Z plynu se jedná například o ozon a průmyslové aerosoly (Mann et al., 1998). Člověk je obecně pro planetu velmi negativně ovlivňující faktor všech funkčních systémů. Ať už se jedná o vyhubení druhů, masivní odlesňování, ovlivňování přirozených koloběhů, či produkce látek škodlivých pro životní prostředí (CEC, 2007).

3.1.9 Význam klimatu

Klima je nejdůležitější pro fungování všech procesů. V případě, že se budou například stále zvyšovat průměrné teploty všude na planetě, ledovce, které jsou již v dnešní době

ohroženy odtáváním, mohou zcela zmizet a s nimi spojený velmi důležitý zdroj pitné vody. Z tohoto důvodu se může rozběhnout masa migrací nejen lidského druhu, ale i dalších živočišných a to může odstartovat další negativní změny jako například vysychání oblastí nebo vyhynutí druhů, ať už živočišných nebo rostlinných. Na to navazují změny ve zdrojích potravy jak pro člověka tak pro živočichy, šíření nemocí a vznik nových a celkové selhávání stále více funkčních a prospěšných biologických procesů (IPCC, 2001).

3.1.10 Vzájemný vztah klimatu a lesů

Lesy jsou velmi důležitým vlivem na klima. V odlesněných oblastech probíhá nejvíce změn. V Amazonii, kde byly odlesněny velké plochy bylo zaznamenáno nespočet zásadních změn jak v teplotě tak ve výparu vody do atmosféry. S tímto je spojená i velmi nízká tvorba oblačnosti a tím se zvyšují teploty v horských oblastech a snižuje se množství srážek. Přibývá tedy dalších suchých oblastí a lesy se nemají jak obnovovat a kam rozrůstat (Lawton et al., 2001).

3.1.11 Klima na území České republiky

V posledních padesáti letech se klima České republiky měnilo sice poměrně výrazně, ale v ohledu na celkový vývoj v posledních třech tisíciletích jen velmi nepatrně. Průměrné roční teploty téměř každý rok lineárně stoupaly a dle výzkumů to bylo až 0,3 stupně Celsia za deset let. Stejně jako průměrné teploty, se zvyšovaly i teplotní extrémy a prodlužovala se doba trvání tropických letních období s čímž souvisí, že chladná období v zimě se naopak zkracovala. Co se týká srážkových poměrů, spíše stoupající tendence je pozorovatelná také, ale na rozdíl od teplotních poměrů se během pozorování našly i roky, které naopak ročním srážkovým množstvím nedosahovaly ani průměrných hodnot (Pretel, 2013).

3.1.12 Změny klimatu a vliv na lesy

V lesnictví je třeba na obhospodařování obnovitelných zdrojů plánovat na dlouhou dobu dopředu. S tím se pojí i nutnost zohlednění změn nejen ve vývoji lesů ale také klimatu. Pro pozorování stavu uhlíku v lesích dnešní době se využívá pravidelné inventarizace. Díky tomuto pozorování se zjišťují mnohé informace o vlivu klimatu na dřeviny v lesních společenstvech. Například jaké je věkové složení jednotlivých rostlin v porostu, jaká je schopnost přirozené

revitalizace, jaká je environmentální zátěž, či jak byl les v historii obhospodařován (Janssens, 2003; Houghton, 2003).

Stálé a přirozeně se měnící klima je pro správné fungování lesního ekosystému jednou z nejdůležitějších záležitostí. Při velkých změnách mohou lesy ztrácet důležité schopnosti jako je produkce biomasy, regulace čistoty vzduchu, údržba vodního režimu, atd. Obzvláště nebezpečné jsou pak extrémní změny či jednorázové výkyvy, kdy může dojít k lesním požárům, povodním, polomům a erozi. Důležité je ale také myslet na to, že klima značně také ovlivňuje i život dalších organismů, jejich život, rozmnožování, migraci a podobně. Jedná se především o škůdce v podobě hmyzu nebo houbových organismů. Tyto organismy mohou poškodit nebo zlikvidovat velké množství dřevěné masy a jejich vliv na les není zanedbatelný (Lindner, 2014).

3.1.13 Vliv klimatu na diverzitu druhů

V Evropě se obecně vyskytuje méně rostlinných druhů oproti východní Asii a východní části amerického kontinentu, jejichž klima odpovídá biomu opadavého listnatého lesa a to je dáno především vlivem bariér pohoří Alp, Karpat a Pyrenejí. Tato pohoří silně omezovala migrační toky od severu k jihu během střídání dob ledových a meziledových. Nejvíce se tyto negativní vlivy podepisují na migraci rychle se šířících druhů. Území České republiky, díky zmiňovaným horským bariérám, bylo tedy těmito druhy pokryto jen na velmi málo místech a malých plochách a nebo se zde některé z těchto druhů nevyskytovaly vůbec. Pozitivní je na této skutečnosti to, že se díky tomuto klimatickému a geomorfologickému omezení staly některé druhy vzácnými a ojedinělými (Chytrý a kol., 2007).

3.1.14 Vliv chemických látek na stromy a les

U chemických látek velmi záleží na jejich fyzikálních a chemických vlastnostech a na mnoha dalších, jako je koncentrace, množství dávky, frekvence dávkování, atd. V moderní chemii je také velmi důležité brát na zřetel vlastnosti biologické, ekonomické a kvalitativní (Liu, 2013).

Protože je v dnešní době použití chemických látek (hnojiva, pesticidy, hydrogely a jiné) čím dál tím častější a intenzivnější je nutné se zabývat i možnou škodlivostí těchto látek. Látky,

kteřé jsou škodlivé, nebo jinak neblaze působící na rostliny, nebo celý les jsou látky ekotoxické (Večeřa, 1990).

V minulosti bylo meliorování nebo dokonce umělé dodávání chemických látek (hnojiv) do lesní půdy považováno za nesmyslné a neproveditelné. Po mnoha pokusech se ale v posledních letech ukazuje, že například u jehličnatých lesů, kde bývá zpravidla půda degradovaná více než u lesů smíšených, se povedlo její vlastnosti a stav právě umělým přihnojováním a přidáváním dalších látek znatelně zlepšit (Konias, 1950).

3.1.15 Chemické látky v lese

Aplikace chemických látek v prostředí lesa je z velké části odůvodněna a vysvětlována tím, že bez ní by nebyly tak velké výnosy, tak dobré výsledky a tak kvalitní produkty v celém lesním hospodářství. Potlačují se vlivy negativních činitelů, ať už se jedná o živočichy, rostliny, houby nebo hmyz. Bohužel ne vždy to co je výhodné pro ekonomii, je výhodné i pro ekologii a ve chvíli, kdy se nebudou dodržovat základní zásady a pravidla a nebude se hledět na rovnovážnost všech procesů, může být celý ekosystém lesa a celý systém lesního hospodářství velmi negativně ovlivněn, nebo dokonce zásadně a nenávratně změněn. Proto by aplikace jakýchkoli chemických látek měla být vždy v odůvodněných případech a vždy podle platných předpisů, kvalifikovaným personálem a s ohledem na legislativu (Neruda, 2010).

3.1.16 Les a voda

Lesy na celé planetě velmi významně zasahují do koloběhu vody v přírodě. Jejich funkce může být zásobní, regulační nebo například filtrační. Voda je nezbytnou součástí nejen pro život lesů, ale i pro jejich správné fungování, reprodukci a podobně. Proto je pro lesy ve všech ohledech nejhorší sucho. Přesněji nedostatek srážek a vzdušné vlhkosti (Tučeková a kol., 2008). Díky informacím z přechozích kapitol a prognózám do budoucna je bohužel jasné, že suché oblasti se budou zvětšovat a suchá období během roku se budou prodlužovat. Umělá obnova v posledních letech je proto spojená s velkou ztrátovostí a nízkou mírou ujmoutí nových jedinců. Je tedy potřeba nacházet nová a efektivnější řešení, jak obnovu provádět (Jankovič a kol., 2004).

3.2 HYDROFILNÍ POLYMER

Tato část práce a její podkapitoly se věnují popisu chemických látek označovaných jako hydrofilní polymery. Látka je v těchto částech práce podrobně rozebrána a popsána tak, aby byla objasněna a vysvětleny její chemické vlastnosti, její funkce a její důvod a způsob využití nejen pro obnovu lesa, ale i pro ostatní disciplíny.

3.2.1 Popis látky označované jako gel

Gel je látka, kterou by mohla laická veřejnost popsat jako látku, která se nachází na hranici mezi pevnou látkou a kapalinou. Hmotnost a objem gelu je blíže kapalině, ale vzhled a fyzická soudržnost jednotlivých částic je podobná spíše pevné látce. Charakteristickou vlastností gelu je trojrozměrná kosterní síť, což je základní stavební část struktury, která je složena z částic, které jsou schopny zadržovat kapalinu (Vajglová, 2012).

Základní látky pro vznik gelu jsou látky, které jsou schopny gelatinizovat. Když se z takovýchto látek stává gel, nazýváme tento proces gelace. Gelatinizovatelné látky jsou za přispění vnějších fyzikálních vlivů jako je například teplota přeměňovány za přechodu přes polotuhá stádia až na gel (Bartovská, 2005).

Gely se dělí na skupiny lyogelů a xerogelů. Síť lyogelů obsahují kapalné disperzní prostředí a xerogely ne (Pouchlý, 2008). Xerogely jsou totiž v podstatě vysušené lyogely, což znamená že obsahují pouze vázaný disperzní podíl (Liu, 2013). Lyogely se pak dále dělí právě podle charakteru disperzního prostředí a to na hydrogely, jejichž disperzní prostředí tvoří voda, nebo na organogely, jejichž disperzní prostředí tvoří organická látka (Pouchlý, 2008).

3.2.2 Hydrofilní polymer

Hydrofilní polymer je chemická látka popisována jako homopolymer, kopolymer nebo interpenetrující polymer mnoha velikostí a tvarů. Je to taková látka, jejíž opěrnou kosterní síť tvoří hydrofilní částice, tedy částice, které velmi dobře váží vodu. Jeho schopností je tedy ukládat vodu a například rostlinné živiny (Vajglová, 2012). Při vysychání půdy je tato látka schopna rostlinám vlhkost a živiny znovu dodávat a to po dobu 7 až 9 let. Hydrogely mohou zastávat také funkci stabilizátorů (Večeřa, 1990). Jsou nedílnou součástí hned několika velmi důležitých vědních a zdravotnických disciplín. Bez hydrofilních polymerů by nemohly být

vyrobeny například kontaktní čočky, dětské pleny, či dámské hygienické vložky (Liu, 2013). Z hlediska zařazení mezi gely, patří hydrogel do skupiny reverzibilních hydrofilním polymerů. To znamená, že se jejich struktura a chemické vlastnosti nemění ani při opakovaném vysušení a zpětném bobtnání (Kasapis, 2009).

Výroba hydrofilních polymerů může být z přírodních látek, syntetických látek a nebo z jejich kombinování. Důležité je znát tuto skutečnost a dbát na ni zejména v ohledu na hydrofilnost celé látky, protože v její struktuře se mohou objevit i části homofobní a vlastnosti celého hydrofilního polymeru to tak může výrazně ovlivnit (Ahmed, 2013).

Rozdělení hydrofilních polymerů může být podle mnoha způsobů a aspektů. Může to být například podle biodegradability, iontové povahy, metody výroby, druhu kosterních sítí, či fyzikální struktury. Podle původu a základního složení mohou být v základu hydrofilní polymery rozděleny na přírodní, syntetické a hybridní. V dalším kroku je možné hydrofilní polymery rozdělit například podle způsobu výroby (Ahmed, 2013).

V této práci je jeden z mnoha velmi důležitých ohledů i tzv. biodegradabilita nebo schopnost biodegradace samotného hydrofilního polymeru. Biodegradace je schopnost rozložit se v biologickém prostředí. Na základě toho, v jakém prostředí probíhá rozklad, dělíme biodegradaci na aerobní a anaerobní. Při aerobní biodegradaci je spotřebováván kyslík a produktem je oxid uhličitý, voda, biomasa a organické látky. Při biodegradaci anaerobní kyslík není přítomen a látka je rozkládána na metan nebo oxid uhličitý, vodu, biomasu a neškodnou organickou látku (Smith, 2005).

3.2.3 Použití hydrofilních polymerů

Retenční funkce hydrofilních polymerů stejně tak, jako jiných hydrofilních materiálů je více než dobrá a využitelná v mnoha disciplínách (Střechy, fasády, izolace, 2012).

Nejvíce rozšířenou skupinou látek, s vlastnostmi, které jim dávají schopnost takto zadržovat vodu, patří polymery. Polymery jsou dlouhé řetězce, jejichž základními stavebními prvky mohou být různé látky. Tyto látky se v řetězci pravidelně opakují a dodávají celému řetězci charakteristické chemické vlastnosti. Existuje nespočet různých variant, jak mohou být tyto látky v řetězci uspořádány (Vajglová, 2012).

3.2.4 Hydrofilní polymery v lese

Množství vody přístupné pro rostlinu je jeden z rozhodujících faktorů pro ujetí nově vysazené rostliny. Hydrofilní polymery mají tu výhodu, že se mohou k rostlině přidat už při výsevu a to jak do kontejneru tak do balu. Rostlina je pak vodou, která se z hydrofilního polymeru uvolňuje, zásobena od začátku svého růstu, během všech manipulací a transportů až do usazení do země. Chrání její kořenový systém před poškozením suchem a ve chvíli ujetí pomáhají rovnoměrnému rozvinutí všech kořenových částí (Dimplmeier, 1969). Je totiž potřeba, aby obsah vody v oblasti kořenového systému rostliny byl mezi 50% a 90%. Jakákoli nižší hodnota by mohla zapříčinit usychání důležitých částí kořenů a nevratné poškození celé rostliny (Chalupa, 1997). Nejnáchylnější na fyziologické poškození jsou jemné vlásečnicové kořínky, které vysychají a odumírají velmi rychle (McKay, 1997). Jedním z nejjednodušších řešení, aby nedošlo k vysychání při manipulaci, přesazování a transportu, je používat sazenice s balem, kde má rostlina kolem kořenů po celou dobu stejné prostředí a možné poškození je minimalizováno (Mauer, 2006). Avšak v moderní době se stále častěji hledají lepší a nová řešení a jedním z nich by právě mohla být aplikace hydrofilních polymerů (Tučeková a kol., 2008). Pro tuto diplomovou práci je však stěžejní způsob, kdy je rostlina během stádia výsevu a první fáze růstu zásobena pravidelnou závlivkou, sazenice jsou dodány jako při běžné obnově lesa a aplikace hydrofilního polymeru přichází až ve fázi, kdy je sazenice sázena do země (Sarvaš a kol., 2006).

3.2.5 Historie a výzkum hydrofilních polymerů ve vztahu k rostlinám

První popsané pokusy podobné takovéto metodě, kdy se ke kořenům sazenic přidává hydroabsorbentní látka, pochází z Ameriky z doby padesátých let minulého století (Sloan, 1994). Další výzkumy pak probíhaly v oblastech, kde je problém sucha velmi intenzivně řešená záležitost a obnova lesů stejně tak. Jedná se o aridní a semiaridní oblasti Itálie a Španělska, kde látky typu hydrofilních polymerů byly zkoumány nejen jako látky ochraňující kořenový systém v době manipulace a transportu, ale byly zkoumány i v době po výsadbě hlavně z hlediska zvýšení vodní kapacity v půdě (Roldan et al., 1996; Tognietti et al., 1997; Viero et al., 2000). Na území bývalého Československa se výzkumem působení těchto hydrofilních látek na rostliny zabýval Chalupa (1997), který velmi pozitivně popisoval vliv hydrofilních polymerů na sazenice i semenáčky. Úspěchem byly především vyvážené vlhkostní poměry v substrátu a následný velmi výrazný přírůstek nadzemní hmoty. Aplikací těchto látek k sazenicím a semenáčkům lesních druhů se v dnešní době zabývá již mnoho vědeckých pracovníků, ale

pravděpodobně nejlépe popsané a hodnocené výsledky z oblastí klimatu střední Evropy a České republiky mají Sarvaš a Tučeková (2003).

3.3 OBNOVA

Samotná obnova je velmi obsáhlé téma, které bylo v této kapitole rozděleno do několika podkapitol a shrnuto tak, aby informace v nich obsažené byly obecné, ale zároveň co nejvíce přínosné v ohledu k řešené věci. V jednotlivých částech jsou popsány způsoby přípravy před zalesněním, typy obnovy, zalesňovací stroje a jejich součásti, různé pozitivní i negativní vlivy na obnovu a samotná obnova pomocí rýhovacího stroje.

3.3.1 Mechanizace a automatizace

Než bude v nadcházejících kapitolách rozebírána a popisována lesnická technika a lesnické stroje, je velmi důležité vysvětlit, některé pojmy. V následujících několika krátkých odstavcích jsou stručně opsány tak, aby nedošlo k nejasnostem.

Mechanizace

Mechanizace je jeden ze způsobů nahrazení lidské práce prací stroje, zařízení nebo náradí. Je možné ji rozdělit na mechanizaci částečnou, kdy se práce dělí na části mezi stroj a člověka a mechanizaci komplexní, kdy veškerou práci dělá stroj a člověk jej pouze obsluhuje (Kysel, 1990).

Automatizace

Na rozdíl od mechanizace, přebírá stroj za člověka nejen práci, ale i řízení. Stejně tak jako mechanizace, i automatizace se dělí na několik úrovní podle toho jak moc se do procesu zapojuje člověk a to na částečnou, komplexní a úplnou. Částečná automatizace, neboli poloautomatizace, je model, kdy je stroj samostatně činný jen při některých operacích. Při komplexní automatizaci už jsou všechny operace prací stroje. Úplná automatizace znamená stav, kdy celý proces a všechny operace řídí počítače, které jsou schopny reagovat na změny a umí stroje nastavit a nechat pracovat i v měnících se podmínkách (Kysel, 1990).

3.3.2 Konstrukce strojů

Stroje jsou soubor mnoha funkčních složitých i jednoduchých prvků. Prvek může být jakákoli samostatná část stroje a může se jednat o součástku, mechanismus nebo při složitých zařízeních i o celý stroj.

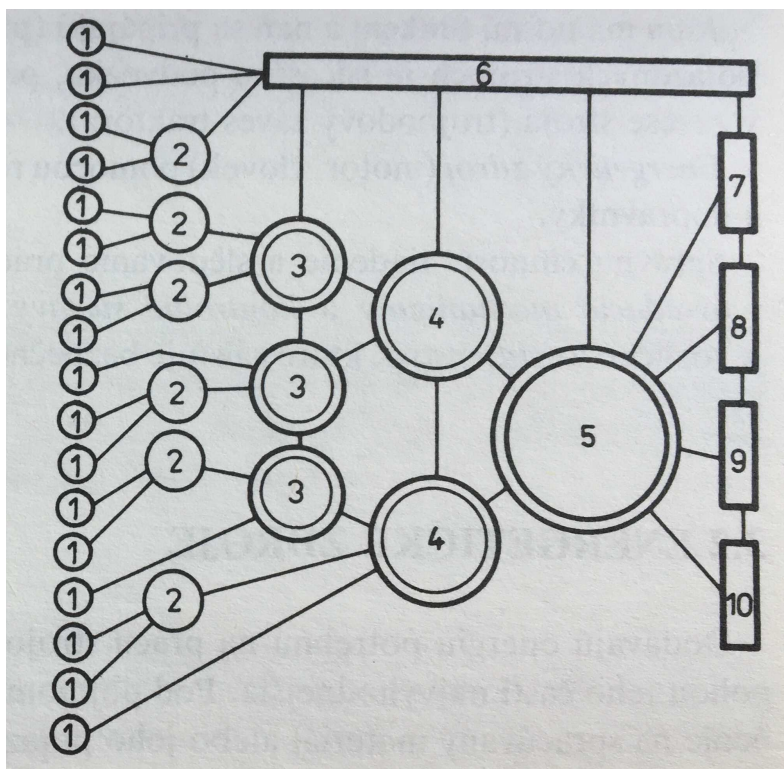
Základní stavební jednotka stroje je součástka (nýt, šroub, řemen). Je to část, která sama o sobě nemá žádnou úlohu. Když se ale spojí několik součástek dohromady, vzniká část stroje. Příkladem takového složení několika součástek je řetěz, kdy se pomocí nýtů spojují jednotlivé články a výsledkem je podstatná a nenahraditelná část například motorové pily.

Větší funkční prvky stroje jsou mechanismy, které díky spojení několika součástek a částí stroje, tvoří celek, který má jednoznačně určený pohyb. Mechanismus mění pohyb, nebo převod.

Když se spojí součástky, části a mechanismy stroje s rámem stroje, vzniká ústrojí, viz schematický obrázek 1. Je to prvek, který v celém procesu má svou úlohu a dokáže vykonávat určené operace.

Aby celý stroj a všechna jeho ústrojí fungovaly, musí mít nějaký energetický zdroj. Zdroje mohou mít několik podob od elektromotorů, přes hydromotory až po pneumatické motory. Energie je od těchto zdrojů dále rozváděna rozvodnými prvky způsobem mechanickým, hydraulickým, pneumatickým, elektrickým a nebo kombinovaným. Zvláštním zdrojem energie jsou pak tažné stroje, které nesou nebo táhnou stroje, které vlastní zdroj energie nemají.

Poslední a nejdůležitější částí stroje jsou ovládací a nastavovací ústrojí, bez kterých by stroj nemohl správně fungovat a pracovníci by ho nemohli správně obsluhovat (Kysel, 1990).



Obrázek 1: Schéma konstrukce stroje (Kysel, 1990). 1 – součástky, 2 – části, 3 – mechanismy, 4 – ústrojí, 5 – stroj, 6 – rám stroje, 7 – zdroj energie, 8 – rozvod energie, 9 – ovládací a nastavovací ústrojí, 10 – příslušenství.

3.3.3 Příprava pro zalesňování

Před zalesněním je nutné plochu pro plánovanou obnovu dobře připravit. Je zde spousta aspektů, na které je potřeba dát nemalý zřetel. A to nejen při přípravě, ale dále i při samotné obnově. Je nutné znát situaci, orientaci, tvar, sklonitost a například i velikost celé plochy. Nejen na tyto všechny vlastnosti je dobré se připravit. Příprava pro obnovu rýhovacím strojem se nijak speciálně neliší od přípravy pro jiné způsoby obnovy (Simanov, 2015; Kysel, 1990).

Samotnou přípravu je možné provádět dvěma způsoby. Buďto je příprava celoplošná, což znamená, že celá plocha určená pro obnovu se připravuje stejně a v celé své rozloze a nebo tzv. pomístná, kdy jsou připravovány pro obnovu jen určitá místa z celé plochy (pruhová, pásová, jamková, plošková, kopečková, záhrobcová). Celoplošná příprava půdy pro zalesnění je velmi efektivní, ale zároveň velmi nákladná a náročná a může velmi výrazně narušit či ovlivnit prostředí (Petříček, 1984).

Zvláště na vině je technika. Hmotnost samotných strojů, jejich častý pojezd přes tyto plochy, zplodiny, které vytvářejí, to jsou všechny negativní vlivy. Od počátku dvacátého století rostoucí využívání mechanizovaných lesnických prostředků způsobilo mnoho problémů a

komplikací v lesních porostech. Dnes, díky ekologickým studiím a modernizaci těchto strojů jsou tyto negativní vlivy více a více redukovány a potlačovány. Naopak v dřívější době byla lesnická technika velmi těžká a neohrabaná a tak mnohdy, i při dobře odvedené práci na přípravě půdy, po sobě zanechala nemalé škody (Vasiliauskas, 2001).

Příprava pomístná byla v historii požívána častěji hlavně z důvodu menší pracovní i finanční náročnosti. Podle velikosti plochy a dostupné techniky se prováděla příprava souvislá, kdy se pluh, rotačními zraňovači nebo frézami obdělávaly cca 70cm široké souvislé pásy, nebo příprava pásová, která se skládala taktéž ze souvislých pruhů avšak až 200cm širokých, nebo příprava přerušovaná, kdy byly do obdělávaných pásů vkládány kopečky či jamky, které se osazovaly ručně (Simanov, 2015).

Zpracování potěžbového materiálu

Během přípravy plochy pro zalesňování a obnovu je velmi důležitá práce s materiálem, který na ploše zbyl po předchozí těžbě. Jedná se o klest, větve a pařezy. Pro tuto práci se používají buldozery, speciální lesnické traktory (obrázek 2), nebo univerzální kolové traktory s čelním nakladačem, klučící žebrovou radlicí nebo vidlicovým drapákem, které materiál z povrchu odhrou, nebo odvezou. Nejlepším způsobem zpracování tohoto potěžbového odpadu je drcení a štěpkování, protože se výsledný materiál dá ihned vrátit zpět do lesa, dá se rozprostřít na připravovanou plochu, nebo zapracovat do půdy a je to nejpřirozenější recyklace. Další možností, jak s tímto odpadním materiálem naložit, je výroba mulče nebo paliv. (Janeček, 2002; Kysel, 1990).



Obrázek 2: Lesnický kolový traktor s vidlicovým drapákem (Kysel, 1990).

Pařezy jsou odstraňovány speciálními průmyslovými trhavinami, nebo traktorem s dozerovou radlicí. Větší a pevnější pařezy, které nelze odstranit trhavinou ani radlicí, se vytrhávají navijákem traktoru nebo dozeru (Kysel, 1990).

Ostatní plochy

Při přípravě i samotné obnově lesa jsou v některých případech vytvářeny i plochy, které slouží jako doplnění ozeleněných ploch, stabilizační prvky konkrétních ekosystémů a manipulační prostory například pro lesnickou techniku nebo jen jako kryt pro zvěř. Jsou to plochy, které patří do lesa, ale ne samotné hospodářské, „obdělávané“ části. Jsou většinou osazovány naprosto odlišnými druhy stromů a keřů u kterých se počítá s občasným poničením či náhlým vykácením (Vasiliauskas, 2001). Lépe využitelné rostliny pro takto namáhanou výsadbu, u které se nepředpokládá příliš intenzivní péče a jsou rychle rostoucí, jsou rostliny, které snesou extrémní podmínky jako jsou vysoké teploty, sucho, i povětrnostní podmínky (Málek, 2012).

3.3.4 Mechanizovaná obnova lesa

Obnova lesa je proces výsadby semenáčků a sazenic na předem připravené i na nepřipravené plochy. Mechanizace, kterou jsou tyto práce prováděny, se liší a vybírají hlavně podle toho, v jakém je plocha spádu, jak je plocha velká a například jaké jsou na ní nerovnosti a překážky (Kysel, 1990).

Příprava pro obnovu rýhovacím strojem se nijak speciálně neliší od přípravy pro jiné způsoby obnovy. V počátcích 50. let se začaly vysazovat nové lesy pomocí techniky jako byl například československý sázecí stroj Riedl (jednořádkový nebo dvouřádkový) nebo sovětský PMČA nebo PLA1. Při obnově vyséváním se používaly Vančurovy nebo Pěňčíkovy secí stroje (Simanov, 2015).

Zlom přišel v roce 1978, kdy se začaly ve velkém lesníkům dodávat rýhové zalesňovací stroje RZS-1, které byly taženy UKT a od roku 1982 bylo možné k nim připojit zařízení BRL-070 pro přihnojování. Tento rýhovací zalesňovací stroj byl velmi oblíbený nejen u nás, ale i v zahraničí, proto se hojně vyvážel (Simanov, 2015).

V moderní době rychlého vývoje techniky je snaha o automatizaci celého stroje, avšak jeho podstatné části se nijak výrazně nemění. Proces, kdy se nejprve vyryje rýha, následně se hydraulickým podavačem zasadí rostlina a nakonec se zahrne zeminou a zhutní se půda kolem kmínku, je stále stejný. Jen stále přibývají různé další dopravníky, dávkovače a podavače (Kysel, 1990).

3.3.5 Zalesňování

Zalesňování je celý proces od konce přípravy plochy pro zalesňování až po ukončení výsadby a začátek následné péče o nově vysazený les. V kapitolách níže jsou pak představeny stroje pro zalesňování, jednotlivé způsoby zalesňování a další doplňující informace.

3.3.6 Zalesňovací stroje

Jsou to takové stroje, které slouží pro usnadnění a urychlení výsadby sazenic při obnově lesa nebo při zalesňování původně nelesních ploch. Uplatňují se zejména při potřebě osadit velkou plochu, či špatně přístupný terén. V poslední době jsou v zahraničí vyvíjeny i stroje,

kteřé výsadbu zvládají i na nepřipravených plochách, či na plochách, kde po posledním kácení zbyly pařezy a klest (Petříček, 1984).

Náplň práce zalesňovacích strojů

Zalesňovací stroje je možné rozdělit do dvou základních skupin. A to podle toho, zdali jsou určené jen pro sázení, nebo mají další funkce jako třeba příprava půdy před samotným sázením. Všechny stroje ale mají ústrojí, které vytváří v půdě prostor pro zasazení nové sazenice. Tomuto ústrojí se říká rýhovací a je charakteristickým znakem všech rýhovacích zalesňovacích strojů. Rýha může být vytvářena radlicí, nebo noži a může být souvislá nebo přerušovaná. Způsob vkládání sazenic samotných do sázecí rýhy je ve většině případů u všech strojů stejný. Sazenice jsou do rýhy vkládány ručně. Pouze u několika typů sázecích strojů jsou sazenice vkládány pomocí mechanicky soustavou dopravníků a podavačů (Janeček, 2002; Petříček, 1984).

Rýhovací ústrojí

Nejčastěji se na běžných sázecích strojích vyskytuje rýhovací ústrojí v podobě dvoustěnné radlice. Tato radlice může mít mnoho tvarů a velikostí a na stroji nemusí být pouze jedna. Radlice bývá doplněna krojidlem, což je velmi důležitá součást, o kterou by mělo být z několika důvodů nejvíce pečováno. Krojidlo totiž radlici chrání a pomáhá radlici snadněji pronikat do půdy. Dokáže ale také rozrušovat menší překážky jako jsou například staré kořeny nebo ztužené kusy jílu. Krojidla mohou mít podobu kotouče s naostřenými hranami a nebo velkého silného nože (Petříček, 1984; Kysel, 1990).

Velká většina rýhovacích ústrojí tvoří souvislou rýhu, ale existují i takové, které například za pomoci hydromotoru, dokáží radlici nadzdvihnout nad terén a tím tvořit takzvanou přerušovanou rýhu (Petříček, 1984; Kysel, 1990).

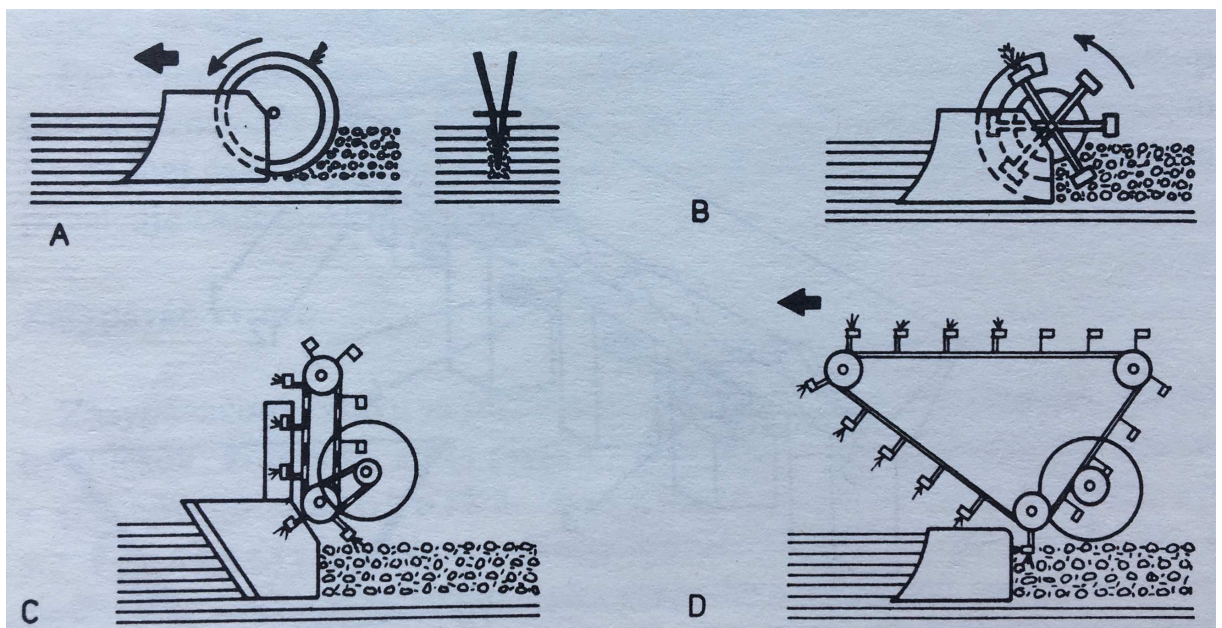
Podávací ústrojí

Podávací zařízení slouží k přípravě a přiblížení sazenic pro samotné usazení do připravené rýhy v zemi. Jsou taková zařízení, které dopraví sazenici ze zásobníku k lesnickému pracovníkovi a ten je následně vlastníma rukama vkládá do připravené rýhy v zemi. Jsou ale i zařízení, do kterých jsou sazenice vkládány pracovníkem ale do země už je vkládá samotná podávací část stroje. Tato podávací zařízení jsou většinou soubor hydraulických a

pneumatických ramen, pásů a dopravníků, které výrazně ušetří práci lesnímu pracovníkovi a celý proces obnovy značně urychlují. U některých modernějších či automatizovanějších strojů je součástí podávacího zařízení i samotné sázecí ústrojí, kdy již není potřeba lidské síly k přemístění sazenice ze zásobníku až do země (Petříček, 1984; Kysel, 1990).

Sázecí ústrojí

Sázecí ústrojí je samotný mechanismus, který vsazuje samotnou sazenici do země. V mnoha případech je to sám lesnický pracovník, kdo tuto práci dělá, ale když je stroj plně automatizovaný, je možné se setkat s několika možnými typy sázecích zařízení (obrázek 3). Sazenice může být do země vkládána například tzv. pružným diskem, kdy se jedná o kotouč z měkkého materiálu, který se otáčí a po příslušných vzdálenostech vkládá jednu sazenici za druhou. Dalším typem takového sázecího ústrojí je kotoučové nebo řetězové s odpruženými chapadly, které pracuje na principu lopatkového kola a sazenice sází pryžovými chapadly (Janeček, 2002).



Obrázek 3: Typy sázecích ústrojí (Kysel, 1990). A – pružné disky, B – kotoučové s gumovými chapadly, C – řetězové s gumovými chapadly, D – řetězové s gumovými chapadly pro vícečlennou obsluhu

Zhutňovací a zahrnovací ústrojí

Toto zařízení je další z podstatných součástí rýhovacího zalesňovacího stroje a slouží k zahrnutí kořenů sazenice a k upevnění již zasazené sazenice v zemi. U některých strojů zahrnují sazenici zvláště určené radličky nebo lopatky, u jiných samotné zahrnutí zeminou zastává zhutňovací mechanismus. Zhutňovací zařízení má nejčastěji podobu dvou kol či válců z kovu nebo gumy, které svou plochou částí přejíždějí bezprostřední okolí nově vysazené sazenice a utužují tím půdu kolem ní, aby nedošlo k mechanickému poškození kořenů, nebo vytažení sazenice z půdy, ať například vodou, větrem nebo jinak. Jsou také stroje, u nichž je zhutňovací a zahrnovací ústrojí hydraulické a přitlačuje speciálně každou sazenici zvlášť (Petříček, 1984; Kysel, 1990).

3.3.7 Pozitivní i negativní vliv na práci zalesňovacích strojů

Obecně je pro jakékoli stroje, které nejsou přímo určeny do nějakých extrémních podmínek, lepší, když je obnova naplánována na nelesních plochách, kde práci strojů neztěžují pařezy, klest a staré kořeny. Faktem ale je, že daleko více než na plochách nelesních, se obnova provádí na plochách lesních. Jsou proto kladeny vysoké nároky na přípravu plochy pro obnovu lesa (Petříček, 1984).

Velmi důležitými a neopomenutelnými faktory, které ovlivňují výsadbu, jsou velikost zalesňované plochy, členitost terénu, tvar plochy pro zalesnění, rychlost stroje, plynulost přísunu sazenic, výskyt balvanů a například provedená příprava plochy před výsadbou.

Množství potřebných sazenic pro výsadbu strojem za směnu lze vypočítat podle vzorce:

$$M_{\text{saz}} = (1000 \cdot v \cdot T \cdot k_t \cdot n) / l$$

- Kde: M_{saz} - počet sazenic vysázených za směnu (ks)
 v - rychlost (0,5 až 2) ($\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$)
 T - délka pracovní směny (h)
 k_t - koeficient využití pracovní směny 0,8 (h)
 n - počet sázecích článků (ks)
 l - vzdálenost sazenic v řádku (m)

Bezpodmínečně nutné pro správné pracování zalesňovacího sázecího stroje je, jak již bylo výše nejménou zmíněno, příprava plochy. Jde o odstranění pařezů, klestu a o přípravu a srovnání půdy (Petříček, 1984). Princip rýhovacího zalesňovacího stroje je znám již více než osmdesát let, avšak jeho efektivita, tj. až 8000 sazenic za směnu, nebyla stále ještě překonána žádným strojem z moderní doby (Simanov, 2015).

3.3.8 Rýhovací zalesňovací stroj

Rýhovací zalesňovací stroj je zařízení, které k provozu potřebuje tažný a zároveň nosný stroj. Takovýmto strojem může být univerzální kolový traktor nebo lesnický kolový traktor (obrázek 4). Rýhovací zalesňovací stroj se skládá z několika základních částí. První z nich je rýhovací ústrojí, které v případě radlicového typu může být osazené nožovým nebo talířovým krojidlem. Může být ale také rýhovací ústrojí diskové či frézové. Radlicové rýhovací ústrojí se vyrábí ve dvou provedeních. Záleží na tom, jestli bude pracovat se sazenicemi s volnými kořeny nebo se sazenicemi s balem. Druhou podstatnou částí je ústrojí podávací. Funguje jako hydraulická ruka, která sází rostliny do půdy. Třetí částí je ústrojí, které zasazenou rostlinu zahrne zeminou a její bezprostřední okolí zhutní. Nejčastěji je používán typ se dvěma šikmo postavenými plnými ocelovými koly, které se dodávají ve dvou různých hmotnostech, podle typů půdy. Poslední částí, a v podstatě tou nejdůležitější, je ovládací ústrojí, které umožňuje nastavení stroje tak, aby správně pracoval. Toto ovládání může být buď v kabině traktoru nebo přímo na sázecím stroji (Simanov, 2015; Kysel, 1990).



Obrázek 4: Rýhovací zalesňovací stroj s přidavným přihnojovacím zařízením nesený lesnickým kolovým traktorem (Simanov, 2015).

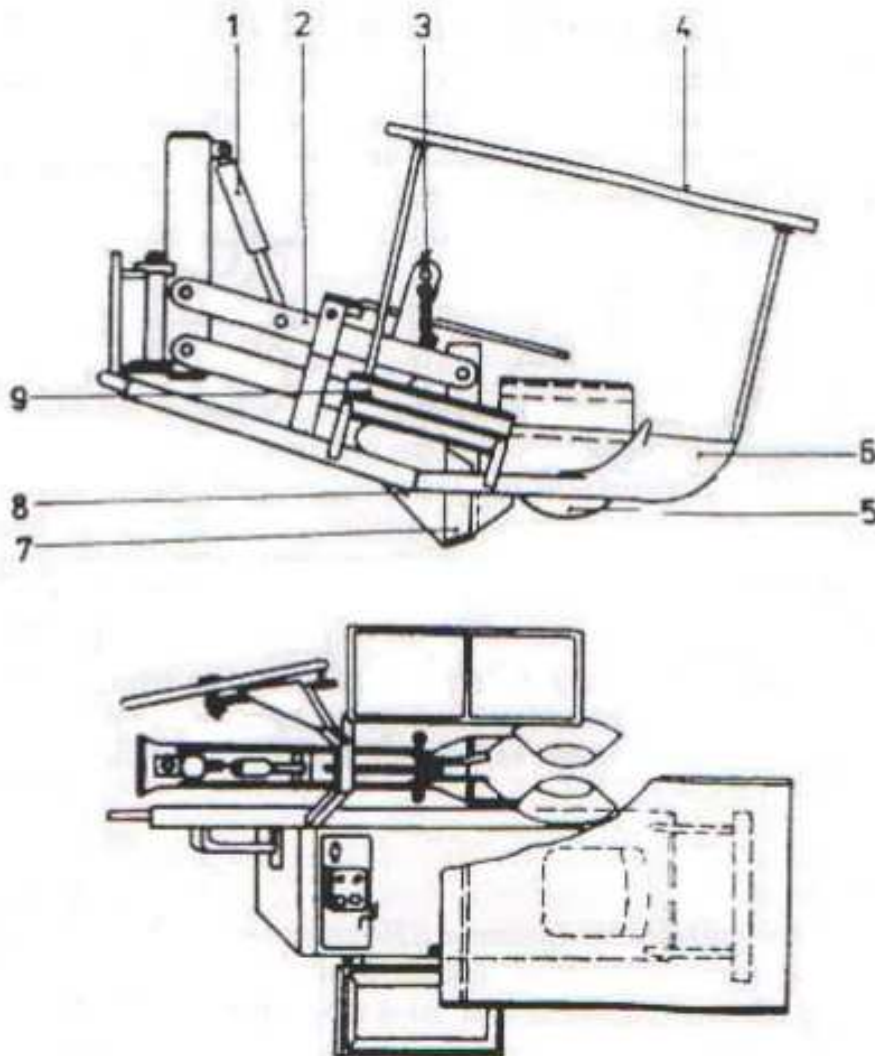
3.3.9 Československý RZS-1

Rýhovací zalesňovací stroj neboli RZS-1 vykreslený na obrázku 5, který byl sestaven a vyráběn v České republice v závodu PTR Olomouc, je nejen jeden z nejvíce používaných, ale také jeden z nejvíce zdařilých strojů pro zalesňování a obnovu. Je schopen pracovat na nepřipravených lesních plochách a dokáže se vypořádat s nízkými keři i s menšími pařezy do výšky 350mm. Jako tažná síla je používán například univerzální kolový traktor s hydraulickým systémem a tříbodovým závěsem (Petříček, 1984). RZS je také možné doplnit různými doplňky jako je například přihnojovací zařízení BRL-070 (Simanov, 2015; Janeček, 2002).

Práce RZS je ovládána několika hydraulickými pákami, které ovládá lesnický pracovník, který sedí na sedadle přímo na stroji. Jedna hydraulická páka, ovládána nohou pracovníka slouží k vertikálnímu pohybu celého stroje kvůli překonávání nerovností a překážek. Další takovouto podobnou nožní pákou je ovládána zahlubovací radlice, která vytváří rýhu pro výsadbu sazenic. Před touto radlicí se nachází krojidlo nožového typu, které s její

pomocí tvoří rýhu. Za tímto rýhovacím ústrojím jsou ručně vkládány sazenice. Rýha a její stěny jsou kypřeny radličkami, upevněnými na bocích radlice. Tyto radličky také lehce zahazují kořeny sazenice (Petříček, 1984).

Další částí stroje je zahrnovací a zhutňovací ústrojí, které pracuje pomocí dvou zamačkávacích kol, které jsou vyráběny a dodávány ve dvou variantách a to na lehčí a těžší půdy. Účinnost a efektivitu práce tohoto ústrojí umocňuje pružinový přitlačný systém (Petříček, 1984).



Obrázek 5: Rýhový zalesňovací stroj RZS-1 (Petříček, 1984). 1 – přímočarý hydromotor, 2 – rám, 3 – pružinový přitlačný systém, 4 – ochranná střecha, 5 – přitlačná kola, 6 – sedačka, 7 – rýhovací těleso, 8 – krojidlo, 9 – nosiče přepravek.

3.3.10 Další typy sázecích strojů

Jedny z prvních zalesňovacích strojů do Čech přišly ze Skandinávie. Jejich nevýhoda byla a je ale v tom, že jsou schopny pracovat pouze na velmi dobře připravených plochách. Tyto stroje nesou názvy TTS-Planter a Finnforester. Lepší a odolnější stroj, který zvládá pracovat i na méně připravených plochách je rakouský Quickwood. Jednou jeho výhodou je, že jeho práce je poměrně rychlá, ale jedna z nevýhod je, že u tohoto stroje není možné nastavit hloubku výsadby. Další dva průměrné typy jsou Accord, který se vyrábí v jednořádkovém i dvouřádkovém provedení, a stroj WT-1 německé výroby, který si v podstatě sám připravuje půdu pro výsadbu, díky radlici, která je upevněná vpředu a dokáže odstranit klest, různé plevele a i menší pařezy. Jeden z nejlepších a nejodolnějších strojů je stroj ruské výroby SBN-1a, který dokáže pracovat velmi rychle a na nepřipravených půdách. Některé jeho novější verze mají automatický podávací systém sazenic, takže není potřeba dalšího lesnického pracovníka (Petříček, 1984).

3.3.11 Bezpečnost práce

Pro práci v lese a s lesnickou mechanizací platí stejná pravidla o bezpečnosti práce jako pro práce s jinou mechanizací a jinými stroji. V první řadě je nutné, aby si všichni pracovníci prošli plochu, na které budou pracovat a byli s ní dopodrobna seznámeni. Je bezpodmínečně nutné dbát na předepsaná pravidla a předpisy udávané výrobcem stroje. Je nutné používat všechny předepsané bezpečnostní prvky a ochranné pomůcky. Ke stroji se za chodu nesmí přibližovat nepovolané osoby blíže jak 5 metrů. Se strojem nesmí manipulovat neproškolené osoby a údržba a servis nesmí být prováděny za chodu. Při přesouvání se na jiné pracoviště, při couvání, a při jakýchkoli jiných manévrech musí být stroj v přepravní poloze a nikdo z pracovníků na něm nesmí stát ani sedět. Lesnický pracovník obsluhující rýhovací zalesňovací stroj a řidič univerzálního kolového traktoru se musí před začátkem práce domluvit na signálech, kterými se budou v průběhu práce dorozumívat (Šalamon, 2008; Janeček, 2002; Rónay, 1991; Petříček, 1984).

4 Metodika

Vývoj takto specializovaného stroje s sebou nese nespočet problémů, ale také úspěchů. V této metodické části budou představeny jednotlivé kroky konstrukce stroje a budou také popsány a vysvětleny problémy a nezdary, na které celý tým vývojářů narazil.

4.1 Aplikace látky

Co se týká použití hydrofilních polymerů při umělé obnově lesa, existují tři základní způsoby jak tyto látky aplikovat do půdy.

První možností je máčení kořenového systému do již připraveného roztoku hydrofilního polymeru a vody, nebo je druhou možností smíchání hydrofilního polymeru se zeminou a následná zálivka, a nebo třetí možností je způsob, kdy se směs hydrofilního polymeru, či samotný hydrofilní polymer v prášku aplikuje přímo do výsadbové jámy.

Žádné z těchto řešení, ale není příliš afektivní, a když už je použito přidávání hydrofilního polymeru k sazenici na nějakém zařízení, není možné realizovat výsadbu liniovou, ale pouze individuální.

4.2 Mísící poměr

První, velmi důležité, téma k řešení a zkoumání byla samotná chemická látka, což je směs hydrofilního polymeru a vody, která měla být aplikována k sazenicím. Nejen kvůli stroji samotnému a vedením, kudy měla látka protékat, ale také kvůli svažitosti terénu, typů půdy a typu sazenice bylo potřeba zvolit vhodný mísící poměr hydrofilního polymeru a vody. Na jaře roku 2017 se začalo poprvé zkoušet, jaký mísící poměr by byl vzhledem ke všem podmínkám ideální. Rozsah poměrů, které byly testovány, byl velmi velký. Požadavky na směs vody a hydrofilního polymeru byly totiž velmi přísné a to proto, že nesměla být příliš řídká, ale ani příliš hustá. Kdyby totiž byla příliš řídká, stékala by látka v rýze a neplnila by svou úlohu správně a ani na správném místě. Směs ale nesmí být ani příliš hustá, protože by se velmi obtížně v rámci celého stroje čerpala a následně dávkovala při samotné aplikaci. Zkoušela se celá řada mísících poměrů (hydrofilní polymer : voda) na škále od 1:50 až 1:250. Ukázalo se, že ideální poměr by mohl být někde uprostřed této škály a tak se mísící poměr látky ustálil na poměru 1:150. Při tomto poměru připomíná, pro představu, látka ledovou tříšť.

4.3 Velikost aplikované dávky

Dávka, kterou by měl přístroj aplikovat, samozřejmě není při všech možných podmínkách použití stroje stejná, proto bylo nutné zahájit zkoumání a měření tak, aby bylo ve výsledku dané látky u sazenice přiměřené množství. Dost na to, aby všechna voda navázaná v hydrofilním polymeru byla efektivně využita a zároveň aby dodané látky nebylo příliš a rostlina nebyla příliš zavodněna a látkou se zbytečně neplýtvalo. S tím souvisí i velikost aplikační trysky, která je posledním článkem přístroje a ve velké míře ovlivňuje, kolik bude hydrofilního polymeru k sazenici dodáno.

Autoři v odborné literatuře se převážně shodují na množství 1 dcl na jednu sazenici, což i pro zkoumání v případě nově vyvíjeného dávkovacího zařízení byl výchozí bod. Ve spolupráci s Technickou fakultou ČZU byla proto vyvinuta a vyrobena řídicí jednotka, která podle zadaných parametrů a požadavků dokáže dávku upravit velmi přesně.

Co se týče aplikační trysky, i v tomto případě se zkoušely různé průměry a profily tak, aby bylo co nejlépe vyhověno požadovanému dávkování. Po vyzkoušení několika typů ze zúženého výběru bylo úspěšně nejen dosaženo, mimo jiné i díky přesně nastavené řídicí jednotce, přesného požadovaného dávkování směsi k sazenici, ale přišlo se také na to, že změna dávkovaného množství se dá pohodlně a jednoduše měnit pouze vyměněním dávkovací trysky bez nutnosti zásahu do nastavení řídicí jednotky.

4.4 Laboratorní testy

V laboratoři po stanovení poměru hydrofilního polymeru a vody ve směsi byly prováděny testy, jejichž předmětem bylo zjistit, zda je sám stroj, tedy speciálně vyvinutá řídicí jednotka, schopna daný poměr v dávkovacím a mísícím zařízení dodržet a zda stejně úspěšně dokáže stroj látku dopravit až k trysce a dle zadaných požadavků ji nadávkovat k sazenicím.

Bylo provedeno několik pokusů, kdy se postupně upravovala nastavení dávkovacího a mísícího zařízení a měnily se aplikační trysky, které směs vstříkují k sazenici. V rámci těchto testů se souběžně kalibrovala i speciální řídicí jednotka, která by v budoucnu, během testů v lese měla být schopna tyto procesy nastavit a kontrolovat sama.

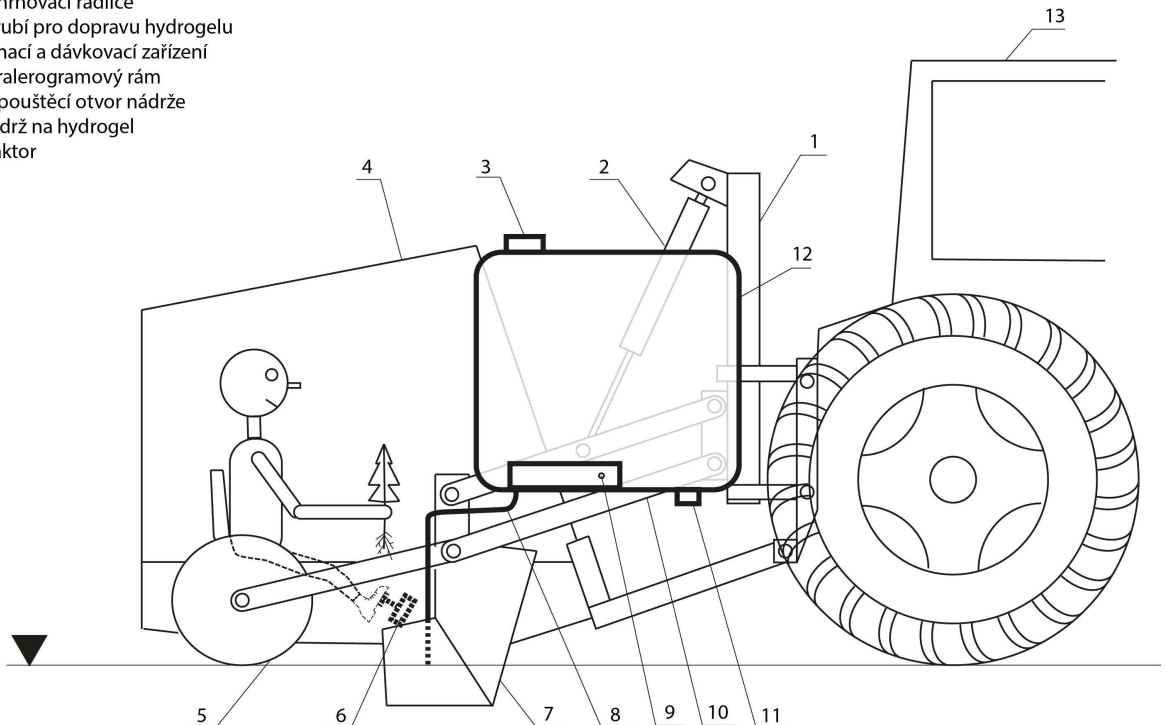
Po kalibraci a správném nastavení stroje by měla být úspěšnost správného nadávkování směsi k sazenici přes 90%.

4.5 Konstrukce stroje

Stroj, který bylo za cíl zkonstruovat, by měl sloužit zejména k dávkování hydrofilního polymeru a případně dalších látek jako jsou hnojiva nebo různé stabilizátory při umělé obnově lesního porostu především pak v oblastech s nedostatkem srážek. Nově konstruovaný stroj, dávkovací zařízení, tvoří nástavbu na rýhovacím zalesňovacím stroji a umožňuje dávkování výše zmíněných látek ke každé nově vysazené sazenici zvlášť. Patentové řízení, týkající se tohoto stroje a jeho následného průmyslového využití, právě probíhá.

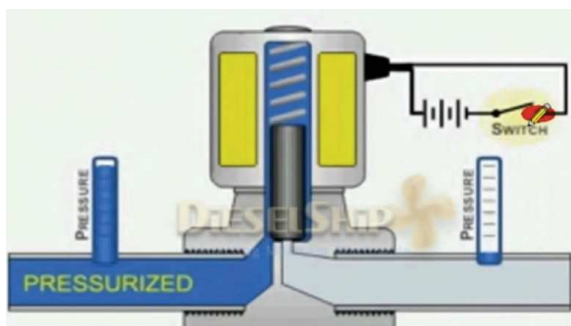
Základními prvky tohoto dávkovacího zařízení jsou: plastová nádrž, která je opatřena plnicím a vypouštěcím otvorem, potrubí pro dopravu dávkované látky a nově sestavená a naprogramovaná speciální řídicí jednotka, která se stará o správnou funkci celého dávkovacího zařízení (obrázek 6).

- 1 Rám sázeče
- 2 Hydraulický válec pro zvedání-spuštění sázeče
- 3 Plnicí otvor nádrže
- 4 Kabina pro obsluhu
- 5 Zahřmovací kola
- 6 Spouštěcí spínač dávkovače
- 7 Rozhrnovací radlice
- 8 Potrubí pro dopravu hydrogelu
- 9 Míchací a dávkovací zařízení
- 10 Paralelogramový rám
- 11 Vypouštěcí otvor nádrže
- 12 Nádrž na hydrogel
- 13 Traktor

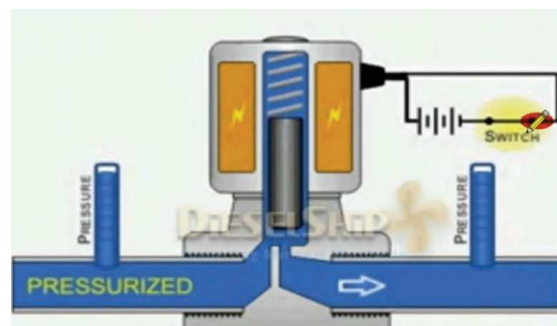


Obrázek 6: Schéma sázečního adaptéru pro obnovu lesa v oblastech s nedostatkem srážek nainstalovaném na RZS-1 taženým univerzálním kolovým traktorem.

Dílními součástkami, kterým bylo nutno věnovat také jistou dávku pozornosti byl dávkovací ventil a dávkovací tryska. Předpokládalo se, že bude použit pro uzavírání/otevírání některý z elektroventilů běžně dostupných na trhu, ale po vyzkoušení několika typů a provedení, stále nebylo dosaženo úplného utěsnění v uzavřené poloze ventilu. Jednalo se o elektroventily na principu solenoidu, kdy bez elektrického proudu pístek ve ventilu tlačný pružinou uzavírá průtokový otvor (obrázek 7) a při připojení elektrického proudu se aktivuje elektromagnet, který je silnější než přítlačná pružina, a pístek vytáhne a otevře průtokový prostor (obrázek 8). Problémem byla přílišná hustota látky, na kterou nejsou běžné elektroventily tohoto typu dimenzované.



Obrázek 7 (www.dieselship.com): Uzavřený elektroventil



Obrázek 8 (www.dieselship.com): Otevřený elektroventil

Krok kupředu byla výměna elektroventilu solenoidového typu za typ s obráceným principem. Práce tohoto ventilu je totiž úplně na opačném principu. To znamená, že při zapnutém proudu se průtoková komora zavírá a při vypnutém se otevírá. Ventil takového typu už by v podstatě měl být schopný i takto hustou látku přetlačit a průtokovou komoru zavřít. Nejčastěji se totiž tyto ventily používají ve vysokotlakých hydraulických okruzích, kde je nárok na sílu a přesnost doléhání velmi vysoký. Ale bohužel opět žádný z běžně na trhu dostupných nebyl vhodný přesně pro konstruované dávkovací zařízení. Konečný, vyhovující a správně pracující ventil (obrázek 9) byl proto vyroben na zakázku přesně podle zadaných parametrů a požadavků.



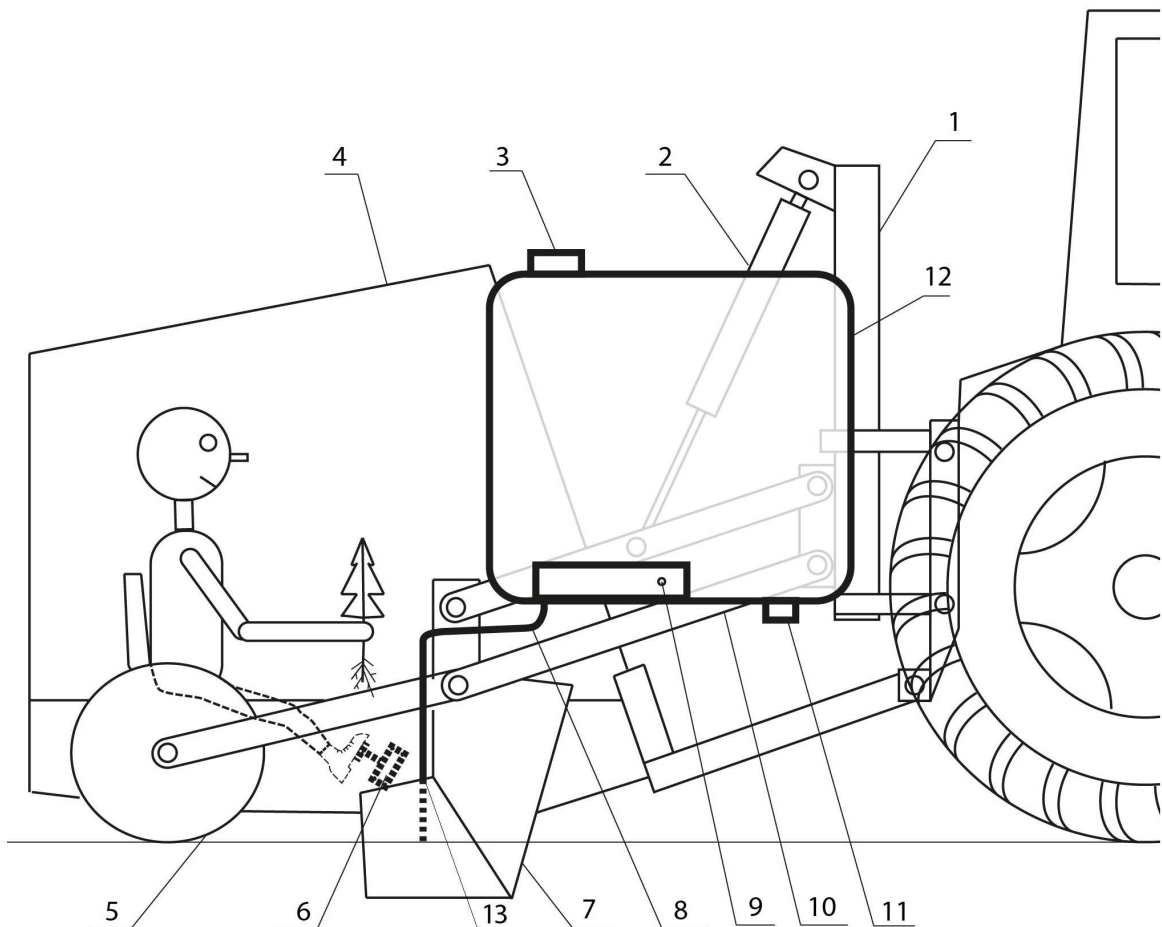
Obrázek 9: Speciálně navržený elektroventil namontovaný na stroji.

4.6 Funkce stroje

Dávkovací zařízení hydrofilního polymeru pro obnovu lesního porostu (obrázek 10) je, jak již bylo mnohokrát zmíněno, nástavba na rýhovacím zalesňovacím stroji, který by měl být tažen za odpovídajícím zařízením, například univerzálním kolovým traktorem. Vnitřní prostor nádrže (12), která je osazena shora plnicím otvorem (3) a ze spodu vypouštěcím otvorem (11), je vybaven mísícím a dávkovacím zařízením (9), jehož výsledkem práce je hydrofilní polymer smíchaný s vodou v poměru 1:150, připravený pro aplikaci. Látka je skrze potrubí (8) dopravena až k dávkovací trysce (13), která je upevněna u zadní části rozhrnovací radlice (7) a po vsazení sazenice aplikuje před zahrnutím a zhutněním ocelovými koly (5) přesnou dávku hydrofilního polymeru do výsadbové rýhy ke kořenům sazenice. Spouštěcí spínač celého mísícího a dávkovacího zařízení je v podobě nožní páky (6) a je umístěn v ovládací kabině (4) RZS, kde jej obsluhuje lesnický pracovník.

Při výsadbě lesního porostu rozhrnovací radlice (7) rýhovacího zalesňovacího stroje vytváří brázdu v zemině, do níž obsluha sedící v kabině (4) v určitých intervalech vkládá

sazenice lesního porostu, přičemž současně při vložení každé sazenice do brázdy nohou stlačí spouštěcí spínač (6) míchacího a dávkovacího ústrojí (9), kterým je prostřednictvím dopravního potrubí (8) do kořenového systému sazenice dopravena dávka hydrofilního polymeru, případně dalších příměsí, tj. hnojiv, stabilizátorů apod. Následně je prostřednictvím zahrnovacích kol (5), zavěšených na zvedacím mechanismu zahrnut v brázdě kořenový systém sazenice lesního porostu.



Obrázek 10: Funkční náčrt aplikátoru hydrofilního polymeru zavěšeného na RZS-1.

4.7 Základ stroje – RZS-1

Jak již bylo zmíněno, základem na jehož konstrukci bude dávkovací ústrojí montováno, bude rýhovací zalesňovací stroj československé výroby s označením RZS-1. Konkrétní stroj, se kterým se pracovalo (obrázek 11) při vývoji a stavbě dávkovacího ústrojí, pochází ze šedesátých let minulého století, a proto musel projít kompletní renovací a také několika technickými úpravami tak, aby vyhovoval plánovanému použití.



Obrázek 11: RZS-1ze šedesátých let před renovací.

Jedna z velkých mechanických úprav, kdy se zasahovalo do původní kostry stroje, byla úprava ocelového nosného ramena (obrázek 12), které původně sloužilo jako eventuální možné místo pro zavěšení druhé přepravky pro sazenice. Tato přepravka, při připevnění na zmiňované nosné rameno, ovšem zdaleka není takovou zátěží jako nádrž dávkovacího zařízení, která při plném provozu naplněná hydrofilním polymerem a vodou váží přibližně 250kg.



Obrázek 12: Detail původního neupraveného nosného ramene na RZS-1.

Proto se celé rameno muselo patřičně vyztužit a zpevnit a musely se provést náležité zátěžové zkoušky, aby nevznikly při provozních testech žádné komplikace v podobě prasknutí nebo dokonce zlomení nosného ramene nádrže. Po takovýchto úpravách a zkouškách bylo možné nádrž (obrázek 13) na rameno připevnit a věnovat se dalším krokům konstrukce stroje.



Obrázek 13: Plastová nádrž připevněná na upraveném a vyztuženém ramenu.

Velmi důležitým renovačním procesem, pro správné fungování celého stroje RZS-1 i se zařízením pro dávkování hydrofilního polymeru, prošel i mechanismus pro zvedání (obrázek 14) celého stroje. Tento mechanismus je používán v době, kdy je potřeba překonat překážku při práci nebo při potřebě transportovat stroj připojený k tažnému stroji, například k univerzálnímu kolovému traktoru.



Obrázek 14: Zrenovované zvedací zařízení rýhovacího zalesňovacího stroje RZS-1.

5 Výsledky

Práce na vývoji a stavbě ústrojí na dávkování hydrofilního polymeru k sazenici rostlin během umělé obnovy rýhovacím zalesňovacím strojem je u konce. Výsledkem je stroj, který jako první na světě, by měl efektivně (až 8000 sazenic za směnu) zvládat liniovou sadbu sazenic a zároveň přesně podle požadavků aplikovat k sazenicím lesního porostu látku na bázi hydrofilního polymeru.

Výsledky laboratorních testů, kdy, jak bylo řečeno, se testovalo, jestli je směs hydrofilního polymeru a vody dávkována správně, ve správném množství, a ve správném poměru, proběhly úspěšně. Speciální řídicí jednotka byla správně zkalibrována tak, že úspěšnost odměření správné dávky směsi plní svou úlohu na 95%, a díky tomu je nyní stroj připraven pro testy v lese.

Všechny části stroje, jako je plastová nádrž, potrubí, speciálně navržený a vyrobený elektroventil, nově vyrobená a precizně nastavená dávkovací řídicí jednotka i několik vybraných aplikačních trysek byly sladěny k dokonalé kooperaci a k těm nejlepším a očekávaným pracovním výsledkům. Zároveň byl úspěšně stanoven poměr vody a hydrofilního polymeru ve směsi a následně velikost dávky takto namíchané směsi aplikované k rostlině.

Mezi mnoha možnými způsoby umělé obnovy lesa by právě tento způsob, zpracovávaný v této diplomové práci, mohl být velmi efektivní. Po provedených testech, které se uskuteční až po uzavření a odevzdání této diplomové práce, se v případě úspěšných a pozitivních výsledků dá očekávat velmi pozitivní budoucnost nejen pro tento nově vyvinutý stroj, ale také pro umělou mechanizovanou obnovu lesa v oblastech s nedostatkem srážek.

6 Diskuze

Umělá obnova lesa pomocí aplikace hydrofilního polymeru je jedna z možností, jak v dnešní době obnovovat lesy v oblastech s nedostatkem srážek. V rámci rešeršní práce bylo zjištěno, že použití hydrofilních polymerů je velmi efektivní způsob jak rostlinám zajistit dostatek vláhy i v oblastech s nedostatkem srážek. Výzkumy, které ve svých publikacích popisoval Sloan (1994), které byly prvními, kde se vyskytovaly zmínky o použití hydrofilních polymerů a jejich aplikování k rostlinám se ve velkém množství shodovaly s těmi, ke kterým jsem dospěl i já při práci s hydrofilními polymery v laboratoři. Velkým přínosem pro mé zkoumání pak byly také studie Chalupy (1977), který jako první tuto problematiku představil Československu a pro porovnání s mými výsledky byli informace od něj velice srozumitelné a snadno uchopitelné. Následně pak díky výzkumům Tučkové a Sarvaše (2003), kteří jako první prováděli pokusy a testy v lesích v oblasti střední Evropy, a popsali vše to, na co Chalupa (1977) neměl ve své době prostředky a možnosti, jsem již při mnou prováděných testech měl představu, jak se tyto látky chovají ve vztahu k rostlinám, jak a kdy je nejlépe aplikovat a proč vlastně je používat namísto hledání jiného řešení udržení vody pro rostliny. Jejich výsledky pro mě sloužily jako výchozí bod, protože v těchto oblastech byly a budou prováděny i testy nově vyvíjeného stroje.

Jak jsem dále zjistil během rešeršní práce, zmínili Simanov (2015) a Kysel a kol. (1990), že rýhovací zalesňovací stroj československé výroby RZS-1 je jeden z nejvýkonnějších a nejpovedenějších lesnických strojů ve svém oboru a jeho práce zvládá velmi efektivně a poměrně rychle liniově vysazovat nové stromy během obnovy lesa, a proto byl i pro naši práci na nově vyvíjeném stroji RZS-1 vhodný základ. Efektivita tohoto stroje, až 8000 sazenic za směnu, je jeden z hlavních a velmi přínosných rozdílů oproti strojům, které zmiňuje ve svých textech například Petříček (1984). Jiné stroje, které popisuje mají také spoustu velmi pozitivních vlastností jako je například plná automatizace, schopnost práce ve více řádcích a podobně, ale pro nás a naše plány tyto stroje vhodné nebyly. Pro návrh, stavbu a následné připojení našeho aplikátoru hydrofilních polymerů či jiných látek ale RZS-1 ideální je.

7 Závěr

Jak již bylo zmíněno, v rámci mého studia magisterského oboru Krajinné a pozemkové úpravy na Fakultě životního prostředí na České zemědělské univerzitě byla témata týkající se krajiny, hospodářských a lesních ploch velmi zajímavou a, z mého pohledu, nepostradatelnou součástí tohoto oboru. Lesnická a zemědělská mechanizace k těmto tématům v dnešní době neodmyslitelně patří a proto jsem volil právě podílení se na vývoji a konstrukci stroje s dávkovačem hydrofilního polymeru za vhodné téma pro moji diplomovou práci. Patentové řízení, které by mělo umožnit průmyslovou výrobu a použití tohoto stroje, nyní probíhá.

Předmětem studie této diplomové práce bylo prozkoumání problematiky obnovy lesa v oblastech s nedostatkem srážek, což je velmi aktuální téma již na velké části naší planety. Klimatické prognózy totiž nejsou v ohledu k lesům a jejich obnově nijak pozitivní a tomuto tématu je třeba se čím dál více intenzivněji věnovat.

Dopady klimatických změn na lesní porosty, příčiny a důsledky sucha a možné způsoby obrany či prevence před suchem byly v první části literární rešerše představeny. V další části práce byly proto zpracovávány a popisovány informace o hydrofilních polymerech mimo jiné i z hlediska jejich využití při obnově lesa, jelikož je to jeden z velmi perspektivních způsobů, který by mohl být v budoucnu k obnově lesa v oblastech s nedostatkem srážek využíván. Hydrofilní polymeru byly stručně charakterizovány, byl zmapován vývoj jejich použití a šíření práce s nimi v oblasti aplikace k rostlinám.

V závěru literární rešerše je zpracováno téma obnovy lesa. V tomto popisu jsou informace o přípravě před obnovou, o samotné obnově, o strojích, které se k obnově používají.

V metodické části je již popisována realizace projektu, která mohla být uskutečněna díky získanému grantu TA ČR GAMA – Sázečí adaptér pro obnovu lesa v oblastech s nedostatkem srážek. Byl jsem součástí vývojářského a konstruktérského týmu, kterému se úspěšně podařilo navrhnout a sestavit stroj, který by měl být schopen úspěšně aplikovat látky na bázi hydrofilních polymerů přímo k sazenicím při umělé obnově lesa rýhovacím zalesňovacím strojem a to i při nepřerušované liniové výsadbě na rozdíl od strojů či zařízení již existujících. Testy tohoto stroje v lese nejsou součástí této práce.

K tématu hydrofilních polymerů a umělé obnově bylo shromážděno velké množství literatury a v této práci jsou ty nejhodnotnější informace z těchto zdrojů. Téma klimatických změn a stále delších období sucha je velmi aktuální a i když ne přímo nejvíce pro oblast České

republiky, je přesto velmi důležité na ně nezapomínat a nepřestávat zkoumat nové cesty a nová řešení. Lesy jsou, kvůli svým nenahraditelným vlastnostem, velmi nepostradatelná součást krajiny a je třeba jejich stavy nejen udržovat ale i obnovovat a jedním z mnoha možných způsobů je použití, právě vyvinutého a zkonstruovaného, zařízení pro aplikaci hydrofilních polymerů.

8 Použitá literatura

- Ahmed, E., M. a HU, R., 2013. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications. Journal of Advanced Research. Dordrecht: Springer Netherlands. Volume 6. Issue 2. s. 105 - 121
- Bartovská, L., 2005. Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 244 s. ISBN 80-708-0579-X.
- CEC, 2007. Green Paper. Towards a future Maritime Policy for the Union. An European vision for the ocean and seas. Commission of the European Communities, Brussel.
- Dimplmeier, R. 1969. Agrikol, nový prostriedok na udržanie lesných sadeníc v čerstvom stave počas skladovania a dopravy. Forstwissenschafliches Centralblatt, r. 88, s. 80–96.
- Ferris C., Oliver R. P., Davy A. J., Hewitt G. M. 1995. Using chloroplast DNA to trace post-glacial migration routes of oaks into Britain. Molecular Ecology 4: 731–738
- Hewitt, M.G., 1999. Post-glacial re-colonization of european biota. Biological Journal of the Linnen Society. Nortwich. University of East Anglia. Volume 68, Issue 1-2
- Houghton, R. A. 2003. Why are estimates of the terrestrial carbon balance so different? Global Change Biology 9: 500 – 509
- Chalupa, V. 1977. Možnosti zvýšenia ujímavosti prostokořenných sazenic při výsadbě. Lesnicka práce, s. 350–353.
- Chytrý, M., 2012. Vegetation of the Czech Republic: diversity, ecology, history and dynamics. In.: Preslia 84: 427-504, 2012. Brno
ISSN 1212-0111.
- IPCC., 2001. WGI Third Assesment Report, Technical Summary, A report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Shanghai
- Janeček, A., a kol. 2002. Lesnická mechanizace III. – Konstrukce a funkce. Česká zemědělská univerzita. Praha. 323s. ISBN 80-213-0945-8
- Jankovič, J., Tučeková, A., Pobiš I. 2003: Predbežné vyhodnotenie strát na jarnom zalesňovaní v roku 2003. Les, 59(9): 7 s.
- Janssens, I. A., Freibauer, A., Ciais, P., Smith, P., Nabuurs, G. J., Folberth, G., Schlamadinger, B., Hutjes, R., W., A., Ceulemans, R., Schultze, E., D., Valentini R., Dolman, A. J. 2003. Europe`s terrestrial biosphere absorbs 7 – 12% of European antropogenic

CO₂ emissions. Science 300: 1538 - 1541

- Kasapis, S., Norton, I. T., Ubbink, J. B. 2009. Modern Biopolymer Science – Bridging the Divide between Fundamental Treatise and Industrial Application. Elsevier. ISBN 978-0-12-374195-0
- Konias, H., 1950. Lesní hospodářství. Nakladatelství českých zemědělců Brázda. Praha. ISBN (nev.)
- Kysel, M., Blahota, L., Gerák, J., 1990. Stroje a zariadenia v lesníctve. 2. vyd. Bratislava: Príroda. ISBN 80-07-00438-6
- Lawton, R. O., Nair, U. S., Pielke, Sr. R. A., Welch, R. M. 2001. Climatic Impact of Tropical Lowland Deforestation on Nearby Montane Cloud Forests. Science 294: 584 - 587
- Lindner M., 2014. Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management In: Journal of environmental management. 146/2014., 69-83s.
- Liu, Xiang Yang a Jing-Liang LI. Soft fibrillar materials: fabrication and applications: Weinheim : Wiley-VCH, 2013, 301s. ISBN 978-3-527-33162-8
- Málek Z. a kol., 2012. Stromy pro sídla a krajinu. Vydavatelství Baštan, Olomouc, 358s. ISBN: 978-80-87091-36-4
- Mann, M. E., Bradley, R. S., Hughes, M. K., 1998. Global-Scale Temperature Patterns and Climate Forcing Over the Past Six Centuries. Nature 392: 779-787s.
- McKay, H.M., 1997. A review of the effect of stresses between lifting and planting on nursery stock quality and performance. New Forest, 13, 369– 399.
- Neuhäuslová, Z., 2001. Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Academia, Praha, 341s. ISBN: 80-200-0687-7
- Nožička, J., 1957. Přehled vývoje našich lesů. Státní zemědělské nakladatelství v Praze, Praha, 459s.
- Petříček, V., 1984. Mechanizační prostředky v lesnictví. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. 288s.
- Pouchlý, J., 2008. Fyzikální chemie makromolekulárních a koloidních soustav. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 205s. ISBN 978-80-7080-674-6.
- Pretel, J., 2013. ČHMÚ: Pravděpodobný vývoj klimatu v ČR. In: Pro-Energy magazín. 2/2013. Energy-Hub s.r.o., Praha, ISSN 1802-4599
- Roldan, A., Querejeta, I., Albaladejo, L., Castillo, V., 1996. Survival and growth of Pinus

- halepensis Miller seedlings in a semi-arid environment after forest soil transfer, terracing and organic amendments. *Annal. Sci Forestry*, 53, p. 1099–1112.
- Rónay, E., Dejmal, J., 1991. *Lesná ťažba. Príroda*, vydavateľstvo kníh a časopisov. Bratislava. 359 s. ISBN 80-07-00432-7
- 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*, s. 59–64.
- Simanov, V., 2015. *Vývoj lesníckej techniky v českých zemích v letech 1945-1992*. Praha: NZM. ISBN 978-80-86874-63-0
- Sloan, J. P., 1994. The use of rootdips on North American conifer seedlings: a review of the literature. In *Tree Planters' Notes*, p. 26–31.
- Smith, R., 2005. *Biodegradable polymers for industrial applications: properties, processing and applications*. Boca Raton: CRC Press, 532s., ISBN 08-493.3466-7
- Střešní zahrady s hydrofilní vatou. In: *Střechy, fasády, izolace*. 1998. Nakladatelství Mise. 53-54. ISSN 1212-0111
- Šalamon, P., 2008. *Bezpečnosť práce v lesníctví (BOZP při práci v lese a na pracovištích obdobného charakteru)*. Výzkumný ústav bezpečnosti práce. Praha. ISBN 978- 80-86973-81-4
- Tognietti, R., Michelozzi, M., Giovanelli, A., 1997. Geographical variation in water relations, hydraulic architecture and terpene composition of Aleppo pine seedlings from Italian provenances. *Tree Physiol.*, 17, p. 241–250.
- Tučeková, A., Halák, A., Slamka, M. 2008. Hydrogels in artificial forest regeneration. *Lesn. Čas. – Forestry Journal*, 54(4): 347 – 369, 8 fig., 6 tab., ref. 28. Original paper. ISSN 0323–10468
- Vacek, S., 2003. *Horské lesy České republiky*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR. ISBN 80-7084-239-3
- Vasiliauskas, R., 2001. Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests In: *An international journal of forests*. 74/2001. 319–336s.

Večeřa, Z., 1990. Chemie pro všechny. Praha: Nakladatelství technické literatury. 651 s. ISBN 80-03-00500-0

Viero, P.W.M., Little, K.M., Oscroft, D.G., 2000. The effect of a soil-amended hydrogel on the establishment of a *Eucalyptus grandis* x *E. camaldulensis* clone grown on the sandy soils of Zululand. Sout.Afric. For. J., 188, p. 21–28.

Internetové zdroje

Vajglová, B., 2012. Hydrogely – Krotitelé vody jako pomocníci v medicíně (online). Tak trochu jiná věda. Brno. [cit. 9.2.2018] Dostupné z <<http://www.popularizacevut.cz/Lists/Aktuality/Attachments/49/Hydrogely.pdf>>

Obrázek 7: <www.dieselship.com> [cit. 4.4.2018]

Obrázek 8: <www.dieselship.com> [cit. 4.4.2018]