

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zahradní a krajinné architektury



***Alnus glutinosa*, způsoby a možnosti jejího využití v rekultivační praxi**

***Alnus glutinosa*, ways and use in reclamation practice**

Bakalářská práce

Autor práce: Marek Wolf

Obor studia: Zahradní a krajinářské úpravy

Vedoucí práce: Ing. Miroslav Kunt, Ph.D.

© 2018 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "*Alnus glutinosa*, způsoby a možnosti jejího využití v rekultivační praxi" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne: 20. 04. 2018

Marek Wolf

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucímu své bakalářské práce, Dr. Kuntovi za jeho věnovaný čas a při tvorbě této práce. Dále bych rád poděkoval, Ing. Dimitrovskému za jeho poskytnutá data, získaná několikaletým výzkumem rekultivačních vlastností olše lepkavé.

***Alnus glutinosa*, způsoby a možnosti jejího využití v rekultivační praxi**

Souhrn

Téma bakalářské práce se zabývá způsoby a využitím olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) v rekultivační praxi na výsypkách. Tato dřevina je jedinečná díky svým melioračním, mikroklimatickým a hydrogeologickým schopnostem. Cílem bakalářské práce je zhodnotit využití a možnosti olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) při zakládání lesnických rekultivací na výsypkách. Vyhodnocené poznatky jsou převážně založené na dlouholetém výzkumu, který byl prováděn na výsypkách Sokolovského hnědouhelného revíru. Rekultivace je v práci popsána jako soustava opatření, která napomáhají přirozenému vývoji znehodnocených lokalit. Rekultivační proces má stanovené opatření a požadavky pro úspěšné provedení. Jednotlivé způsoby rekultivací a jejich využití v praxi je odvozeno na základě budoucích požadavků dané lokality. Sukcese je popsána jako ekologický termín, který označuje přeměnu a vývoj společenstev na určitém místě. Jednotlivé typy rekultivace dělíme podle budoucího využití lokality. Zemědělský způsob rekultivace spočívá ve výsadbě polních kultur, které v průběhu několika let pozitivně působí na degradovanou půdu. V průběhu hydrologických rekultivací vznikají vodní nádrže, rybníky a vodní toky, tento způsob výrazně podporuje diverzitu přírodních společenstev na dané lokalitě. Relaxační způsob rekultivace je vhodný především v blízkosti obydlených oblastí, při tohoto způsobu vznikají místa pro volnočasové aktivity, např. parky, koupaliště a hřiště. Ekologická rekultivace je soubor všech rekultivačních způsobů. Hlavní podmínkou je dodržení správného poměru zastoupených druhů a uspořádaný porost. Lesnická rekultivace je v této práci popsána nejpodrobněji. Tento způsob využívá dřevin, které díky svým melioračním vlastnostem obohacují půdu o živiny a zabraňují erozi. V tomto případě je hlavním ukazatelem půdotvorný účinek použitých dřevin. Další důležité vlastnosti těchto dřevin jsou půdní a klimatické podmínky, odolnost proti průmyslovým imisím, odolnost proti škůdcům a houbovým chorobám. Zhodnocení melioračních vlastností se provádí měřením biologických indikátorů, které jsou, celkový vývoj a množství kořenové hmoty, hloubka prokořenění půdních profilů, plošné rozložení a vzrůst porostů, vyprodukovaná asimilační

plocha a hmota a v poslední řadě vývoj bylinného patra. Zalesňování můžeme provádět několika způsoby, zalesnění jen ušlechtilými listnáči, směs ušlechtilých listnáčů a přípravných dřevin, celoplošné zalesnění přípravných kultur. Výběr dřevin a postup zalesnění volíme podle, stanovištních podmínek a typu výsypkové zeminy. Kompaktní jíly se musí zalesňovat jen přípravnými porosty, u jílových břidlic volíme poměr zastoupení 60 % přípravné dřeviny a 40 % dřeviny hlavní, jíly s lístkovitou odlučností, zalesňujeme převážně ušlechtilými druhy listnáčů s nízkým zastoupení přípravných porostů.

Meliorační vlastnosti olše lepkavé mají v rekultivační praxi široké zastoupení. Olše jsou schopny růstu na extrémních stanovištích, odolávají průmyslovým imisím, v prvních letech růstu mají progresivnější růst než ostatní dřeviny, jsou odolné proti okusu zvěří, obohacují půdu živinami opadem listové hmoty a symbiózou s nitrifikačními bakteriemi rodu *Frankia*. Díky těmto schopnostem je možné využití olší ve všech způsobech zakládání listnatých porostů. V této práci jsem porovnával efekt rekultivačních procesů ve skupině ušlechtilých dřevin s přítomností olše a v monokulturách olše. Dále jsem vyhodnocoval její vliv na vývoj půd v podrostních směsích.

Klíčová slova: *Alnus glutinosa*, rekultivace, výsypka, mycorrhiza, využití

***Alnus glutinosa*, ways and use in reclamation practice**

Summary

This paper is about ways of using *Alnus glutinosa* in reclamation practice on coal mining sites. This species of wood is special thanks to its melioration, microclimatic and hydrogeologic abilities. Target of this reclamation work is to evaluate possibilities of use *Alnus glutinosa* while starting wood recultivations on. Evaluated results are mostly based on many year lasting research, which took place on coal mining sites. Sokolov brown coal site. Recultivation is in work described as series of precautions, which helps natural evolution of damaged lands. Recultivation process has set of precautions and requests for proper execution. Single types of recultivation and its use in practice is determined on future requests of specified locality. Success is described as ecological term, which describes transformation and evolution of Degraded soil on specified location. Recultivation is divided by specific use of locality. Agronomic use of recultivation is in planting of field crops cultures, which over the years has positive effect on degraded lands. Hydrological use of recultivation is based on hydrological, ecological and esthetic aspects of specific location. In the process of hydrological recultivation water tanks, racks, rivets are created, this type significantly supports diversity of natural communities in location. Relaxation use of recultivation is suitable for urban located sites. There entertainment places created such as: parks, waterparks and sport fields. Ecologic recultivation is a set of all recultivation types of use. Main condition is keeping right ratio between amount of species and arrangement of it. forestry use of recultivation is in this work described to more detail. This use of recultivation uses woods, which thanks to its melioration skills give land nutrition and prevent erosion. In this case main key is soilforming used woods. Another important traits are land and climatic conditions, endurance against industry emissions, endurance against bug parasites and mushroom parasites. Evaluation of melioration traits is made by biological indicator which are: Overall evolution and amount of root mass, depth of rootness land profiles, distribution of growth, height of trees. produced assimilated and lastly evolution of herbal floor, afforestation can be done by several ways, for foresting by just main noble wood, mix of preparation wood and noble woods, Compact clays must be forested. just

only preparation wood. Choice of woods and process of foresting choose by: proportion of representation conditions and type of. coal minig sites land. Compact vessels have to be forrested just by noble woods. *Alnus* reclamation's using proprertiesis very interesting. It 's greatest advantage is the relationship with the symbiotic bacteria call *frankia*. *Fankia* can bind atmospheric nitrogen, which is very important for soil and plant nutrition. This paper resarche the best combination between preparation wood like a *Alnus glutinosa* and noble wood like a *Quercus rubra*, this paper are also engaged in nutrition soil compositione. This mensuratione is looking for oraganic components which is usefull for soil reclamation

Keywords: *Alnus glutinosa*, reclamation, postmining sites, mycorhiza, use

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Literární přehled	3
3.1	Rekultivace	3
3.2	Fáze rekultivací	3
3.2.1	Fáze přípravná	4
3.2.2	Fáze důlně technická	4
3.2.3	Technická rekultivace	4
3.2.4	Biologická rekultivace	5
3.3	Sukcese	5
3.3.1	Primární sukcese	5
3.3.2	Sekundární sukcese	6
3.3.3	Spontánní sukcese	6
3.4	Způsoby rekultivací	6
	Zemědělský způsob	6
	Lesnický způsob	7
	Hydrologický způsob	7
	Relaxační způsob	7
	Ekologický způsob	7
3.5	Lesnické rekultivace na výsypkách	8
3.5.1	Vývoj lesnických rekultivací	8
3.5.2	Způsoby zakládání lesních kultur	9
3.6	Rod <i>Alnus</i>	11
3.6.1	Olše lepkavá (<i>Alnus Glutinosa</i>)	12
3.6.2	Olše šedá (<i>Alnus incana</i>)	13
3.6.3	Olše zelená (<i>Alnus alnobetula</i>)	13
3.7	Mycorrhizní symbióza u rodu <i>Alnus</i>	14
3.7.1	Rod <i>Frankia</i>	14
4	Popis zkoumaných lokalit	16
4.1	Výsypka Bohemia	16
4.2	Velký Riesl	17
4.3	Výsypka Vilém	18

4.4	Výsypka Antonín.....	19
4.5	Výsypka Narva.....	20
4.6	Výsypka Varteg hill	21
5	Rekultivační využití <i>Alnus Glutinosa</i>	22
5.1	<i>Alnus glutinosa</i> a její vliv na vývoj a složení půdního profilu	23
5.2	<i>Alnus glutinosa</i> – změna chemické reakce a sorpčních vlastností.....	25
5.3	<i>Alnus glutinosa</i> – vliv na složení půdní organické složky.....	32
5.4	<i>Alnus Glutinosa</i> – podrostní dřevina v nesmíšených směsích	38
5.5	<i>Alnus glutinosa</i> - přípravná dřevina s následnou redukcí.....	45
5.6	<i>Alnus glutinosa</i> jako přípravná dřevina ve směsích s jehličnatými dřevinami	49
6	Diskuze.....	52
7	ZÁVĚR	Chyba! Záložka není definována.
8	Seznam literatury	55

1 Úvod

Tato práce se zabývá způsoby využití Olší lepkavé jako meliorační dřeviny v rekultivaci míst, kde v minulosti probíhala povrchová těžba. V 50. letech 20. stol. se na Sokolovsku začala více uplatňovat povrchová těžba hnědého uhlí. Nejintenzivněji se v Podkrušnohorské pánvi těžilo uhlí v 70., 80. a 90. letech. Sokolovská pánev se rozkládá na západ od Doupovských hor v okolí města Sokolov. Velká podkrušnohorská výsypka je tvořena systémem dílčích výsypek s celkovou plochou asi 1900 ha, patří mezi největší výsypky v ČR. Od roku 1960 do ní bylo uloženo přibližně 800 miliónů m³ nadložních zemin. Ukládání nadložních zemin na celé ploše výsypky bylo ukončeno v roce 2003. Vnější výsypky vznikají před zahájením těžby, kdy se musí odkrýt nadložní zeminy, které jsou ukládány mimo prostor uhelného dolu, vnitřní výsypky vznikají zasypáváním vytěženého dolu. První rekultivace zde byly uskutečněny již v roce 1934, systematicky se zde však začalo rekultivovat v 50. letech 20. stol. V minulosti byly rekultivovány hlavně vnější výsypky. Při přípravě a provádění rekultivací spolupracuje Sokolovská uhelná, a.s., s Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy PrahaZbraslav.

2 Cíl práce

Cílem práce je zhodnocení dlouholetých i současných poznatků v oblasti výsypkových rekultivací. Z použitých dat bude zpracována analýza a bude provedené vyhodnocení nejlepších lokalit pro pěstování *Alnus glutinosa*. Bude provedena botanická identifikace a popis druhu *Alnus glutinosa*, její lokalizace na výsypkách ČR a na základě proběhlého výzkumu bude vyhodnocena její schopnost růst na výsypkových stanovištích a ovlivňovat tato stanoviště a budou vyhodnoceny způsoby a možnosti jejího využití v rekultivační praxi. I přes určitá specifika antropogenních substrátů s ohledem na různou geologickou stavbu jednotlivých uhelných revírů lze předpokládat, že budou tyto výsledky užitečné i v dalších oblastech, kde je lesnická rekultivace uplatňována. Výsledky v této práci jsou souhrnem mnohaletých provozních i výzkumných zkušeností v lesnických rekultivacích.

3 Literární přehled

3.1 Rekultivace

Rekultivace představuje aktivní obnovu a tvorbu půdního fondu v oblasti devastované průmyslovou činností (Štýs a Helešicová, 1992). Pojem rekultivace (jako součást meliorace) zahrnuje soustavu technických i biologických opatření vedoucích k zúrodnění recentních útvarů v krajině, nově vzniklých při těžbě nerostných surovin. (Dimitrovský, 1978) Při návrhu rekultivace se vychází zejména z klimatických poměrů lokality, geografické polohy, hospodářskoekonomických podmínek, znečištění ovzduší průmyslovými exhalacemi, zájmů a hledisek obnovy krajiny a životního prostředí, potřeb různých forem rekreace, tvaru a uspořádání povrchu výsypek a odvalů, kvality půdotvorných substrátů pro zemědělskou nebo lesnickou rekultivaci, potřeby produktivní zemědělské půdy, zájmů společností a vlastníků (Štýs, 1981). Soustava rekultivačních opatření musí být motivována nejen úzkými zájmy lidské populace, ale i ekologicky, ve prospěch přírody (Špiřík, 1994) rekultivace by měla splňovat následující požadavky:

- ekologickou a hydrologickou vyrovnanost ve vztahu k okolní krajině
- esteticky pozitivní začlenění rekultivované lokality do krajiny
- racionální (ekonomicky udržitelný) způsob využití lokality
- hygienickou nezávadnost řešení. (Sklenička, 2003)

3.2 Fáze rekultivací

Přesto, že se rekultivace neprovádějí vždy úplně stejným způsobem a aplikují se vždy individuálně, je možné nastínit rámcovou osnovu, která by měla být pro většinu rekultivací stejná. Proto rozdělme rekultivace do čtyř základních fází:

- Fáze přípravná
- Fáze důlně-technická
- Fáze biotechnická
- Fáze post rekultivační

Všechny tyto čtyři fáze tvoří dohromady jeden celek – rekultivaci (Štýs, 1981).

3.2.1 Fáze přípravná

Přípravná fáze má především preventivní a optimalizační funkci a účinnost. Přípravná fáze má funkci optimalizační a preventivní (Štýs, 1990). První krok před započítáním těžby, by měl být zaměřen nejen na informace důležité pro otvírku ložiska, ale také na podklady, které jsou potřebné pro následný výběr rekultivací. Již vyhledávací průzkum ložisek je nutno řešit s ohledem na možnosti komplexní a koordinované exploatace nerostných surovin a přírodních zdrojů v daném prostoru (Štýs, 1981). Rekultivační záměry mají být uplatňovány již při zpracování územně plánovací dokumentace a struktury územních celků, územního řešení těžby i rekultivace (Štýs, 1990).

3.2.2 Fáze důlně technická

Tato rekultivační fáze se provádí v průběhu samotné těžby. Po průzkumu nadložních hornin se zvolí způsob otvírky dobývacího prostoru, umístění a rozsah otvírky (Štýs, 1981). Důlně-technická fáze vytváří mimo jiné podmínky pro rekultivaci a výrazně se podílí na jejím celkovém úspěchu (Štýs, 1990). Skrývka nadložních hornin a jejich ukládání do vnitřních nebo vnějších sypaných prostorů se má provádět tak, aby zejména na povrch nově vzniklých recentních útvarů (výsypek) přišly horninotvorné materiály s nejvyšší potenciální úrodností (Dimitrovský, 1976). Jelikož doprovází povrchovou těžbu velký odklíz pudy nad těžbou surovinou, vzniká velké množství výsypek a selektivních složišť, které je vhodné rovnou umísťovat takovým způsobem, aby bylo potřeba co nejméně možných terénních úprav po skončení těžby při dalších fázích rekultivace (Dimitrovský, 1978).

Hlavní předpoklady pro rekultivaci:

- správná organizace těžebních prací (plán přípravy, otvírky, dobývání)
- správné rozmísťování provozních ploch v území a jejich optimální zapojení do okolní krajiny (Štýs, 1981).

3.2.3 Technická rekultivace

Účelem technických opatření je zajistit předpoklady pro realizaci následné biologické rekultivace, tedy zajistit stabilitu svahů, ochranu půdy před erozí (abrazí), využití vody a její neškodné odvedení do recipientů, přístup lidí i mechanizace na vybraná místa po pozemních komunikacích, přeložky inženýrských sítí, zmírnění či eliminace extrémních vlastností zemin atd. (Sklenička, 2003). Dále sem patří navážky úrodných a potenciálně úrodných hornin a zemin a základní půdní meliorace, kterou jsou zlepšovány mechanické, fyzikální, fyzikálně

chemické, chemické a potenciálně i biologické podmínky pro ekologicky a ekonomicky efektivní průběh půdotvorných procesů (Štýs, 1990). Technickou část rekultivace nelze provádět bez poměrně detailní znalosti cílového stavu a způsobu biologické rekultivace (Sklenička, 2003).

3.2.4 Biologická rekultivace

Biologická rekultivace je souhrnem biologických a biotechnických zásahů a opatření, jejichž účelem je vytvořit iniciální stádium klimaxu, dis klimaxu, popř. Edafického klimaxu. Biologická rekultivace je dokončením procesu zahlazení těžby v krajině (Sklenička, 2003). Biologická příprava je rekultivačním opatřením v prvních letech rekultivačního cyklu, založeným na volbě zemědělských plodin nebo lesních dřevin nenáročných na stanovištní podmínky (Dimitrovský, 1978). Post rekultivační fáze představuje předávání zrehabilitovaných pozemků do následného užívání (Štýs, 1990). Součástí této fáze je rovněž další navazující období pro následnou péči. U zemědělských půd jde především o kontinuální zvyšování úrodnosti půdy. U území, na něž byl aplikován lesnický způsob rekultivace, jde především o systém pěstebních opatření (Möllerová 2002).

3.3 Sukcese

Během sukcese se na stanovišti zpravidla obměňují rostliny s různou životní strategií. Sukcese může být primární nebo sekundární. Nejprve se na stanovišti uchytí R-stratégové (ruderalní druhy rostlin), které jsou většinou jednoleté a mají velký počet semen. R-stratégové jsou nahrazeny konkurenčně silnějšími druhy rostlin C-stratégy, které jsou v mládí adaptovány k zastínění a postupem času ostatní rostliny přerostou. Do procesů samotné sukcese vstupuje člověk pouze minimálně. Vegetace a živočichové se samy přizpůsobují dané lokalitě, a to až do bodu, který jim bude zcela vyhovovat. Pak se sukcese ustálí a dosáhne vrcholu, kterému se říká klimaxové společenstvo (Míchal, 1994).

3.3.1 Primární sukcese

Primární sukcese probíhá na nově vytvořených či nově odkrytých substrátech, kde doposud nerostla žádná vegetace. Substrát neobsahuje žádný organický materiál ani diaspory rostlin. Tato sukcese probíhá na Sokolovsku, kdy sukcese probíhá na holém pedogenickém substrátu (Glenn-Lewin a der Maarel, 1992).

Primární sukcese na výsypkách probíhá většinou s dřevinami intermediárního typu (doubravy, smrčiny) podle následujícího schématu:

1. Stádium nedřevnaté vegetace
2. Přípravný les
3. Přejídný les (Kumar. A, et al. 2010).

3.3.2 Sekundární sukcese

Sekundární sukcese nastává po částečném či úplném odstranění vegetace vlivem disturbance. Na stanovišti jsou zachovány organické půdní horizonty, substrát obsahuje semennou banku nebo vegetativní části rostlin schopné regenerace. Sekundární sukcese probíhá např. Na opuštěných polích a loukách, na místech postižených požárem či záplavami (Glenn-Lewin a van der Maarel, 1992).

3.3.3 Spontánní sukcese

Populace určitých druhů, obývajících konkrétní místo v prostoru jsou na tomtéž místě nahrazována populacemi druhů jiných, nemusí se přitom jednat jen o jednotlivé druhy, ale o střídání celých skupin druhů. Je to samovolně nezvratný proces změny ve struktuře společenstev a ekosystémů (Kumar. A, et al. 2010).

3.4 Způsoby rekultivací

Možnosti způsobů rekultivací vychází totiž do značné míry z faktorů, jež ovlivňují výběr způsobu rekultivace a také z našich požadavků na vlastnosti budoucí zre kultivované krajiny. (Dimitrovský, 2001).

Zemědělský způsob

Jde o častý a významný způsob rekultivace, jenž nám zajišťuje potravu a také krmiva. Do této varianty rekultivace lze řadit polní kultury, jakožto základní alternativu zemědělského způsobu rekultivace a dále louky a ovocné sady, jakožto jakousi speciální alternativu (Bejček, 2003). Ještě před počátkem těžby dojde k separátní skrývce úrodné zeminy. Poté se zeminy selektivně uloží k pozdějšímu využití. Po vytěžení části lomu se při následné rekultivaci naváží zpět na nově vzniklé výsypky jako poslední úrodná půda, zpravidla se jedná o padesáticentimetrovou vrstvu. Navazuje několikaletý meliorační cyklus, jež má půdě navrátit požadované vlastnosti. Tento cyklus probíhá až osm let a většinou se používají hluboko kořenicí

jetelotravní směsi. Ovocné sady se realizují v oblasti Severočeské hnědouhelné pánve, jelikož jsou zde vhodné klimatické podmínky. (Dimitrovský 2001).

Lesnický způsob

Tento způsob je velmi významný, neboť lesy plní celou řadu funkcí. Například funkci asanační, hygienickou, rekreační, estetickou a v rámci celých ekologických soustav funkci stabilizační. Lesy však pozitivně ovlivňují i celé své okolí, neboť mají především stabilizační, hydrické, klimatické a mnohé další funkce. Les má funkci proti erozivní, zadržuje a čistí svým půdním prostředím, často obohacuje vodu o celou řadu minerálních látek (Smolík et al., 2010). Mimořádný význam pro setrvačnost látkového koloběhu má kvalita opadu lesních dřevin. Podle ní lze hodnotit pedologickou a meliorační účinnost jednotlivých druhů dřevin. Lesní flóra zlepšuje kvalitu ovzduší celého okolí tím, že díky fotosyntéze přetváří oxid uhličitý na kyslík a plní funkci lapačů tuhých částic. Z výčtu těchto funkcí vyplývá, že je účelné uplatňovat lesní způsoby rekultivace také na svazích výsypek, neboť kořenová soustava stromů má půdoochrannou a stabilizační funkci. (Dimitrovský, 1999).

Hydrologický způsob

U tohoto způsobu rekultivací se budují vodní nádrže, rybníky a tvoří se nové vodní toky. Při jejich stavbě se vychází z poměrů ekologických, ale také z poměrů socioekonomických a hledí se při tom jak na ekologické, asanační a vodohospodářské aspekty, tak i na aspekty rekreační, sportovní a chovné. Objevují se také požadavky na akumulaci užitkové vody k závlahovým účelům (Smolík et al., 2010).

Relaxační způsob

Tento způsob rekultivace je vyčleněn z toho důvodu, že v blízkosti obcí lze provádět speciální způsoby rekultivací. Mezi ty bychom mohli zařadit různé parky, hřiště, sportovní areály, plavecké areály, koupaliště, ale také zahrádkářské kolonie. Při zvolení tohoto způsobu rekultivace je potřeba brát v úvahu také vzdálenost od sídla, vhodné přístupové cesty a důležité je také určitě to, aby byla v regionu dostatečná poptávka po tomto typu rekreace (Dočkal, 2009).

Ekologický způsob

K ekologickému způsobu rekultivace slouží v podstatě všechny základní rekultivační způsoby, tedy lesnické, hydrologické, rekreační a také vhodně navržené zemědělské

rekultivace. Jde pouze o to, aby bylo procentní zastoupení jednotlivých způsobů a uspořádání v prostoru správné. Těžba ekologický systém krajiny ničí a vhodně navrženou rekultivací lze ekologické funkce krajiny opět obnovit, či dokonce zlepšit (Čermák et al., 2002). Funkční systém ekologické stability lze vytvořit tvorbou ekologických center a ekokoridorů. Ekologická centra je možné tvořit mokřady, lesními komplexy a trvalými lučními porosty. Přesun živočichů mezi jednotlivými biocentry umožňují ekologické koridory. Ty jsou tvořeny doprovodnou zelení podél silnic a vodních toků či jako spojovací lesní pásy. Svahy jsou zpevněné zalesněním, na úrodném a vlhkém místě pod svahem se nachází zahrádkářská kolonie, okolí je obklopeno poli, a to vše je doplněno vodním režimem (Štýs, 1995).

3.5 Lesnické rekultivace na výsypkách

Lesnické rekultivace jsou důležitou a nedílnou součástí rekultivací prováděných od počátku 20. století a staly se jedním ze základních kamenů české rekultivační školy (Dimitrovský, 2001). Lesní rekultivace se podílí na obnově ekologických i ekonomických funkcí krajiny, umožňuje rychlý návrat ploch k hospodářskému využívání, upravuje krajinu a umožňuje využít krajinu i k rekreaci (Smolík et al., 2010). Lesnická rekultivace používá celou škálu dřevin, jejichž využití se opírá o znalost historie i současných výsledků při realizaci rekultivačních prací v oblasti těžby nerostných surovin (Dimitrovský et. al., 2008). Lesní porosty jsou vhodnou volbou pro rekultivaci výsypek, slouží jako významné stabilizující prvky v ekologických soustavách, splňují asanační, hygienické, estetické a rekreační funkce (Kumar. A, et al. 2010). Nejdůležitější funkcí lesního ekosystému na výsypkách je funkce půdotvorná a půdo ochranná. Kořeny dřevin chrání půdu před erozí, podporují však dešťové vody a opadem listů vzniká vrstva humusu (Dočkal, 2009). Z hlediska nenáročnosti dřeviny na úpravu substrátu, je především kladen důraz na zlepšení chemické reakce a pórovitosti svrchních vrstev antropogenních půd. V tomto případě jsou nejvhodnější olše, břízy, dále topol bílý a topol osika, vrby (lýkocová a plazivá), jeřáb ptačí, lípa malolistá a z jehličnatých dřevin modřín opadavý (Kupka, 2011).

3.5.1 Vývoj lesnických rekultivací

V počátcích lesnické rekultivace se využívalo jen dřevin pionýrských, převážně topolů a olší, které byly zakládány v monokulturách. Současná technologie vychází z předpokladu, že je možné stanoviště upravit tak, aby převážná většina výsadeb mohla být zakládána za účasti cílových, pomocných i melioračních dřevin (Štýs, 1996). Jedním z nejdůležitějších úkolů

lesnických rekultivací je podpora půdotvorného procesu. Z tohoto důvodu je nutné dostatečné zastoupení melioračních dřevin s vysokým půdotvorným účinkem (přes 50 %). Z půdotvorného hlediska mají větší upotřebitelnost listnaté dřeviny, které jsou zároveň odolnější (Dimitrovský, 1999). Růst vegetace na výsypkách je ovlivněn specifickými vlastnostmi daného stanoviště (Smolík et al., 2010). Dřeviny rozdělujeme podle půdotvorného účinku do třech skupin. **Dřeviny s velmi aktivním půdotvorným účinkem** – olše lepkavá, olše šedá, akát bílý, javor mléč, javor klen, kultivary topolů, habr obecný.

Dřeviny s aktivním půdotvorným účinkem – lípa srdčitá, jilm horský, topol osika, jilm habrolistý, dub zimní, dub letní, dub červený.

Dřeviny půdotvorně málo významné – do této skupiny náleží ostatní druhy listnáčů a dřeviny jehličnaté (Dimitrovský et al., 2008)

3.5.2 Způsoby zakládání lesních kultur

Přípravné lesní kultury nemíšené

Představují postup, kdy vzhledem k nepříznivým podmínkám, dochází k výsadbě pouze jednoho druhu dřeviny s vysokými melioračními účinky (nejčastěji olše lepkavé a šedé) (Haigh, M., et al. 2013). Přeměna porostu má zásadní vliv na stabilitu vývoje obnovovaných dřevin. Přeměna může být, částečná (do 50 %), převážná (nad 50 %), úplná (100 %). Přípravné podrosty se dělí na základě časových intervalů přeměn do dvou skupin.

Krátkodobé – k zapojení přípravných podrostů dochází mezi 4-6 rokem

Dlouhodobé – k zapojení dochází ve starších věkových třídách, přeměna je aplikována sečemi (Kotlíková, pruhová, klínová, kombinovaná). Při výběru sečí je potřeba vycházet z pěstebních nároků obnovovaných dřevin vlhkostní podmínky, světlo a stanoviště (Dimitrovský, 2001).

Přípravné lesní kultury – smíšené (listnaté/jehličnato-listnaté)

Při tomto způsobu dochází ke střídavé výsadbě dřeviny hlavní a pomocné. Z hlediska půdotvorného i biologického představuje tento postup ideální stav, naopak je nevýhoda v náročnosti provádění péče, např. Dosadby stejných druhů dřevin do porostní směsi (Čermák a Ondráček, 2009). Míšení dřevin na výsypkách je především závislé na pedologických vlastnostech zemin. V porostních směsích je nejvhodnější poměr 20-30 % jehličnatých a 70-80 % listnatých dřevin (Čermák et al., 2002). Výhodou smíšeného porostu je okrajová ochrana listnatých dřevin, která se především projevuje: rovnoměrný přírůst všech dřevin, zlepšení

půdní vlhkosti a mikroklimatických podmínek (Dimitrovský, 2001). Hlavní složkou porostu je hospodářsky hodnotná (cílová) dřevina, která je vysazována do skupin, v nichž je doplňována vhodným sortimentem pomocných a melioračních dřevin, které se podílejí na tvorbě lesní půdy, na podpoře cílových dřevin a vytvářejí dlouhověkovou porostní kostru (Štýs, 1996).

Pokud má být využívání pomocné dřeviny provozně i ekonomicky výhodné, musí splňovat tyto předpoklady: zlepšení nevhodných fyzikálních a hydrogeologických vlastností, očekávané obohacení antropogenních půd organickou půdní složkou (humusem), která je nepostradatelnou složkou pro nerušený vzrůst a vývoj jakékoliv introdukované vegetace na těchto stanovištích, zlepšení nevhodných mikroklimatických podmínek, nutné zejména pro pěstování dřevin náročnějších na půdní a klimatické podmínky stanoviště (týká se to především dřevin hospodářských), zlepšení mikrobiologických vlastností, zvýšení fyziologické hloubky půdních profilů apod. (Dimitrovský, 1976).

a) Hloučkovitý způsob míšení dřevin

Dochází k výsadbě jednoho druhu dřeviny hlavní (v porostní směsi, má největší zastoupení) a zpravidla i více dřevin pomocných, které jsou ve směsi míšeny jednotlivě. Z hlediska půdotvorného, představuje tento postup opět velmi příznivý stav (Dimitrovský, 2001). Tento postup je efektivně využitelný na všech antropozemích, zvýrazňující i krajinnotvorný účinek vytvářené zeleně na rekultivovaných plochách zejména o menší výměře. Postup je využitelný zejména při zalesňování větších ploch (Čermák a Ondráček, 2006).

b) Řadový způsob míšení dřevin

Dochází k výsadbě jednoho druhu dřeviny hlavní (v porostní směsi, má největší zastoupení) a zpravidla i více dřevin pomocných, které jsou ve směsi míšeny jednotlivě. Z hlediska půdotvorného, představuje tento postup opět velmi příznivý stav. Tento postup je efektivně využitelný na všech antropozemích, zvýrazňující i krajinnotvorný účinek vytvářené zeleně na rekultivovaných plochách zejména o menší výměře (Čermák a Ondráček, 2006). Výhodou tohoto postupu je širší výběr sortimentu dřevin, které mají rozdílnou intenzitu přírůstu (Dimitrovský, 2001).

c) Jednotný způsob míšení dřevin

Při tomto způsobu dochází ke střídavé výsadbě dřeviny hlavní a pomocné, které jsou ve stejném poměru. Z hlediska půdotvorného i biologického představuje tento postup optimální

rekultivační stav, naopak je velmi náročný z hlediska provádění péče, včetně dosadby stejných druhů dřevin do porostní směsi. (Čermák a Ondráček 2006).

d) Tvorba jehličnato-listnatých směsí

Volba vhodných směsí při zakládání kultur smíšených, tj. jehličnato-listnatých, je mnohem složitější než výběr směsí u listnatých dřevin. Pro pěstování jednotlivě smíšených směsí (střídání jehličnanů a listnáčů v řádcích) domácích a introdukovaných jehličnatých dřevin je třeba, aby listnatá dřevina vykazovala přibližně stejnou vitalitu růstu jako dřevina jehličnatá, nebo vitalitu růstu menší (Čermák et al., 2002). Pokud je povrch výsypek složen z klasických čistých jílů cyprisové série s kompaktní formou zpevnění, nelze použít ani v málem zastoupení výsadbu jehličnanů (Kumar. A, et al. 2010).

3.6 Rod *Alnus*

Olše (*Alnus L.*) Jsou listnaté opadavé stromy a keře patřící do čeledi břízovité. Jednotlivé druhy rostou především v mírném pásu severní polokoule. V současnosti je na světě popsáno celkem 42 druhů a 10 kříženců olší. Mezi domácí druhy se řadí olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), olše šedá (*Alnus incana*) a olše zelená (*Alnus alnobetula*) (Bruno P, 1995). Pupeny olší jsou stopkaté. Listy jsou střídavé, jednoduché, pilovité. V případě olše lepkavé jsou na konci vykrojené, u olše šedé na konci špičaté. Květy se objevují ještě před vyrašením listů. Jejich květem je jednopohlavná jehněda rozdílného tvaru. Samčí jehnědy jsou dlouhé a převislé, samičí krátké a elipsovité. Opylení probíhá převážně anemofilní cestou, samčí jehnědy po oplození dřevnatí a připomínají malé šištice, tyto zdřevnatělé jehnědy zůstávají na stromě celý rok. Plodem olší jsou nažky s blanitým křídlem (Stonawski, 2015).

Olše roste v podrostech, kde tvoří dominantní dřevinu, ale zároveň se v mnoha porostech vyskytuje jako příměs. Těžiště výskytu olše lepkavé je v nižších polohách do 6 LVS! ve vyšších polohách je více zastoupená olše šedá a olše zelená (Hrdlička a Neznajová, 2015). Z lesnického hlediska mají olše produkční význam zejména díky své schopnosti růst na místech, jež jsou pro jiné dřeviny z důvodů vysoké hladiny spodní vody značně nepříznivá. Olše velmi dobře snáší znečištění ovzduší, proto jsou vysazovány v okolí průmyslových objektů, ale také jako okrasné dřeviny v parcích. Pro meliorační využití mají olše několik nesporných výhod: jejich listy se snadno rozkládají a přispívají k obohacení půdy organickými látkami a současně olše vytvářejí na kořenech symbiotické hlízky s aktinomycetami rodu *Frankia*, schopnými vázat vzdušný dusík (Skousen a Zipper, 2011). Olše hrají také nezastupitelnou roli v břehových porostech vodních toků. Díky svým kořenům, zasahujícím často do vodního toku, jsou schopny nejen

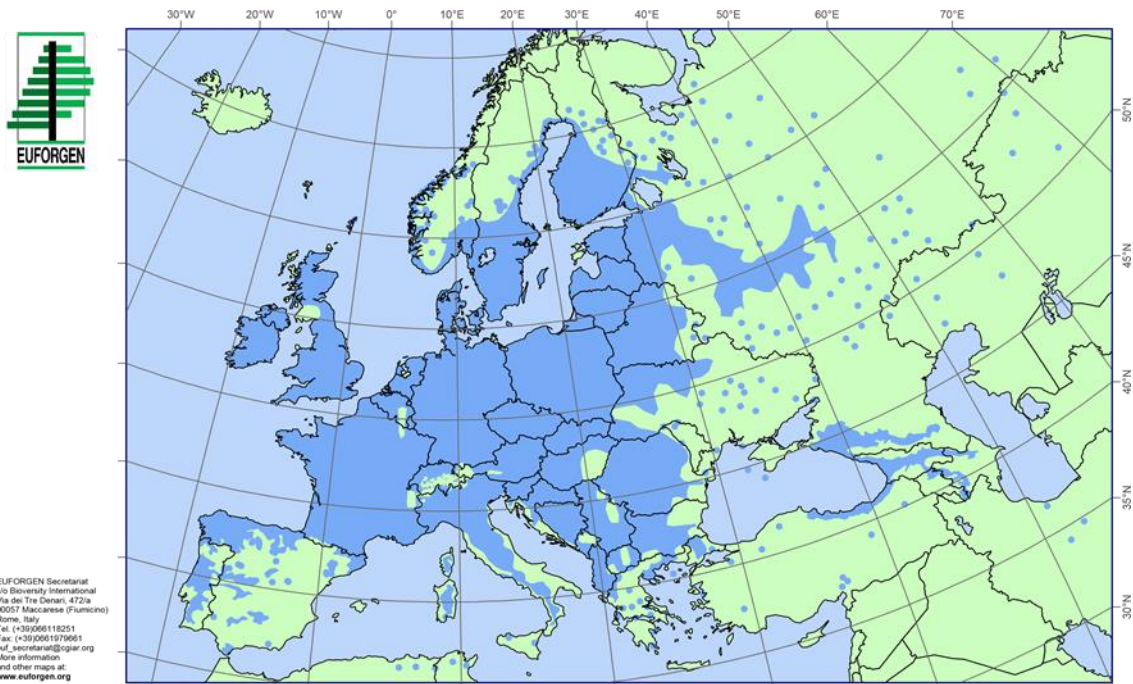
zpevňovat koryto vodního toku, ale také účinně filtrovat vodu a vytvářet příznivé prostředí (Stonawski, 2015). Olše lepkavá je také jedna z mála evropských autochtonních stromů, který vytváří ve vlhkém prostředí vzdušné kořeny podobně jako některé tropické stromy. Olšové dřevo se na čerstvém řezu rychle zbarvuje do oranžova (Větvička et al., 2004).

3.6.1 Olše lepkavá (*Alnus Glutinosa*)

Středně velký až velký strom, který dorůstá do výšky 25-30 m, s průměrem kmene kolem 1 m. Její kmen je plno dřevný s vejčitě podlouhlou korunou. Kůra mladých jedinců je zeleno hnědá a hladká. S věkem se vytváří rozbrázděná tmavohnědá borka. (Stonawski 2015) Jako solitér dosahuje dospělosti ve věku 12–20 let, v zápoji až 40 let. Doba květu je březen–duben, před vyrašením listů. Olše lepkavá roste v prvním roce jen velmi pomalu, pak rychle, při průměru 0,4 m dosahuje výšky 20 m, zřídka nad 33 m. Obvykle se nedožije vyššího věku než 100 let. V mládí velmi choulostivá vůči suchu. Poměrně dlouho odolává mrazu, má ráda světlo (Dimitrovský 2008).

Olše lepkavá je rozšířená především v lužních lesích, bažinách, na březích řek, prameništích, na půdách vlhkých až bahnitých, zaplavovaných, hlubokých, humózních hlinitých, jílovitých, nevápnitých. V České republice hojně rozšířena vyjma vyšších poloh (roste maximálně do 900 m n.m.) (Bruno, P. 1995). Tyto lokality zaujímají u lesů ČR 9,5 tis. Ha porostní půdy, z toho v současné době roste olše na 3 tis. Ha. Největší zastoupení má olše do 6. Lesního vegetačního stupně. U lesů ČR je evidovaná na ploše 18 841 ha, to je 1,44 % zastoupení (Hrdlička a Neznajová, 2015).

Hlavním funkční výhodou olše lepkavé je její půdotvorný význam, především zlepšení fyzikálních a hydrologických vlastností výsypkových zemin. Olše velmi intenzivně obohacuje povrchové horizonty půdy svým opadem. Díky symbiotickým aktinomycetám z rodu *Frankia*, které jsou schopny poutat vzdušný dusík (Musil a Möllerová, 2005). Olše lepkavá je stanovištně nenáročná, lze ji použít na širokém spektru antropozemí. Rychlým růstem a velmi dobrou vitalitou pozitivně ovlivňuje mikroklimatické podmínky raných stádií výsypek. Uplatní se především na stanovištích s vyšší hladinou podzemní vody – rýhy, zařízle spádnice výsypek, kde může mít výrazné stabilizační účinky. Je často využívána jako dřevina přípravná. Charakteristickým rhizologickým znakem na antropozemích výsypek je velmi hustá soustava kratších horizontálních kořenů, které se na koncích ostře ohýbají směrem do hloubky (Čermák a Ondráček, 2009).



Obrázek 1

Lokalita růstu *Alnus glutinosa* na evropském kontinentu (www.euforgen.org).

3.6.2 Olše šedá (*Alnus incana*)

Olše šedá je nenáročnou dřevinou rostoucí převážně kolem potoků podhorských až horských oblastí. Dorůstá okolo 20 m, průměr kmene 350 cm. Listy jsou střídavé, jednoduché, pilovité, na konci špičaté. Borka je šedozelené barvy, ve stáří zůstává hladká (Stonawski, 2015).

Olše šedá se vyskytuje zpravidla vy vyšších polohách než olše lepkavá, je více flexibilní na půdní složení i obsah vody v půdě. U lesů ČR má výměru 510 ha porostní půdy a zastoupení 0,04 %. Na některých lokalitách vytváří s olší lepkavou přirozenou směs (Hrdlička a Neznajová, 2015).

Olše šedá má v rekultivační praxi podobné využití jako olše lepkavá, ceněna je především pro své meliorační vlastnosti. Oproti olši lepkavé má nižší toleranci k stagnující vodě a provzdušenosti půdy (Úradníček et al., 2009). Nízké ekologické nároky a pionýrský charakter růstu, ji předurčují pro použití především jako přípravnou dřevinu ve směsi s hlavními listnatými dřevinami. Na výsypkových substrátech má krátkou životnost (Polme, et al. 2016).

3.6.3 Olše zelená (*Alnus alnobetula*)

Olše zelená je keř dorůstající do výšky 3 metrů. Roste v převážně v horských oblastech. V ČR je udávána jako původní pouze na Novohradsku a v Jihlavských vrších (Stonawski, 2015)

Olše zelená je světlomilná dřevina vyskytující se na prosluněných místech, snáší jen slabý zástin. Dává přednost vlhčím lokalitám s vyšším úhrnem srážek. Roste na kyselých horninách, vyhýbá se vápenitým půdám. Její přirozený areál a hospodářský význam je ze všech olší nejmenší. Při umělé obnově byla úspěšně využita ke zpevňování svahů na imisních holinách Krušných a Jizerských hor. (Hrdlička a Neznajová, 2015). O vlivu olše zelené na stav půd byly prozatím publikovány jen omezené dílčí údaje, indikující acidifikaci prostředí díky zvýšenému vstupu dusíku (Podrázský a Ulbrichová, 2003). Dnes je proti používání olše zelené řada námitek především ze strany ochrany přírody, a tento druh se dokonce uvažuje jako invazní rostlina a je likvidován (Horák, 2004).

3.7 Mycorrhizní symbióza u rodu *Alnus*

Porovnání růstu lesních dřevin z různých stanovišť ukazuje, že stromy s mykorhizou jsou lépe adaptovány na nepříznivé podmínky prostředí a rostou lépe než stromy s málo rozvinutou mycorrhizní symbiózou. Experimentálně bylo zjištěno, že u rostlin s mycorrhizními kořeny je zvýšen příjem živin, především fosforu, dusíku a draslíku, zejména pokud jsou tyto látky v prostředí v nízkých koncentracích nebo v nerozpustné formě. Pěstování spolu s jinými dřevinami umožňuje zlepšení růstu cílových druhů (Haigh, M., et al. 2013). Pro hodnocení účinnosti fixace je důležitý počet hlízek na rostlinu, jsou však známy i případy nefunkčních hlízek. Účinnost fixace pak závisí na fotosyntetické aktivitě hostitele. Statisticky významné rozdíly mezi rostlinami s hlízkami a bez hlízek jsou v hmotnosti kořenů, hmotnosti nadzemní části a také v obsahu dusíku a fosforu v listech (Möllerová, 2002). U olší byla tvorba hlízek známa nejdéle a postupně docházelo k určení a přejmenování organismů v hlízkách. V literatuře byly jako funkční organismy fixující dusík postupně jmenovány bakterie *Schinzia alni*, *Streptomyces alni*, *Plasmodiophora alni* až byly identifikovány jako aktinomyceta *Frankia*, podle hostitele pojmenovaná *F. Alni*, *F. Elaeagni* a *F. Dryadis* (Polme, et al. 2016).

3.7.1 Rod *Frankia*

Bakterie r. *Frankia* jsou vláknité, větvené, grampozitivní (při diagnostickém barvení podle Gramma se barví), v čisté kultuře obvykle tvoří spory, při nepřítomnosti dusíku v médiu využívají molekulární dusík. (Möllerová, J. 2006). Symbióza s aktinomycetami umožňuje rostlinám růst v ekosystémech s nedostatkem dusíku (Kumar. A, et al. 2010). Aktinomycety jsou převážně půdní bakterie, které jsou známe jako součást společenstev se zelenými řasami, tyto společenstva připomínají vztahy u lišejníků (Möllerová, J. 2006). Přeměna molekulárního

dusíku na amoniakální formu využívá enzym nitrogenázu (bílkovinný komplex s atomy Fe a Mo), která katalyzuje redukci molekuly dusíku na amonný iont. Reakce je poměrně energeticky náročná, na vytvoření 1 molu amonných iontů se spotřebuje asi 13,5 molu adenosintrifosfátu (ATP) — molekul poskytujících energii (Kumar. A, et al. 2010). Pro olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) se běžně udává 80 kg N.ha⁻¹.rok⁻¹, u olše červené (*A. Rubra*) dosahují udávané hodnoty za optimálních podmínek 200–300 kg N.ha⁻¹.rok⁻¹) (Polme, et al. 2016). Druhy bakterií jsou dosud nedostatečně definovány, lze je rozdělit do dvou typů:

A — fyziologicky i geneticky heterogenní skupina kmenů izolovaných z rakytníku, hlošiny, přesličníku aj.;

B — homogenní skupina kmenů izolovaných z olše a voskovníku (Möllerová, J. 2006).

4 Popis zkoumaných lokalit

4.1 Výsypka Bohemia

Hlavními půdotvornými antropogenními substráty jsou jílové břidlice a kompaktní jíly. Rozloha zrekultivované plochy 3,4 ha, rekultivace zahájena 1945. V současném stavu je tato lokalita využita jako městský park.

50°11'01.4"N 12°39'02.7"E



Obrázek 2

<https://www.google.cz/maps/place/356+01+Sokolov/@50.1670868,12.6444781,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x47a09191d3b426c1:0xaf05bae37baec14d!8m2!3d50.1745286!4d12.6598918?hl=cs>

4.2 Velký Ríesl

Hlavními půdotvornými antropogenními substráty jsou, jílové břidlice s malou příměsí porcelanitu. Celková rozloha zrekultivované plochy 23 ha, rekultivace zahájena 1962. V současné době je lokalita využívána jako lesopark.

(50°11'54.9"N 12°37'49.4"E)



Obrázek 3

(<https://www.google.cz/maps/place/356+01+Sokolov/@50.1670868,12.6444781,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x47a09191d3b426c1:0xaf05bae37baec14d!8m2!3d50.1745286!4d12.6598918?hl=cs>)

4.3 Výsypka Vilém

Hlavními půdotvornými antropogenními substráty jsou směsi jílu cyprisové série různých forem a zpevnění. Celková rozloha zrekultivované plochy 7,8 ha, rekultivace zahájena 1945. Na této lokalitě se momentálně nachází hustý lesní porost.

50°09'14.9"N 12°38'32.7"E



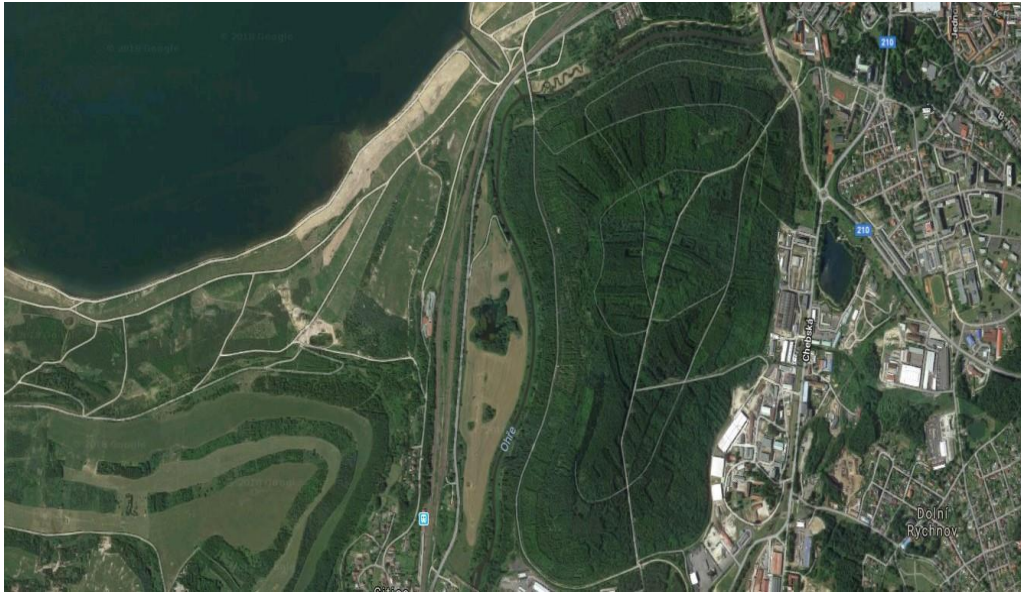
Obrázek 4

(<https://www.google.cz/maps/place/356+01+Sokolov/@50.1670868,12.6444781,13z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x47a09191d3b426c1:0xaf05bae37baec14d!8m2!3d50.1745286!4d12.6598918?hl=cs>)

4.4 Výsypka Antonín

Hlavními půdotvornými antropogenními substráty jsou, jílové břidlice s příměsí porcelanitu a jíly lístkovité. Celková rozloha zrekultivované plochy 32 ha, rekultivace zahájena 1962. V současné době se v této lokalitě nachází jedno z největších arboret na území ČR.

12°37'46.6"E50°10'20.2"N



Obrázek 5

<https://www.google.cz/maps/place/50%C2%B010'20.2%22N+12%C2%B037'46.6%22E/@50.1722672,12.6208472,2023m/data=!3m2!1e3!4b1!4m9!1m2!2m1!1ssokolov!3m5!1s0x0:0x0!7e2!8m2!3d50.1722679!4d12.6296023?hl=cs>

4.5 Výsypka Narva

Hlavními půdotvornými antropogenními substráty jsou, jíly vulkanodetritické série porcelanity. Celková rozloha zrekultivované plochy 6 532 ha, rekultivace zahájena 1974. V současné době probíhá v dané lokalitě povrchová těžba ropných břidlic.

59°19'50.6"N 28°05'02.5"E



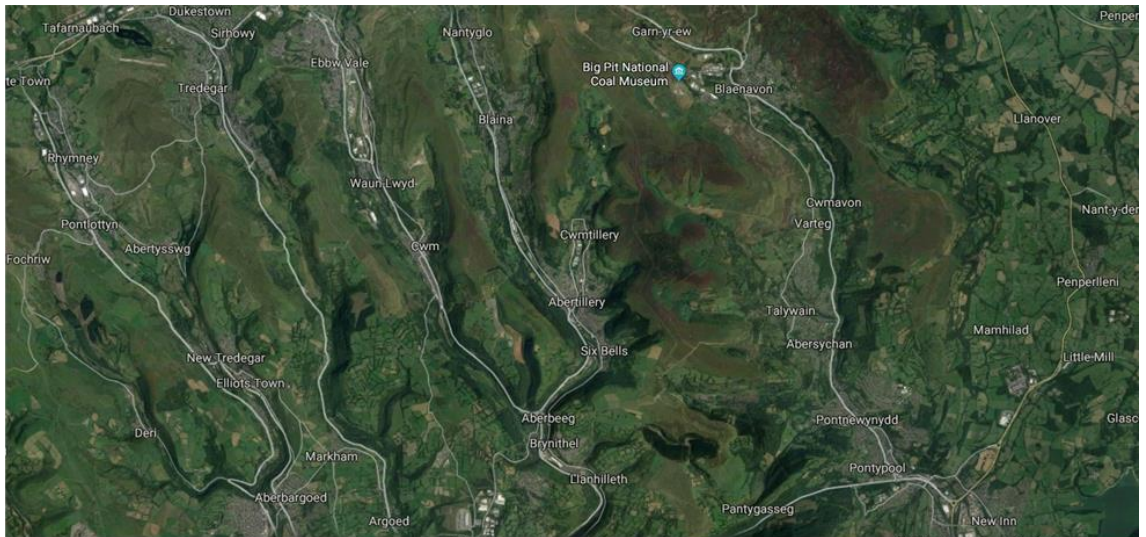
Obrázek 6

(<https://www.google.cz/maps/place/59%C2%B019'50.6%22N+28%C2%B005'02.5%22E/@59.3307212,28.0752772,1611m/data=!3m2!1e3!4b1!4m9!1m2!2m1!1snarva!3m5!1s0x0:0x0!7e2!8m2!3d59.3307222!4d28.0840324?hl=cs>)

4.6 Výsypka Varteg hill

Hlavními půdotvornými antropogenními substráty jsou, kompaktní jílové břidlice a jílový turf. Celková rozloha zrektivované plochy 45 ha, rekultivace zahájena 1963. V současné době probíhá poslední fáze povrchové těžby.

51°45'20.3"N 3°06'57.3"W



Obrázek 7

(<https://www.google.cz/maps/place/51%C2%B045'20.3%22N+3%C2%B006'57.3%22W/@51.7556372,-3.1246748,1956m/data=!3m2!1e3!4b1!4m9!1m2!2m1!1zaGlsbCBibMOtemtvIFZhcnRlZywgVmVsa8OhIEJyaXTDoW5pZQ!3m5!1s0x0:0x0!7e2!8m2!3d51.7556384!4d-3.1159201?hl=cs>)

5 Rekultivační využití *Alnus Glutinosa*

Olše patří k dřevinám, které se používají k rekultivacím degradovaných půd v lesnictví, ale také především na výsypky vzniklé po těžbě nerostných surovin. Olše byly rovněž jednou z dřevin využívaných v 80. letech při zalesňování výsypek na náhorní plošině Krušných hor (Čermák a Ondráček, 2009). Možnost využití olší jako pionýrských dřevin je závislá na půdních a klimatických podmínkách dané lokality. Zlepšení nepříznivých fyzikálních a hydrologických vlastností výsypkových zemin. Intenzivní obohacení organické půdní složky humusem, mikrobiální oživení povrchových a podpovrchových horizontů. Charakteristickým znakem antropogenních výsypek je rozložení kořenového systému, vzniká velmi hustá soustava kratších horizontálních kořenů, které se na konci ostře ohýbají směrem do hloubky (Möllerová, 2002).

Hlavní funkce olší při rekultivaci

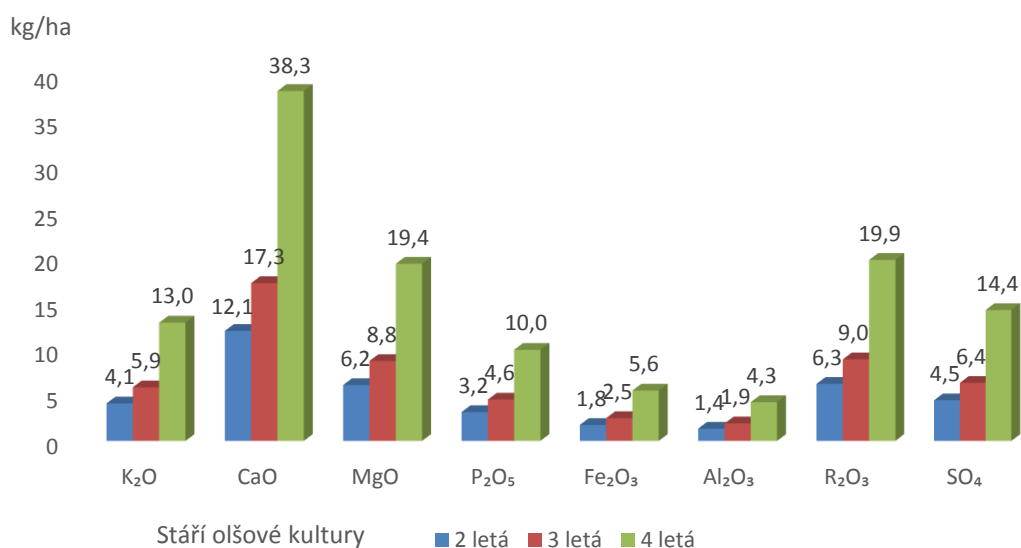
- Půdotvorná a půdoochranná (přípravné porosty monokultur)
- Krycí (skupinové míšení)
- Hnací (smíšení s jasanem, jilmem a lípou)
- Výplňová při pěstování topolových kultivarů (Dimitrovský, 2001)

Příznivé vlastnosti přípravných krátkodobých i dlouhodobých porostů olše lepkavé a olše šedé, je možno shrnout do několika bodů:

- Jsou nenáročné na živiny, humus i vzduch.
- Mají rychlý vzrůst, dobře se ujímají a nevyžadují další ošetření.
- Již ve čtvrtém roce po výsadbě dochází k zapojení kultur bohatým a hlubokým prokořeněním. Profilu, poutáním vzdušného dusíku i vysokým opadem listové hmoty (viz graf 1)
- Jsou mrazuvzdorné a netrpí okusem zvěří.
- Jsou schopné se přizpůsobit nepříznivým stanovištním podmínkám výsypek všech typů a tvarů. Patří k dřevinám odolným proti houbovým chorobám i průmyslovým imisím. (Dimitrovský, 1973)

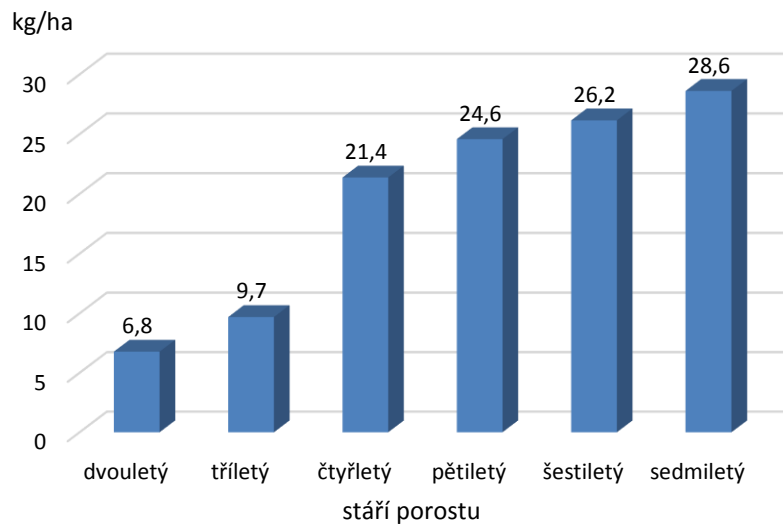
5.1 *Alnus glutinosa* a její vliv na vývoj a složení půdního profilu

Během vývoje půdy od surového výsypkového substrátu se zvyšuje obsah organického materiálu v půdě díky mikrobiální biomase. Vývoj půdy do značné míry závisí na dominantní skladbě dřevin, protože dřeviny poskytují organickou hmotu, která je důležitá pro vývoj mikrobiálního společenstva a makrofauny (Šnajdr et al., 2013). Pokud půda neobsahuje žádný dusík je olšinová rekultivace výhodnější než hnojení dusíkem. Hnojení vyřeší deficit dusíku jen krátkodobě nebo jen velmi omezené množství. Mikroorganismy přispívají ke zlepšení půdních vlastností poskytováním potřebných živin (N a P) pro rostliny. V lesích mírného pásma je až 75 % N a P poskytnuto rostlinám prostřednictvím bakterií, které fixují N nebo mykorrhizními houbami. Vysoký obsah N v opadu u olší je způsoben symbiotickými bakteriemi, které fixují N₂. Bohatý obsah N pod rodem olší je také příčinou nejnižšího poměru C/N v půdě (Šnajdr et al., 2013)



Graf 1: Množství základních živin dodaných do výsypkové zeminy ve formě opadu listové plochy (kg/ha). Výsypka Velký Ríesl, rok založení porostu 1964, monokultura olše lepkavé (Dimitrovský, 1976).

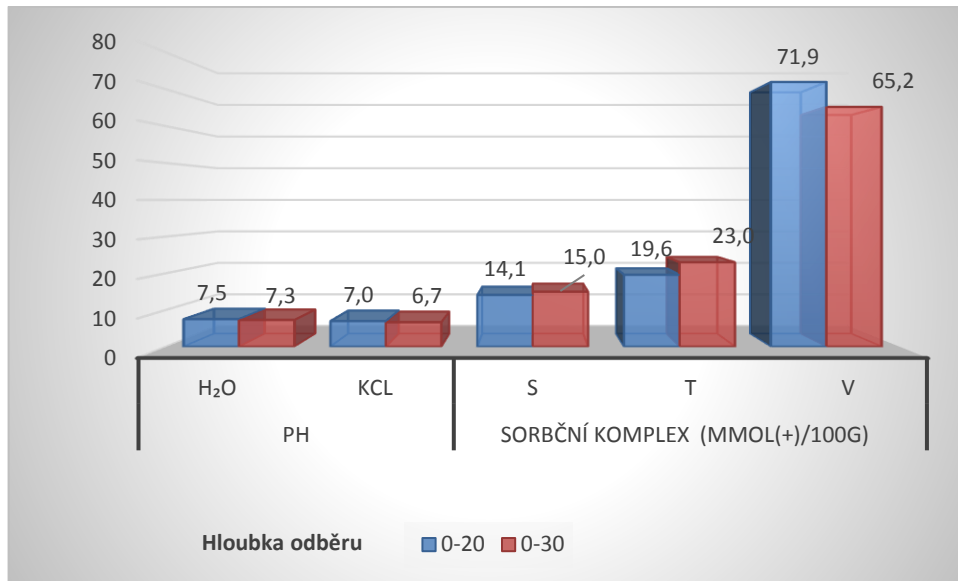
Zhodnocení: v grafu je uvedeno množství základních živin, dodaných výsypkové zemině ve formě opadu listové hmoty v kg/ha. Chemické analýzy ukazují, že se každým rokem do výsypkové zeminy zpětně vrací opadem listů určité množství živin.



Graf 2: Průměrné množství opadové listové hmoty v jednotlivých letech po výsadbě. Výsypka velký Riesl, založení porostu 1964, monokultura olše lepkavé (Dimitrovský, 1976).

Zhodnocení: z uvedených výsledků lze konstatovat že, během prvních 4 let dochází k intenzivnímu obohacení sterilních výsypkových zemin o organickou složku dodanou ve formě listového opadu. Tato půdní organická složka ve formě humusu, oživuje mikrobiální složku povrchových a podpovrchových půdních horizontů.

5.2 *Alnus glutinosa* – změna chemické reakce a sorpčních vlastností

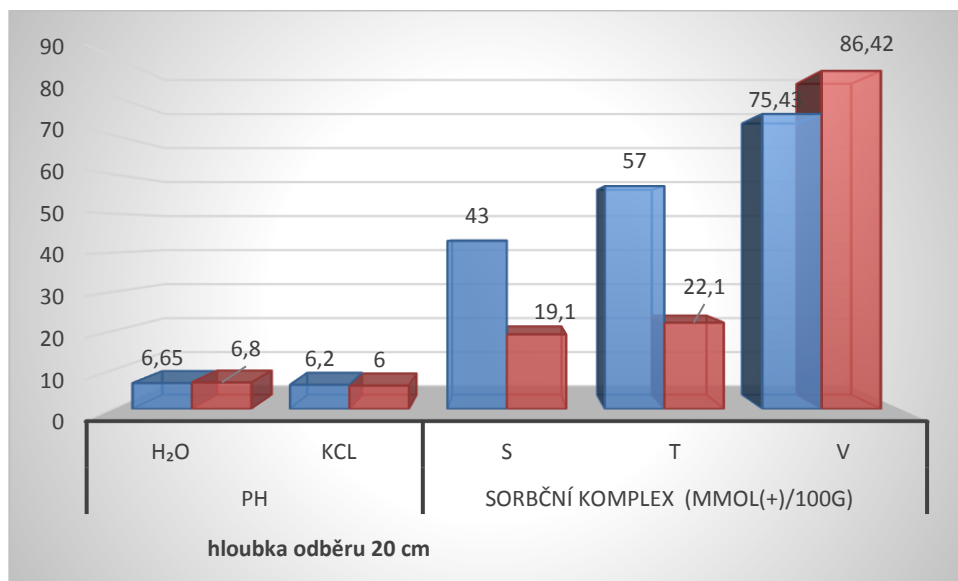


Graf 3: Výsypka Dukla, cílová dřevina topol berlínský s výplňová dřevinou olše lepkavá, velikost sponu 6x6m, rok založení výsadby 1961 (Dimitrovský, 1976).

S – momentální obsah výměnných bází

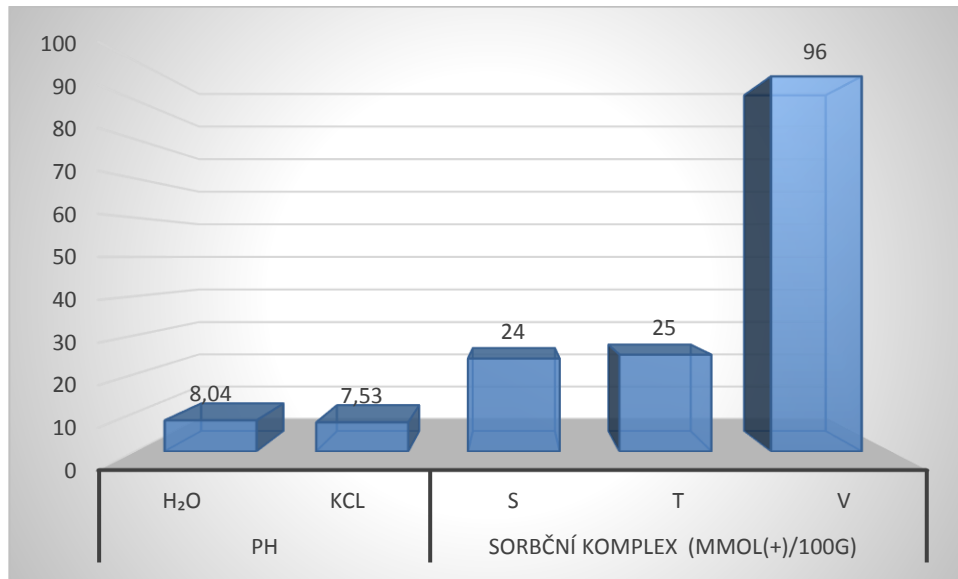
T – hodnota maximální sorpční kapacity půdy

V – stupeň nasycení půdních koloidů báze

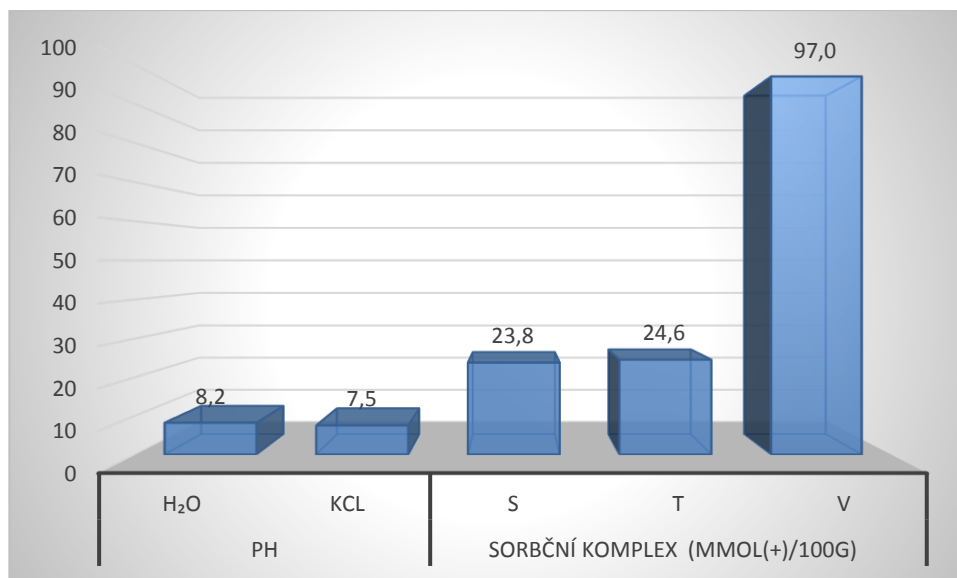


Graf 4: Výsypka Dukla, monokultura topolu berlínského, velikost sponu 6x6m, rok založení výsadby 1961 (Dimitrovský, 1976).

Zhodnocení: rozborů půdních vzorků u monokulturní a skupinové výsadby topolu berlínského a olše lepkavé, které byly odebrané na výsypce Dukla, ukazují, že hodnoty H₂O a KCl byly po celé období růstu téměř konstantní. Nejvyšší hodnoty sorpčních vlastností (STV), vykazoval půdní vzorek odebraný v hloubce 20 cm, a to u monokulturní výsadby Topolu berlínského. U smíšeného porostu topolů a olší, vykazují nejvyšší hodnoty vzorky které, byly odebrány v hloubce 30 cm.



Graf 5: Výsypka Veký Riesl, monokultura olše lepkavé, hloubka odběru půdního vzorku 20 cm, založení výsadby 1962 (Dimitrovský, 1976)



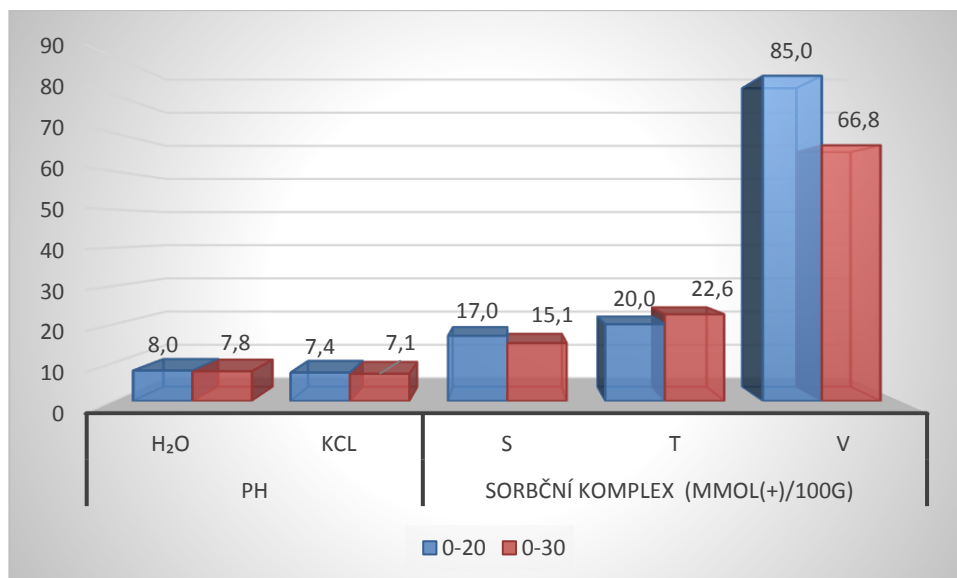
Graf 6: Výsypka Velký Riezl, cílová dřevina javor pomocná dřevina olše lepkavá, hloubka odběru půdního vzorku 20 cm, založení výsadby 1962 (Dimitrovský, 1976).

S – momentální obsah výměnných bází

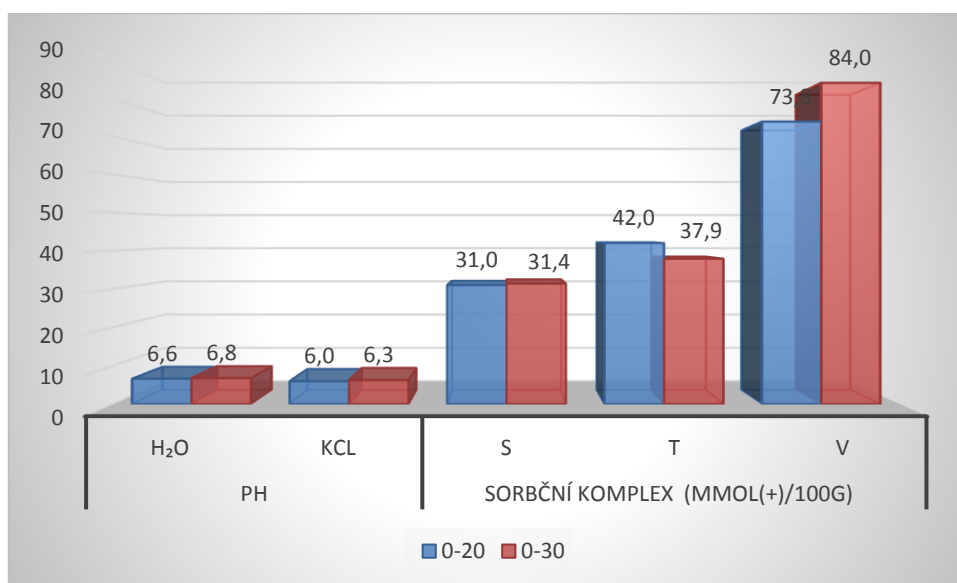
T – hodnota maximální sorpční kapacity půdy

V – stupeň nasycení půdních koloidů báze

Zhodnocení: rozborů půdních vzorků, které byly odebrané na výsypce Velký Riezl, ukazují, že poměry hodnot STV, H₂O a KCl byly u obou vzorků téměř shodné. Díky těmto příznivým poměrům mohou vznikat nové kvalitní půdy.



Graf 7: Výsypka Velký Rieisl, monokultura olše šedé, rok založení porostu 1964 (Dimitrovský, 1976)



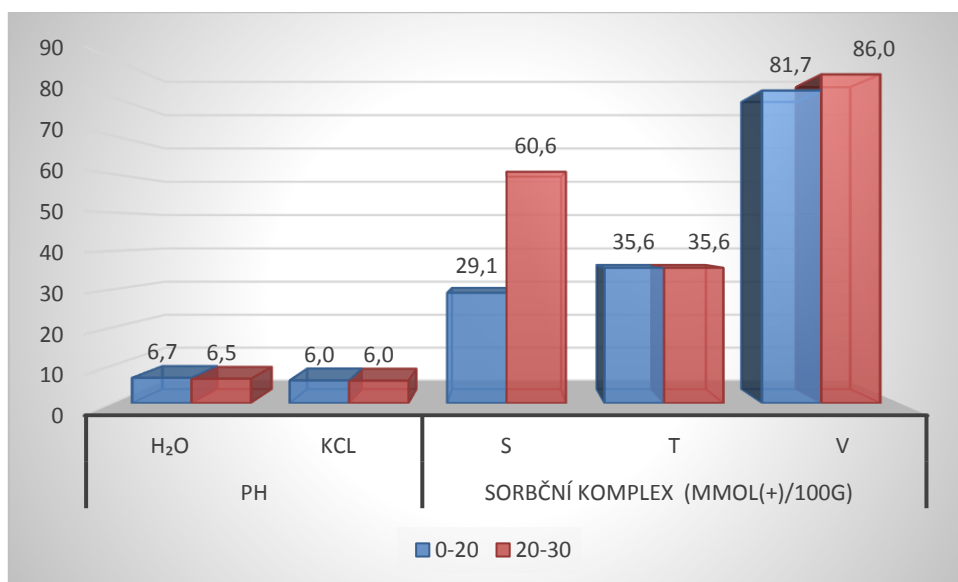
Graf 8: Výsypka Velký Rieisl, monokultura olše lepkavé, rok založení porostu 1962 (Dimitrovský, 1976)

S – momentální obsah výměnných bází

T – hodnota maximální sorpční kapacity půdy

V – stupeň nasycení půdních koloidů báze

Zhodnocení: rozbory půdních vzorků u monokulturních výsadeb olše šedivé, které byly odebrané na výsypce Velký Riesl, ukazují, že hodnoty H₂O a KCl byly po celé období růstu přípravného porostu olše téměř konstantní



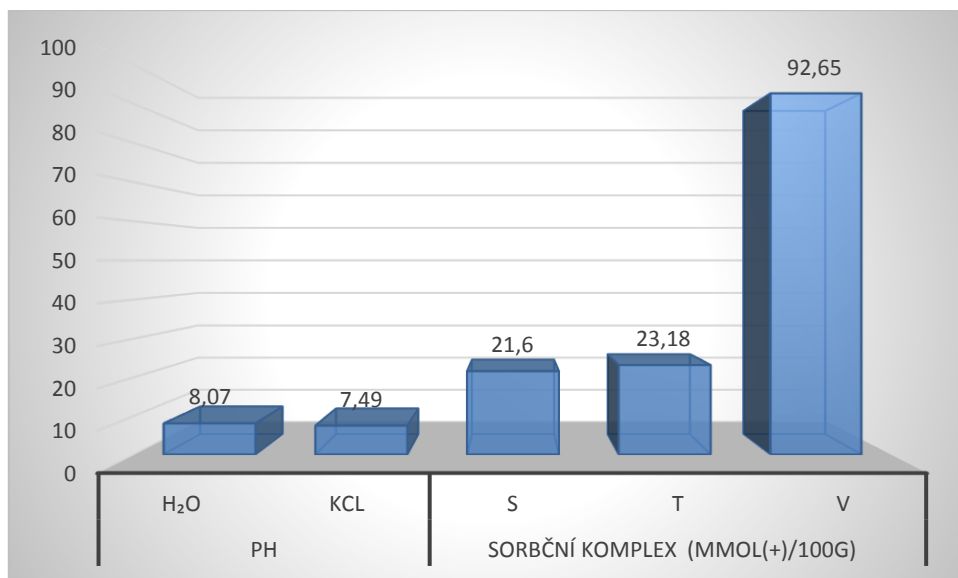
Graf 9: Výsypka Vilém, přípravný porost olše lepkavé, založen 1935. Obnova jasanu ztepilého, clonnou sečí přípravného porostu 1970 (Dimitrovský, 1976).

S – momentální obsah výměnných bází

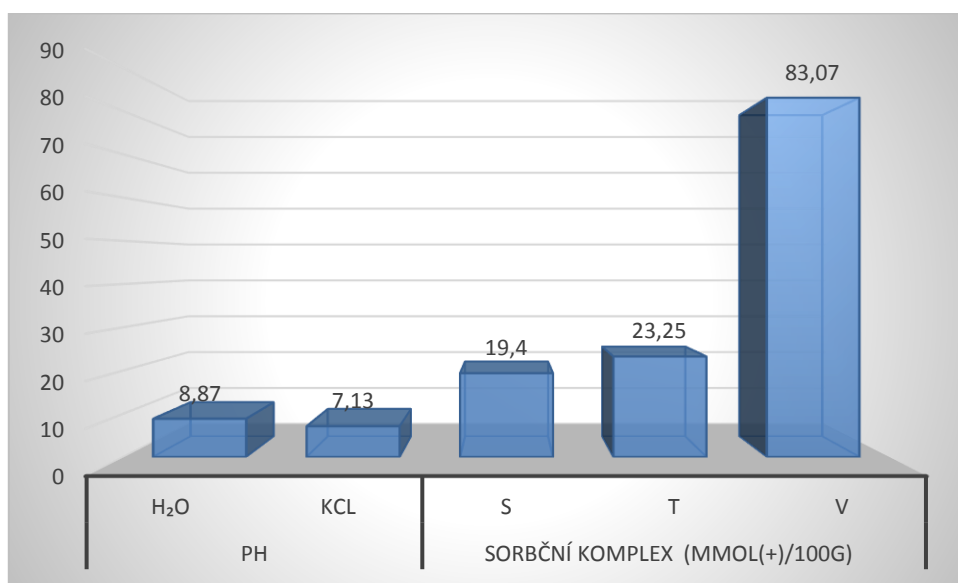
T – hodnota maximální sorpční kapacity půdy

V – stupeň nasycení půdních koloidů báze

Zhodnocení: půdní vzorky z výsypky Vilém byly odebrané z přípravného porostu olší, který byl založen v roce 1935 a v roce 1970 byla provedena pomocí clonné seče, obnova jasanu ztepilého. Pátý rok po výsadbě cílového porostu jasanových kultur, byly zjištěny poměrně shodné hodnoty H₂O a KCl.



Graf 10: výsypka velký Riesel, fyzikální a chemické vlastnosti výsypkového substrátu. Hloubka odběru 30 cm, rok (Kupka, 2011).



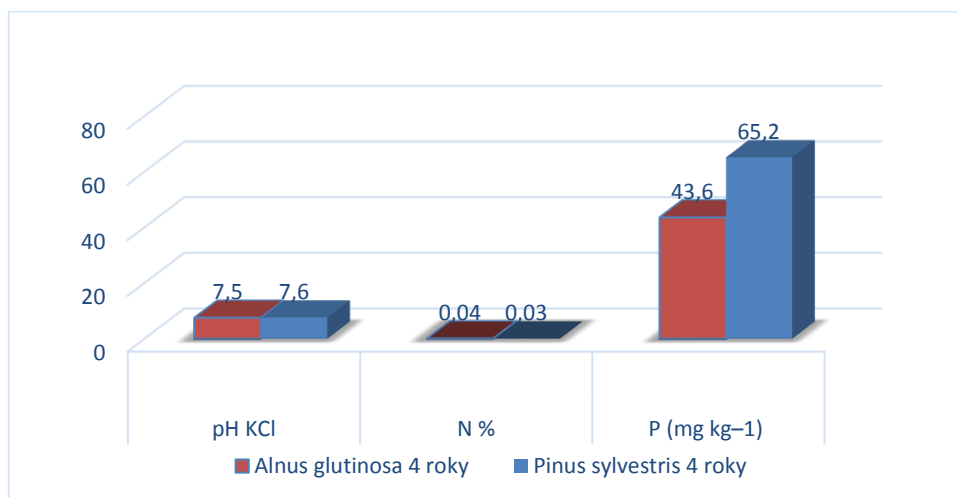
Graf 11: výsypka Antonín, fyzikální a chemické vlastnosti výsypkového substrátu. Hloubka odběru 30 cm, rok 2010 (Kupka, 2011).

S – momentální obsah výměnných bází

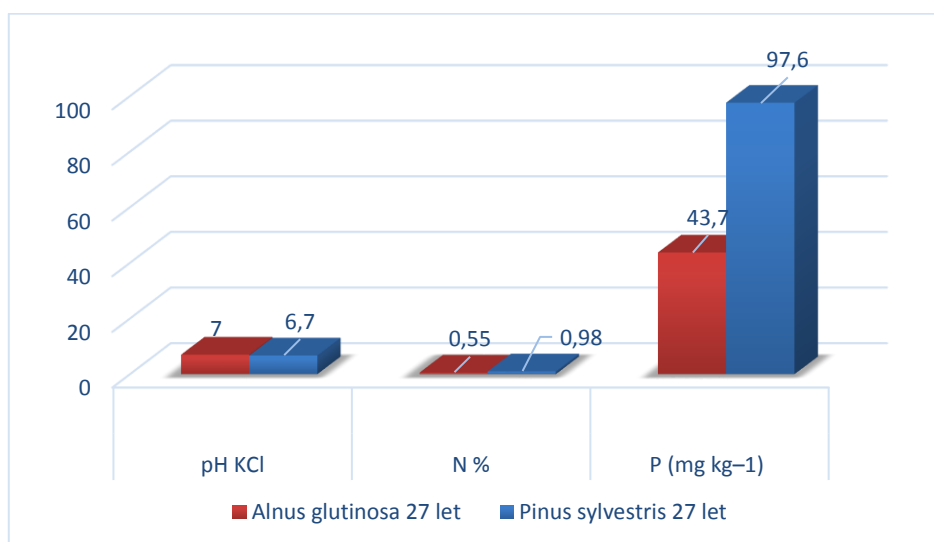
T – hodnota maximální sorpční kapacity půdy

V – stupeň nasycení půdních koloidů báze

Zhodnocení: u obou dvou vzorků jsou naměřeny poměrně stejné hodnoty, v obou případech se jedná o výsypky s podobným půdním typem (jílové břidlice s příměsí porcelanitu a jíly lístkovité). Porovnáním vzorků odebraných v roce 1976 a 2010, je u novějších vzorků patrný pokles hodnot sorpčního komplexu. Na obou více zmiňovaných výsypkách, jsou hodnoty o téměř polovinu nižší.



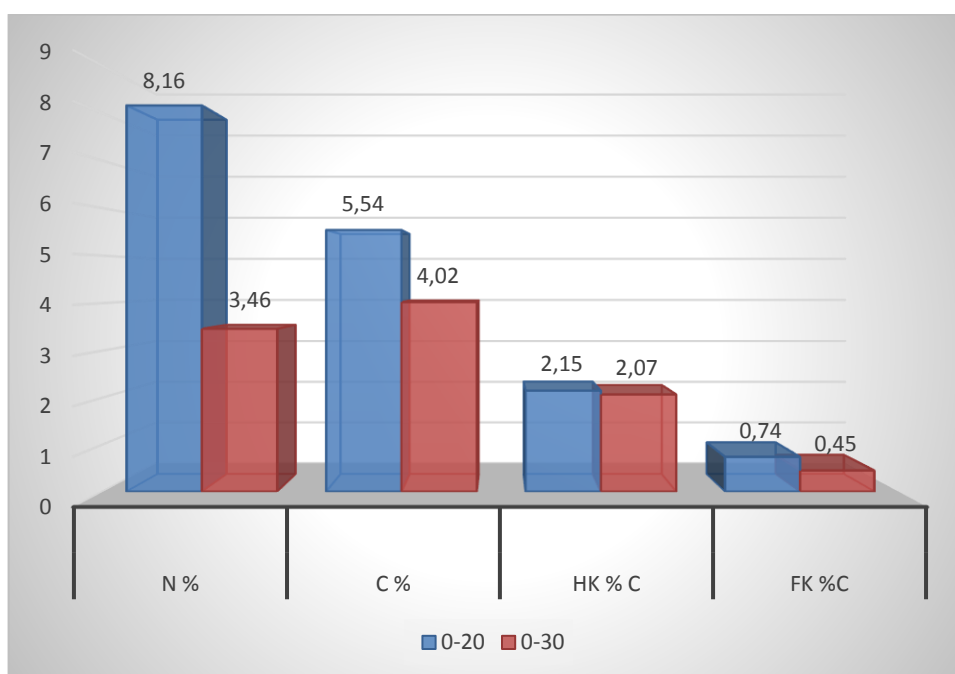
Graf 12: výsypka Narva. porost olše lepkavé a borovice lesní, rok výsadby 2000 (Ostonen 2006)



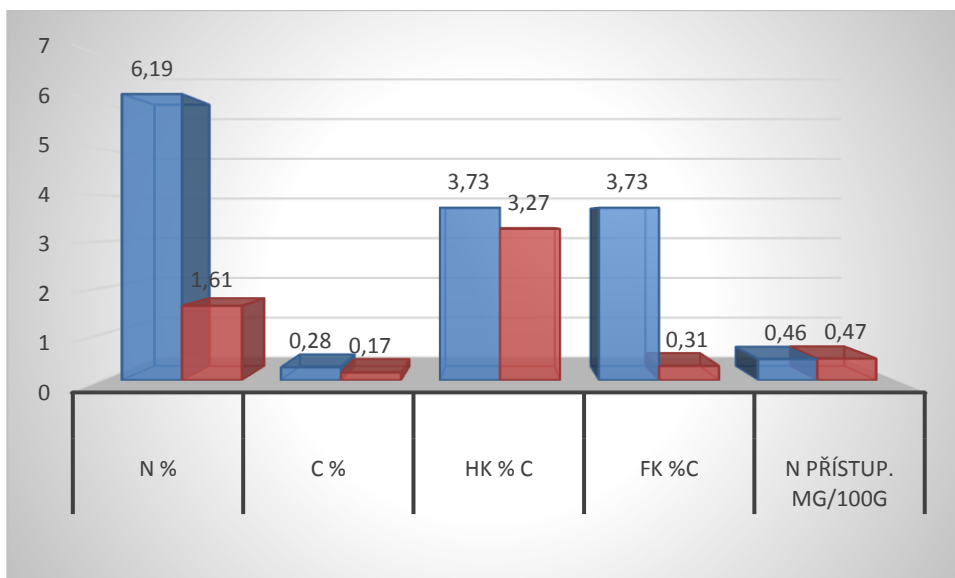
Graf 13: výsypka Narva. Porost olše lepkavé a borovice lesní, rok výsadby 1977 (Ostonen 2006)

Zhodnocení: tato studie byla provedena v oblastech poškozených povrchovou těžbou ropných břidlic na výsypce Narva v severovýchodní části Estonska. Vzorky byly odebrány u 4letého a 27letého porostu olše lepkavé a borovice lesní. Čtyři roky staré porosty byly založeny v roce 2000, byly použité 2leté sazenice v poměru 1:1. Naměřené hodnoty pH, jsou v případě 4letého porostu poměrně shodné, u starších porostů lze pozorovat snížení hodnot u obou vzorků, největší rozdíl pozorujeme u kultury borovic. Procento přístupného dusíku je u 4letého porostu olší lehce větší než v případě borovic. U starších porostu je procento přístupného dusíku v opačném poměru.

5.3 *Alnus glutinosa* – vliv na složení půdní organické složky

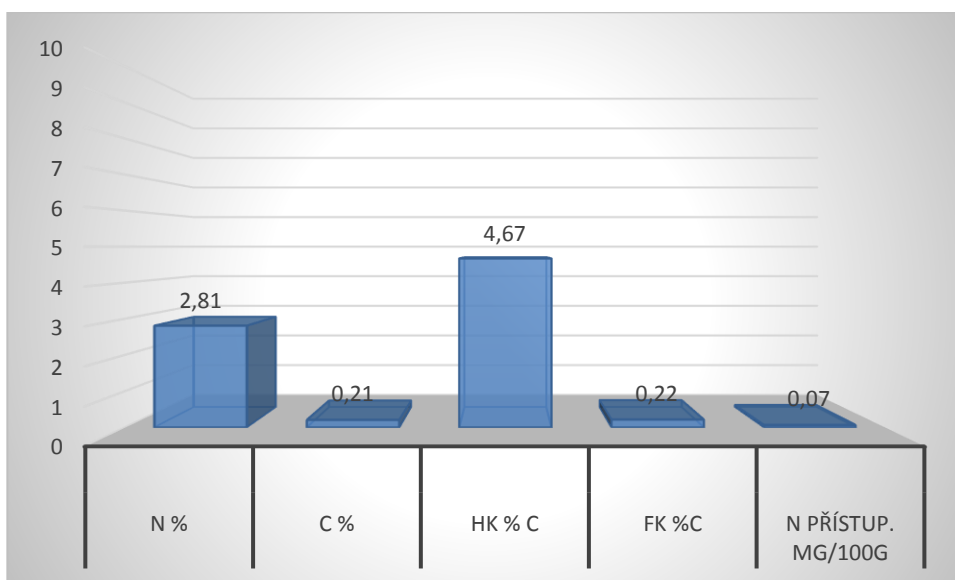


Graf 14: Výsypka Dukla, cílová dřevina topol berlínský s výplňová dřevinou olše lepkavá, velikost sponu 6x6m, rok založení výsadby 1961 (Dimitrovský, 1976).

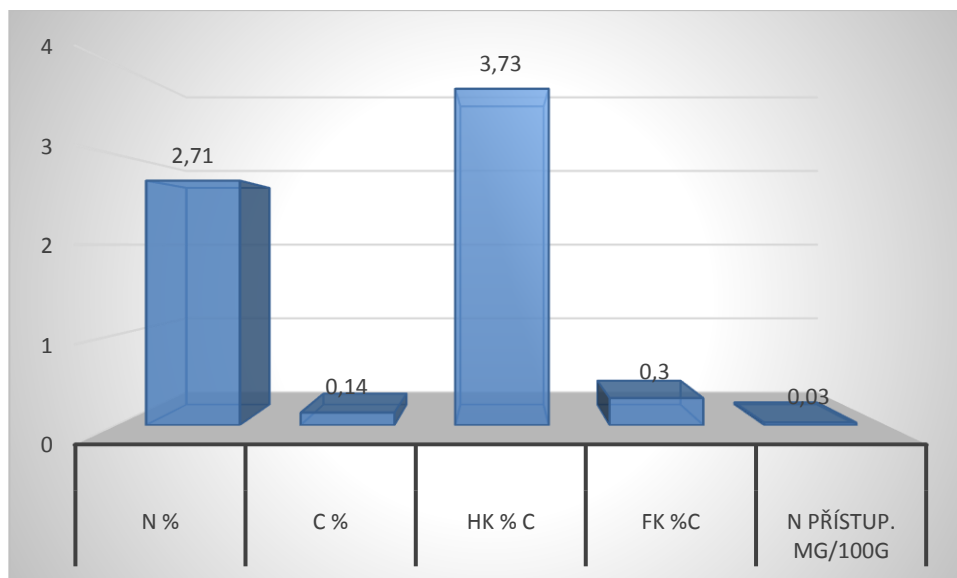


Graf 15: Výsypka Dukla, monokultura topolu berlínského, velikost sponu 6x6m, rok založení výsadby 1961 (Dimitrovský, 1976).

Zhodnocení: celoplošné zalesnění olší se provádí v případě zalesnění větší plochy nebo biologické přípravy půdy. Zvýšená koncentrace uhlíku ve formě humínových kyselin, je způsobena především vysokým podílem rozložené listové hrabanky a opadovým rostlinným materiálem.

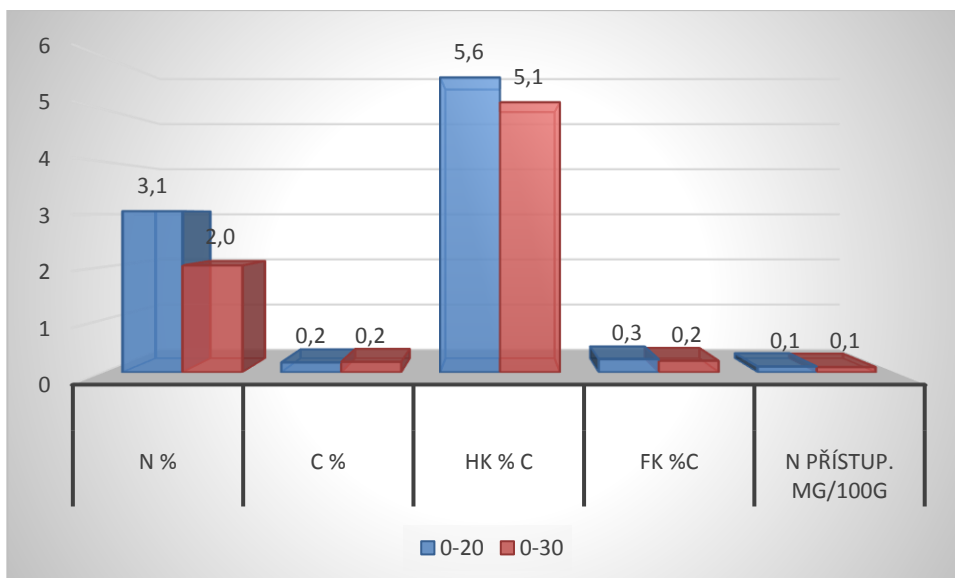


Graf 16: Výsypka Veký Ríesl, monokultura olše lepkavé, hloubka odběru půdního vzorku 20 cm, založení výsadby 1962 (Dimitrovský, 1976)

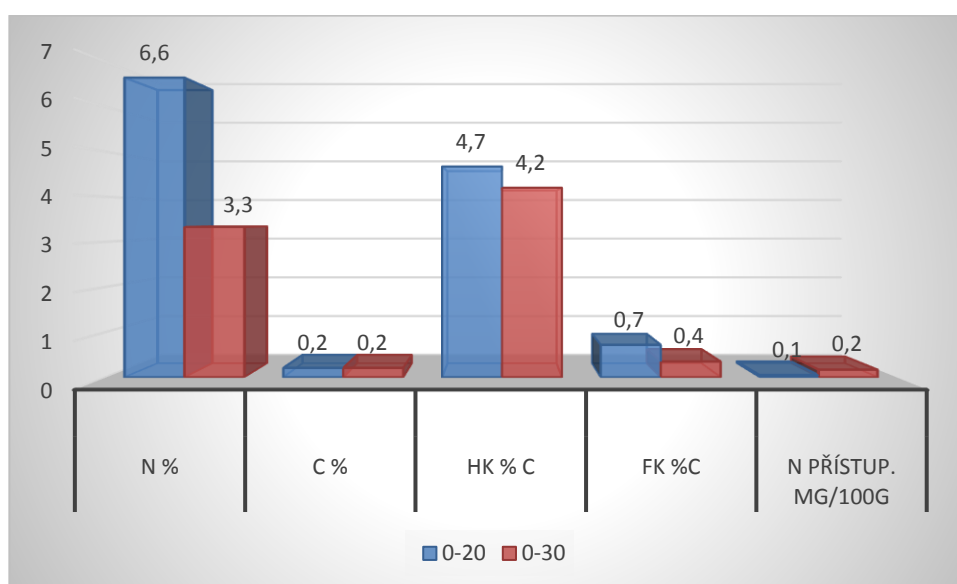


Graf 17: Výsypka Veký Riesl, cílová dřevina javor pomocná dřevina olše lepkavá, hloubka odběru půdního vzorku 20 cm, založení výsadby 1962 (Dimitrovský, 1976).

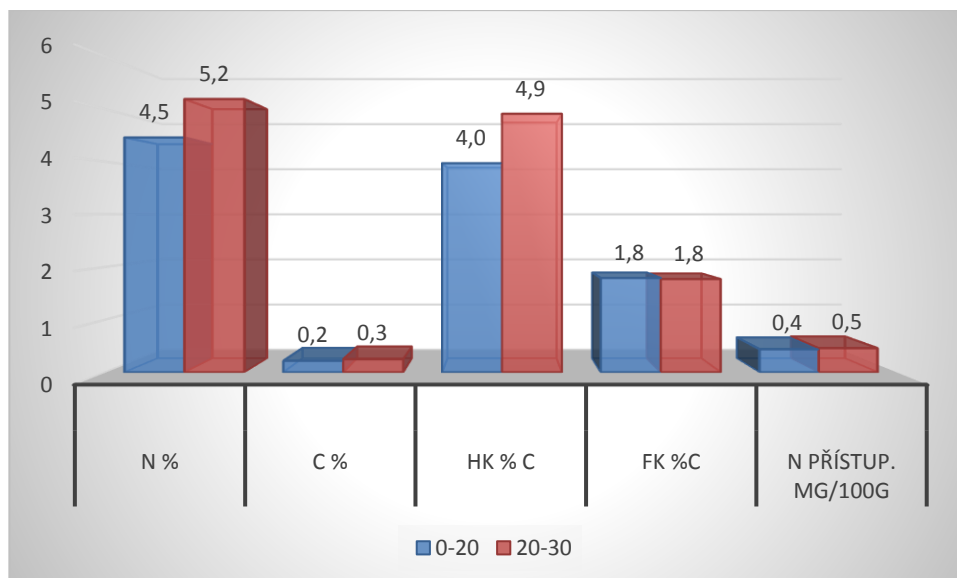
Zhodnocení: monokulturní výsadby olší vykazují, vyšší procentuální zastoupení dusíku, které je způsobené mykorrhizní symbiózou a opadem listové plochy. Vyšší koncentrace huminových látek (HL), umožňuje v půdě obohacení o organickou složku, zajištění všech potřebných živin, hromadění organických látek, schopnost propouštění a udržování vody a následné nasycení živinami.



Graf 18: Výsypka Veký Ríesl, cílová dřevina jilm horský pomocná dřevina olše lepkavá, hloubka odběru půdního vzorku 20 cm-30 cm, založení výsadby 1963 (Dimitrovský, 1976).

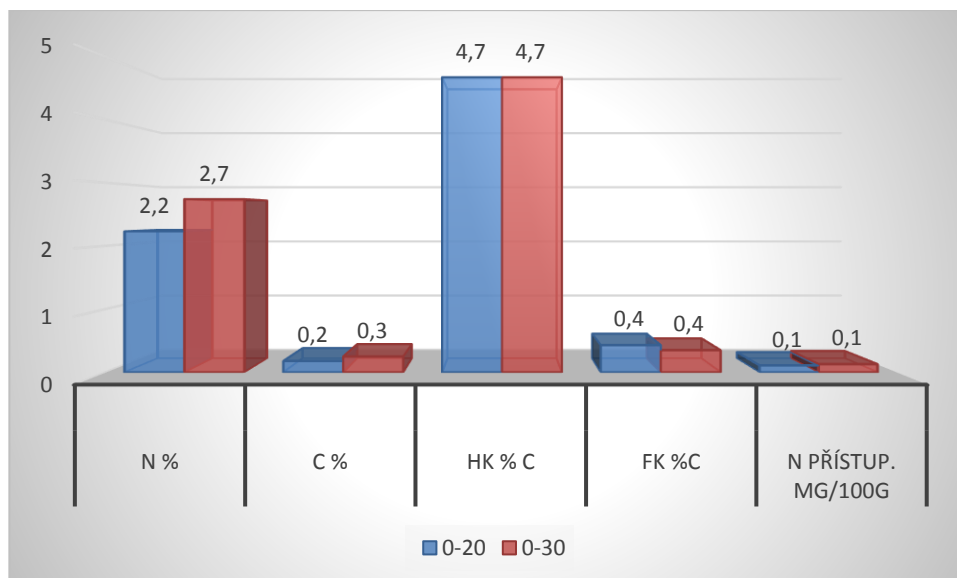


Graf 19: Výsypka Veký Ríesl, cílová dřevina jasan ztepilý a lípa malolistá, pomocná dřevina olše lepkavá, hloubka odběru půdního vzorku 20-30 cm, založení výsadby 1962 (Dimitrovský, 1976).

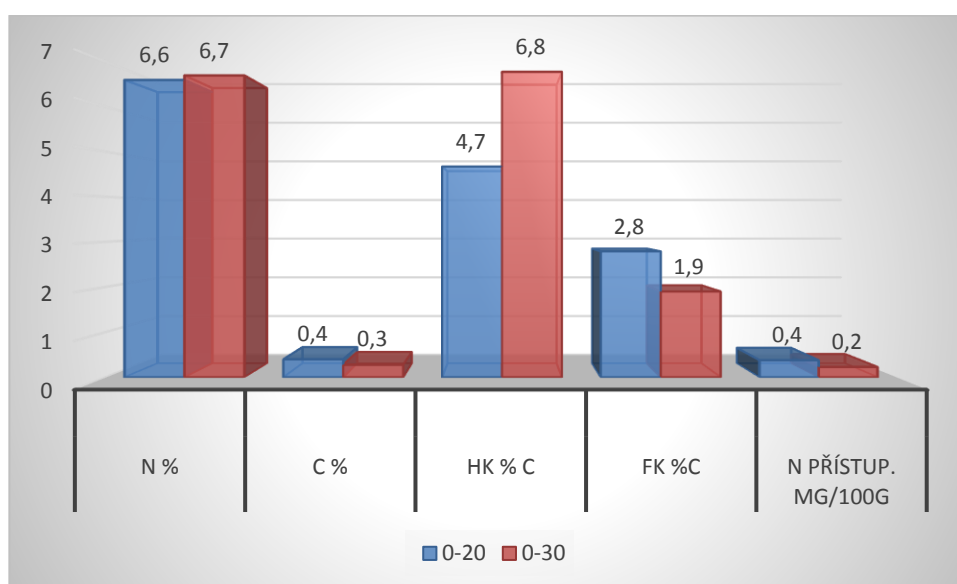


Graf 20: Výsypka Vilém, přípravný porost olše lepkavé, založen 1935. Obnova jasanu ztepilého, clonnou sečí přípravného porostu 1970 (Dimitrovský, 1976).

Zhodnocení: z výsledků změn půdních podmínek zjišťujeme, že podrost olše se velmi příznivě projevuje na vzrůst a ujmutí vysázených hlavních dřevin. Dochází zde k obohacení sterilních výsypkových zemin o organickou složku dodanou ve formě listového opadu. Procentuální zastoupení huminových látek (HL), ukazují příznivé hodnoty. Tyto složky mají význam pro provzdušnění a mikrobiální život znehodnocených výsypkových půd.

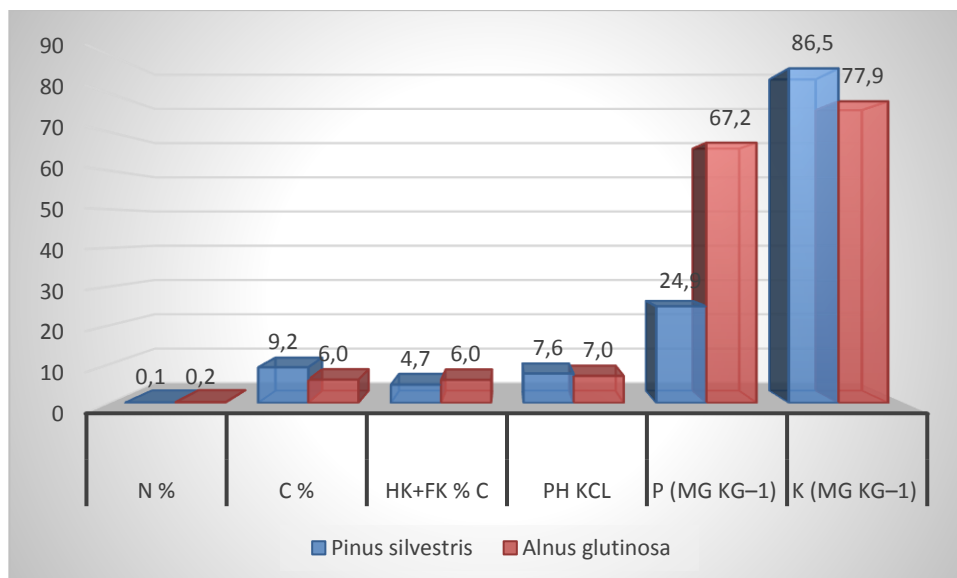


Graf 21: Výsypka Velký Ríesl, monokultura olše šedé, rok založení porostu 1964 (Dimitrovský, 1976).



Graf 22: Výsypka Velký Ríesl, monokultura olše lepkavé, rok založení porostu 1962 (Dimitrovský, 1976).

Zhodnocení: monokulturní výsadby olše lepkavé vykazují, vyšší procentuální zastoupení dusíku a huminových látek (HK+FK), než vzorky odebrané u monokulturní výsadby olše šedé. Celoplošné zalesnění olší se provádí v případě zalesnění větší plochy nebo biologické přípravy půdy

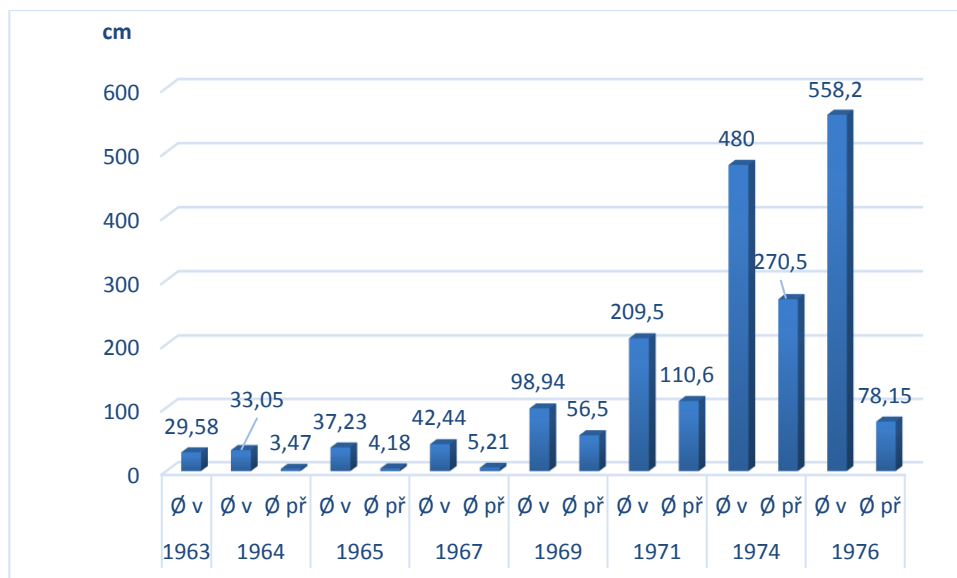


Graf 23: výsypka Varva, zkoumané porosty borovice lesní a olše lepkavé, byly založeny v roce 1992. Vzorky byly odebrány v roce 2012. Hloubka odběru 30 cm (Ostonen 2006).

Zhodnocení: tato studie vyhodnocuje zastoupení jednotlivých složek půdního profilu, v oblasti poškozené povrchovou těžbou nerostných surovin v severovýchodní části Estonska. Množství organického uhlíku je ovlivněno hodnotou pH a obsahem dusíku. Zastoupení draslíku je ovlivněno složením svrchní vrstvy půdního profilu. Opadavé dřeviny vykazují nižší hodnoty draslíku nežli dřeviny jehličnaté. Obsah fosforu je ovlivněn složením půdního typu. S nízkým podílem písku je celkový obsah snižován, v případě zvýšeného zastoupení jílových částic, obsah fosforu roste.

5.4 *Alnus Glutinosa* – podrostní dřevina v nesmíšených směsích

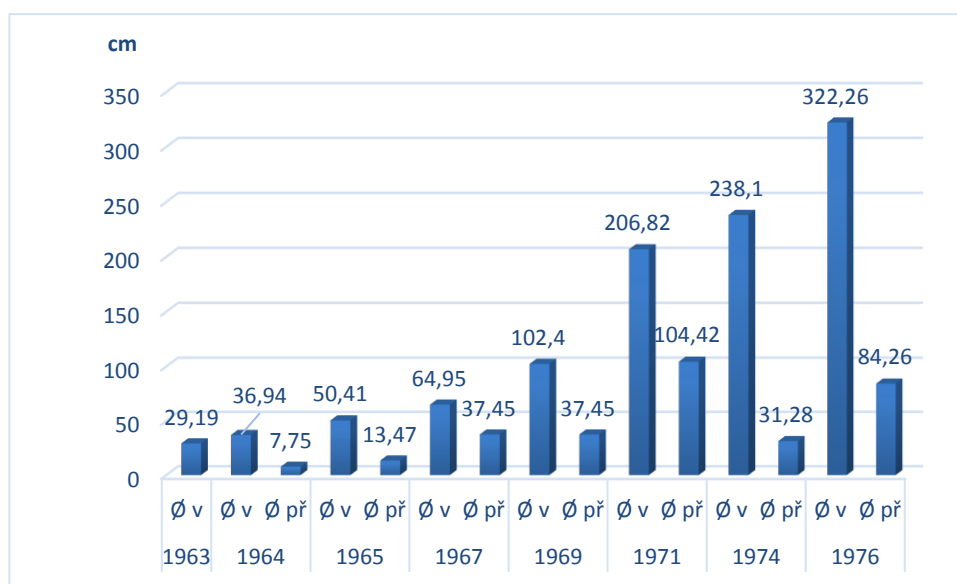
Během vývoje půdy od surového výsypkového substrátu se zvyšuje obsah organického materiálu v půdě díky mikrobiální biomase. Vývoj půdy do značné míry závisí na dominantní skladbě dřevin, protože dřeviny poskytují organickou hmotu, která je důležitá pro vývoj mikrobiálního společenstva a mikrofaunu (Šnajdr et al., 2013)



Graf 24: Výsypka Veký Riesel, cílová dřevina javor klen, pomocná dřevina olše lepkavá, poměr dřevin ve směsi 1 :1, založení výsadby 1963 (Dimitrovský, 1978).

Ø v – průměrná výška

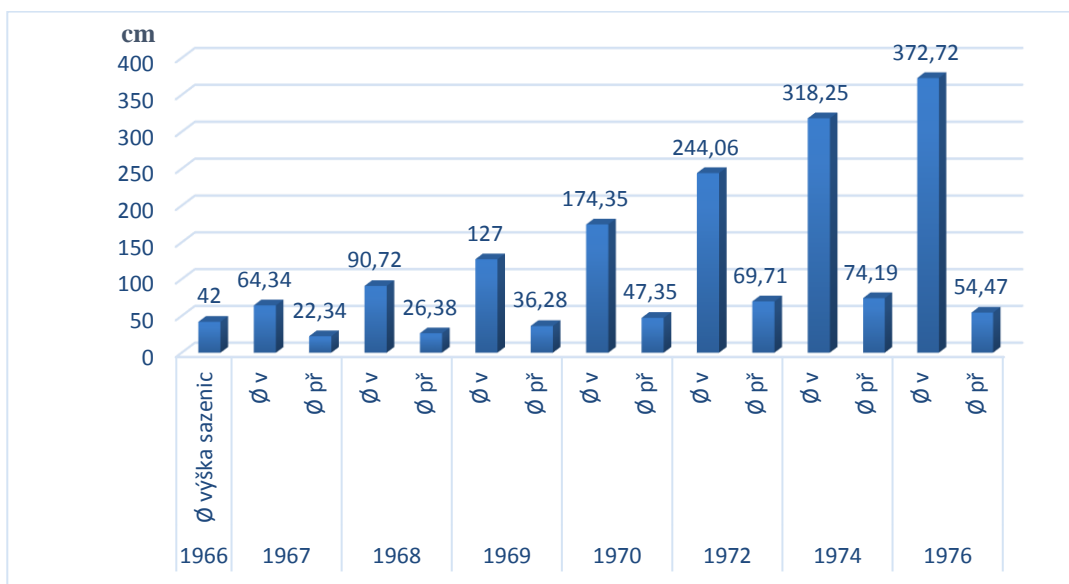
Ø př – průměrný přírůst



Graf 25: Výsypka Veký Riesel, cílová dřevina jasan ztepilý, pomocná dřevina olše lepkavá, poměr dřevin ve směsi 1 :1, založení výsadby 1963 (Dimitrovský, 1978).

Ø v – průměrná výška

Ø př – průměrný přírůst

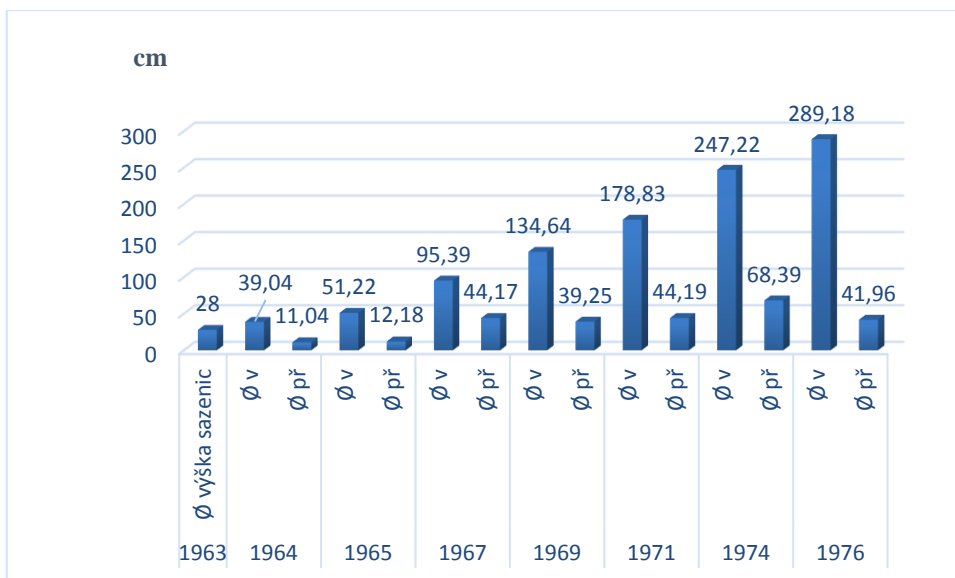


Graf 26: Výsypka Veký Riesel, cílová dřevina habr obecný, pomocná dřevina olše lepkavá, poměr dřevin ve směsi 1 :1, založení výsadby 1966 (Dimitrovský, 1978).

Ø v – průměrná výška

Ø př – průměrný přírůst

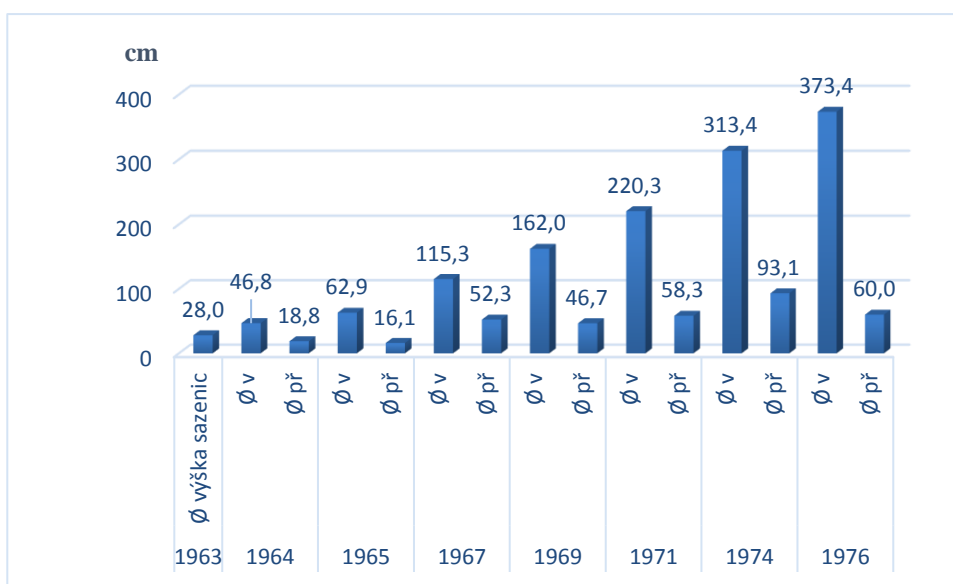
Zhodnocení: na základě výsledků ze získaných dat, lze pozorovat v prvních 5 letech slabší růst hlavních dřevin – jasanu, javoru a habru. Jasanové kultury v dalších letech přerůstají olše, které samovolně zahynou. U kultury javoru je nutné provést chemickou redukci olší, a to v době zapojení porostu. V případě habru je růst poměrně konstantní, v prvních 5 letech poskytují olšové kultury potřebný stín, v další fázi přerůstají habrové kultury olše, které postupně uhynou. Ve všech případech mají olše funkci výplňovou.



Graf 27: Výsypka Veký Riesel, kulisová obnova cílové dřeviny habru obecného, pomocná dřevina olše lepkavá, založení výsadby 1963 (Dimitrovský, 1978).

Ø v – průměrná výška

Ø př – průměrný přírůst

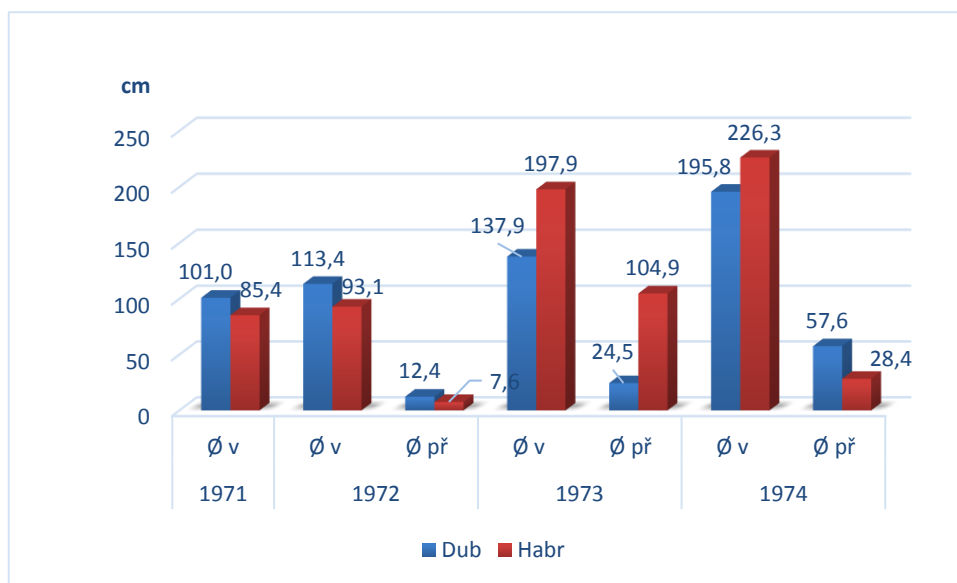


Graf 28: Výsypka Veký Riesel, pruhová obnova cílové dřeviny habru obecného, pomocná dřevina olše lepkavá, založení výsadby 1963 (Dimitrovský, 1978).

Ø v – průměrná výška

Ø př – průměrný přírůst

Zhodnocení: z uvedených hodnot v zjišťujeme, že největší vzrůst kultury jilmu horského a jilmu habrolistého vykazuje přípravný ochranný porost pod boční nebo svrchní. V prvních letech výsadby snášejí zastínění. Vzrůst a zdravotní stav založených kultur ukazují, že je pro výsypkové stanoviště nejvhodnější jilm horský

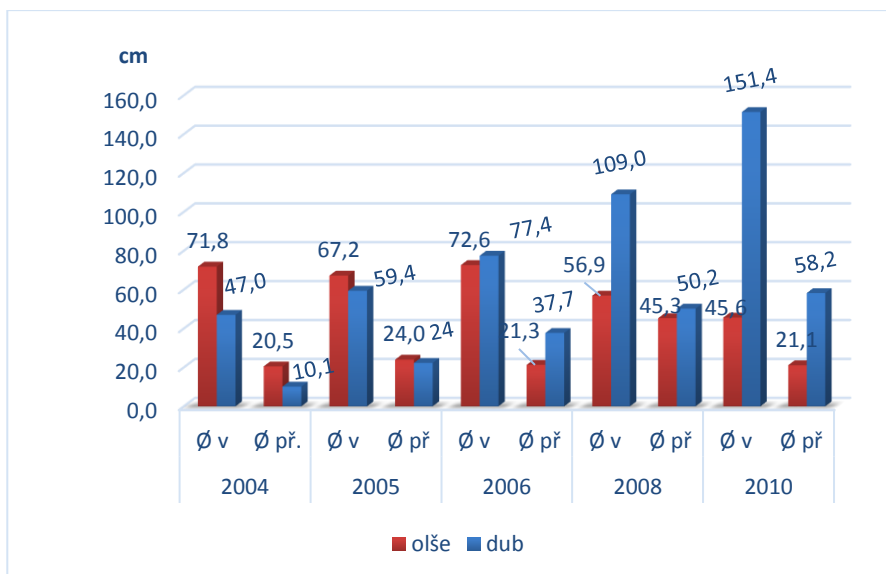


graf 29: Výsypka Velký Riesel, pruhové míšení cílových dřeviny habru obecného a dubu zimního, pomocná dřevina olše lepkavá vysazená v mezipásmech širokých 8 m, založení výsadby 1964 (Dimitrovský, 1975).

Ø v – průměrná výška.

Ø př – průměrný přírůst

Zhodnocení: v prvním roce po redukcí přípravného porostu olší lze pozorovat že, dubový porost dosahuje většího vzrůstu nežli porost habrový. V dalších letech je naopak znamená dynamičtější vzrůst u habrových kultur.

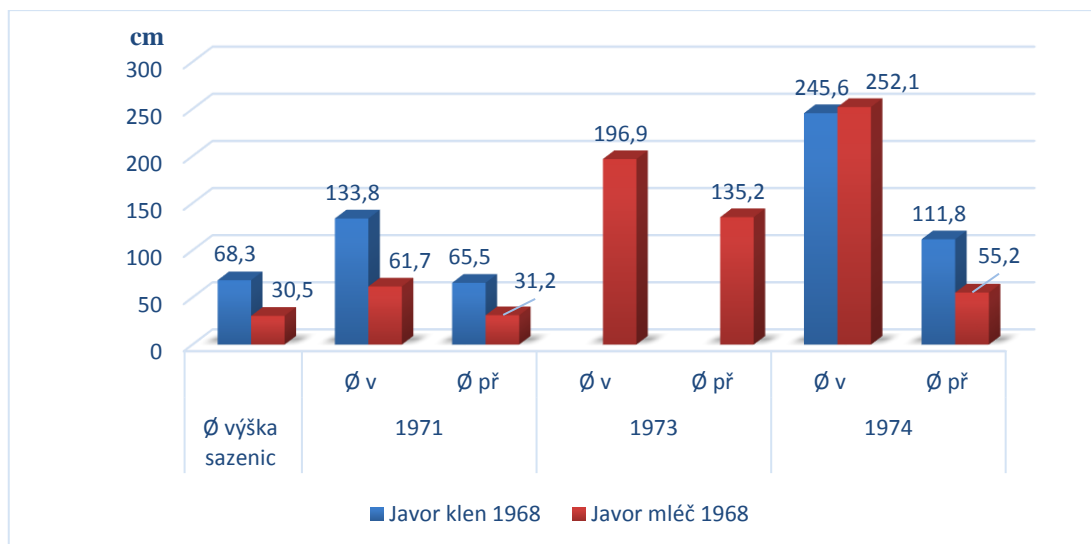


graf 30: Sledování vzrůstu olše lepkavé a dubu zimního na hnědouhelné výsypce“ Varteg hill“ v jižním Walesu. Rok založení porostu 2003 (Haigh, M., et al. 2013).

Ø v – průměrná výška

Ø př – průměrný přírůst

Zhodnocení: z uvedených hodnot je patrná rozmanitá frekvence přírůstku u dubových kultur v prvních letech růstu. V průběhu let 2006-2008, dochází k zapojení dubového porostu, olšové porosty plní ochranou funkci. Dendrometrická data pořízena v posledních dvou letech pozorování, ukazují výrazně snížený celkový růst olší

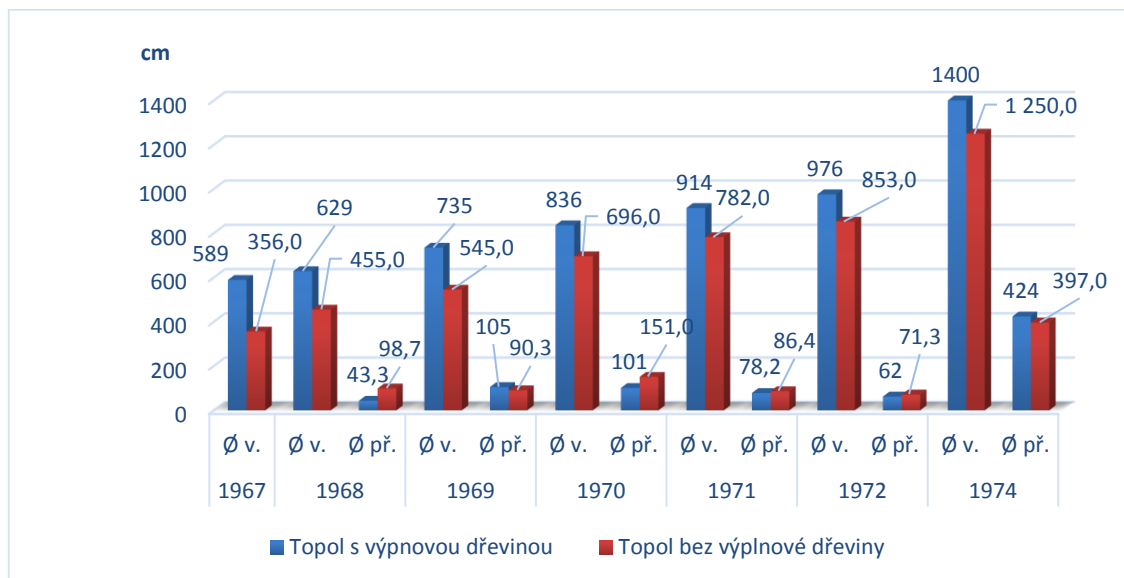


graf 31: Výsypka Velký Riesl, vzrůstové faktory cílových dřeviny javoru kleny a javoru mleče v kulisové výsadbě tvořených olší šedou, založení výsadby 1968 (Dimitrovský, 1975).

Ø v – průměrná výška

Ø př – průměrný přírůst

Zhodnocení: vzrůst javoru kleny a javoru mleče bez příměsi olše je velice malý, při pěstování řádkovou obnovou, je v době zapojení kultury nutné provést chemickou redukci porostu olše.



Graf 32: výsypka Dukla, průběh vzrůstu topolu berlínského s výplňovou dřevinou olší lepkavou a bez výplňové dřeviny, výsadba porostu 1961. (Dimitrovský, 1978).

Ø v – průměrná výška

Ø př – průměrný přírůst

Zhodnocení: vzrůst topolových kultur je poměrně rozdílný, a to z důvodu, způsobu založení (monokultury, smíšené kultury) a kvality půdního prostředí. Na základě získaných hodnot zjistíme, že všechny topoly pěstované s výplňovou dřevinou vykazují, lepší výškový růst. Olše má funkci výplňové a hnací dřeviny. Olše lepkavá, která zastupuje hnací rostlinu, je po 10 letech přerostena a postupně samovolně uhyne. Od prvních let vykazují vysokou vitalitu růstu, proto nevyžadují ošetření oží-náním či okopávkou. Bylo také zjištěno, že 10 let staré kultury olší vykazují největší množství opadu. V dalších letech množství opadu postupně klesá v důsledku potlačení výplňové dřeviny.

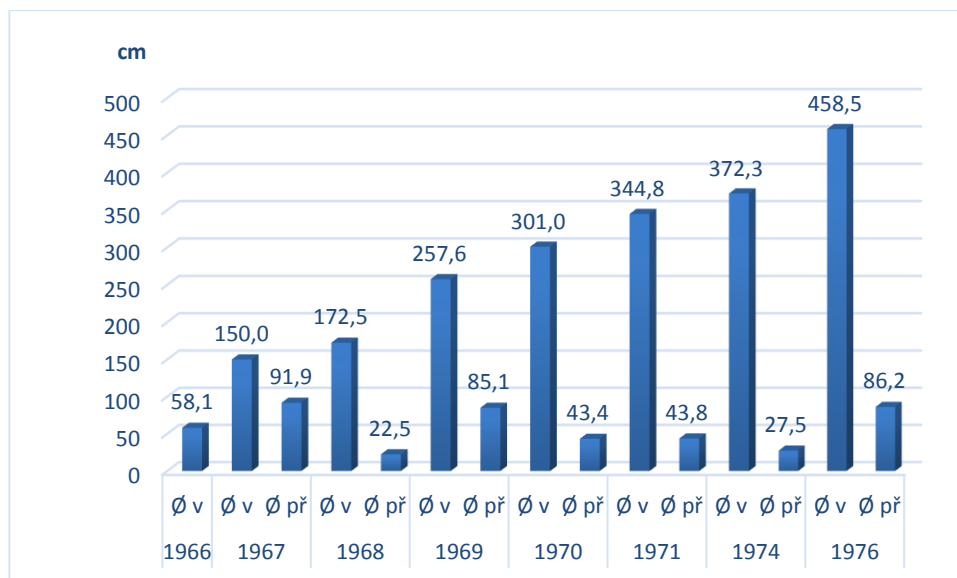
5.5 *Alnus glutinosa* - přípravná dřevina s následnou redukcí

Rychlý růst olší umožňuje během 4-6 let zapojení porostu, po částečné redukcí je vhodný pro obnovu ušlechtilých dřevin podsadbou (Dimitrovský, 1976). Velikost skupin přípravných dřevin může být zcela libovolná. Jakmile se kultury ušlechtilých listnáčů začnou zapojovat, můžeme přistoupit k redukcí přípravné dřeviny (*Alnus glutinosa*). Redukci provádíme chemickou cestou – nátěrem na kmínku. Odumírání natřených jedinců olše štětcem kolem kmene, bez ohledu na výšku nátěru, probíhá ve třech krocích.

Zduření kůry – 10 až 20 dní po provedení nátěru

Zborcení kůry- 20 až 40 dní

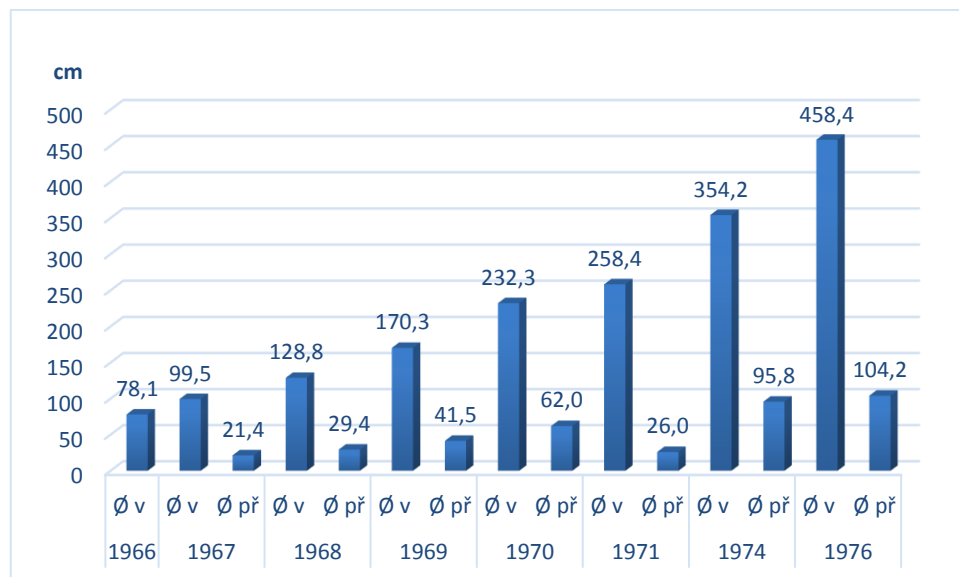
Totální uschnutí koruny – po 2 měsících (Dimitrovský, 2001).



Graf 33: výsypka Vilém, obnova podsadbou javoru kleny při redukci přípravného podrostu olše lepkavé (redukce 1966-30 %, redukce 1972-40 %) (Dimitrovský, 1978).

Ø v – průměrná výška

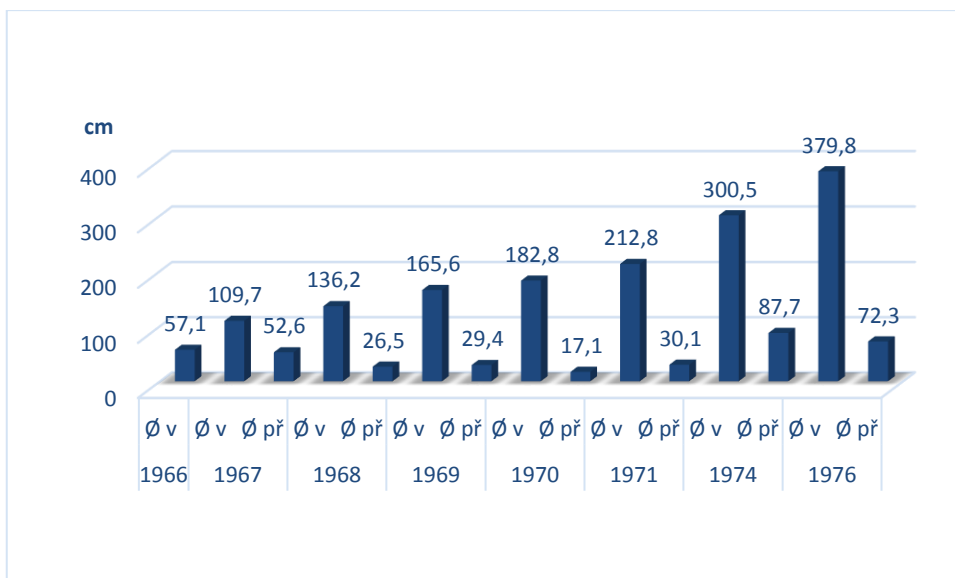
Ø př – průměrný přírůst



Graf 34: výsypka Vilém, obnova podsadbou jilmu horského při redukci přípravného podrostu olše lepkavé (redukce 1966-30 %, redukce 1972-40 %) (Dimitrovský, 1978).

Ø v – průměrná výška

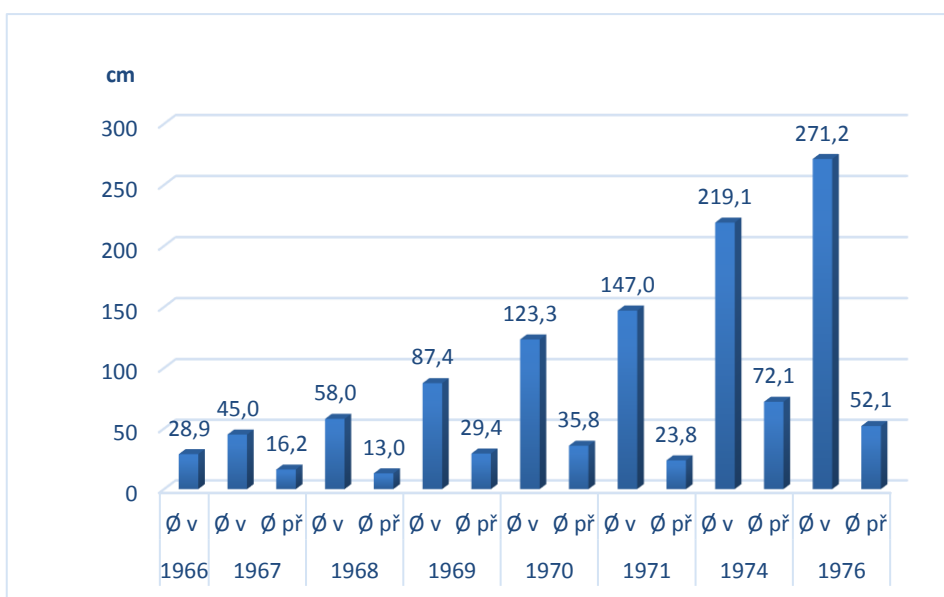
Ø př – průměrný přírůst



Graf 35: výsypka Vilém, obnova podsadbou jasanu ztepilého při redukci přípravného podrostu olše lepkavé (redukce 1966-30 %, redukce 1972-40 %) (Dimitrovský, 1978).

Ø v – průměrná výška

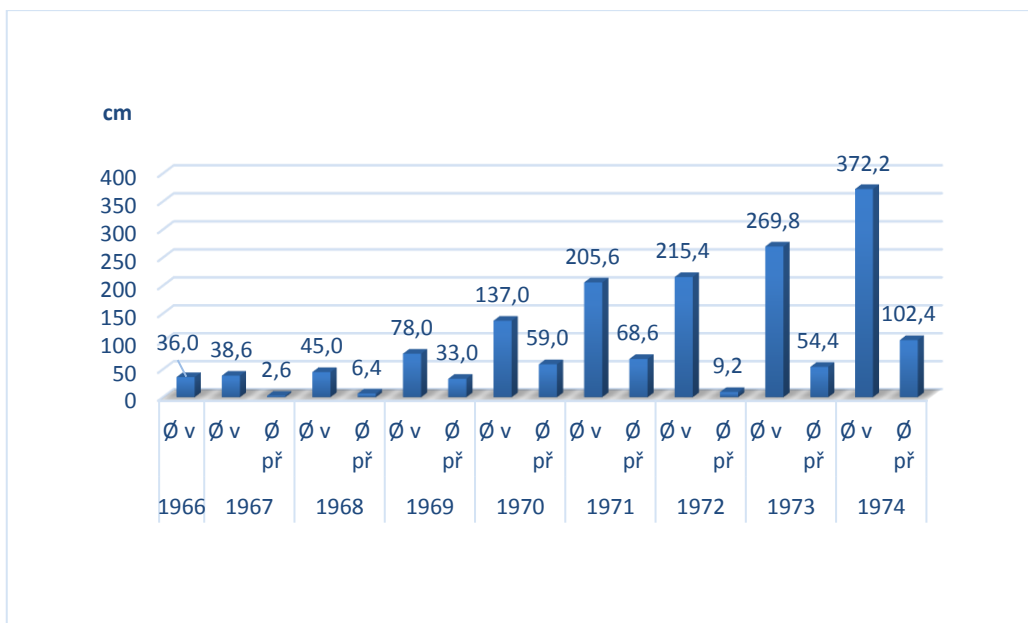
Ø př – průměrný přírůst



Graf 36 : Výsypka Bohemia, obnova podsadbou lípy srdčité při redukci přípravného podrostu olše lepkavé (redukce 1966-30 %, redukce 1972-40 %) (Dimitrovský, 1978).

Ø v – průměrná výška

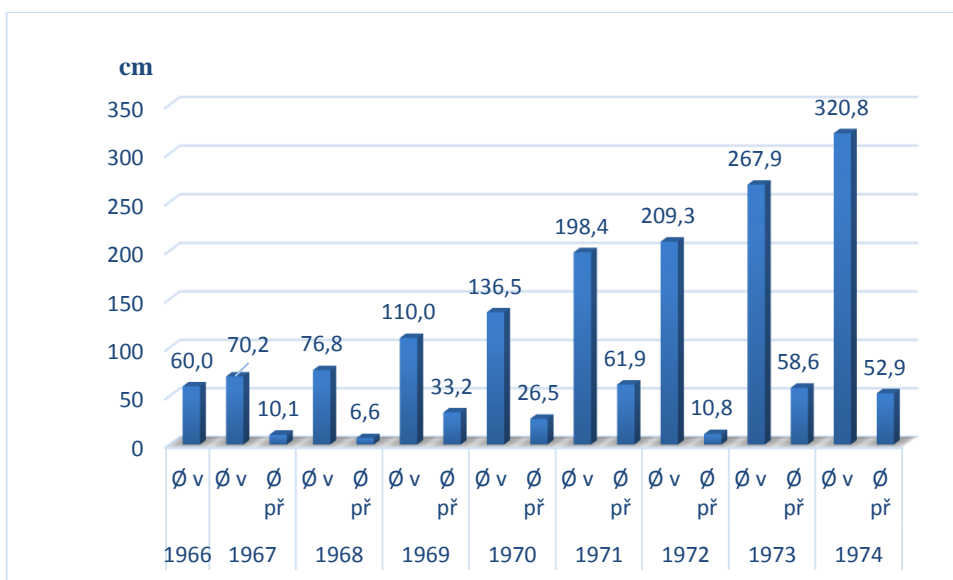
Ø př – průměrný přírůst



Graf 37 : Výsypka Bohemia, vzrůst směsi javoru mleče a javoru kleny jednotlivě míšených s olší lepkavou (1972 - redukce 50 % olše) (Dimitrovský, 1976).

Ø v – průměrná výška

Ø př – průměrný přírůst



Graf 38: Výsypka Bohemia, vzrůst směsi jasanu ztepilého a jasanu amerického jednotlivě míšených s olší lepkavou (1972- redukce 50% olše) (Dimitrovský, 1976).

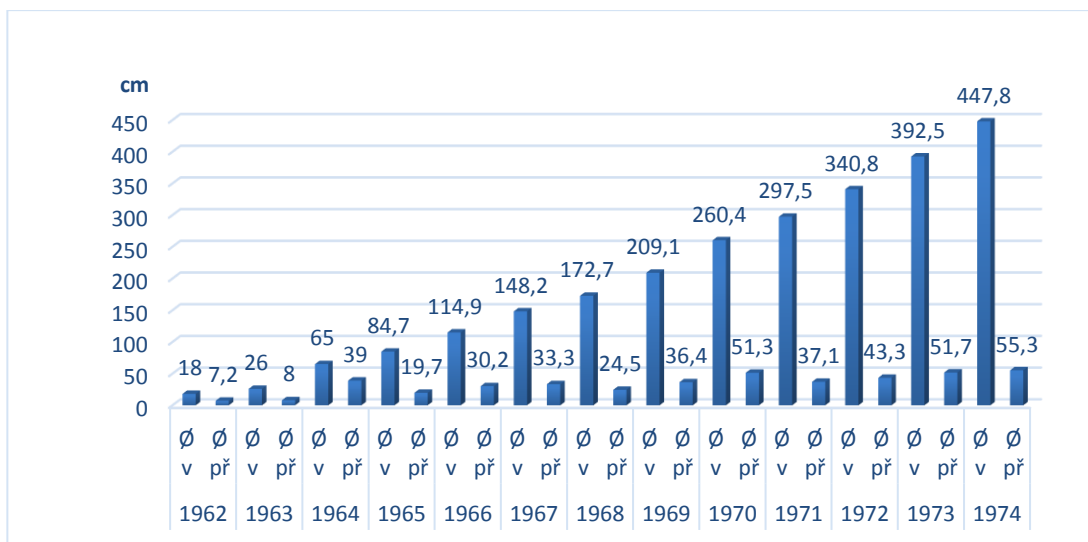
Ø v – průměrná výška

Ø př – průměrný přírůst

Zhodnocení: redukce přípravného podrostu olší, byla provedena dvěma způsoby, v prvním případě se jedná dvou fázovou redukcí (30 % a 40 %) v rozmezí sedmi let. Porovnáním přírůstu všech vybraných dřevin ve volených variantách zjistíme, že největší průměrný roční přírůst, byl zaznamenán u jilmu horského, dále pak u javoru klenu a jasanu ztepilého. Nejnižších výsledků průměrného přírůstu dosáhl porost lípy. V druhém případě, se provádí jednofázová 50% redukce přípravného porostu olší. Průměrný roční přírůst směsi javoru klenu a javoru mleče a směsi jasanu ztepilého a jasanu amerického, je v prvních letech téměř minimální. Během 4-6 roku dochází k zapojování cílových dřevin do přípravného podrostu olší. Z grafu č. 37 a č. 38 je patrné, že průměrná výška a přírůst jsou v tomto období téměř shodné. Sedmý rok po výsadbě byla provedena 50% redukce přípravného podrostu olše. V tomto roce je patrné snížení průměrného ročního přírůstu u všech sledovaných dřevin. V dalších dvou letech, můžeme pozorovat velice příznivé hodnoty průměrného ročního přírůstu. Z výsledných hodnot průměrného ročního přírůstu, se jeví jako nejefektivnější, dvoufázová redukce přípravného porostu

5.6 *Alnus glutinosa* - přípravná dřevina ve směsích s jehličnatými dřevinami

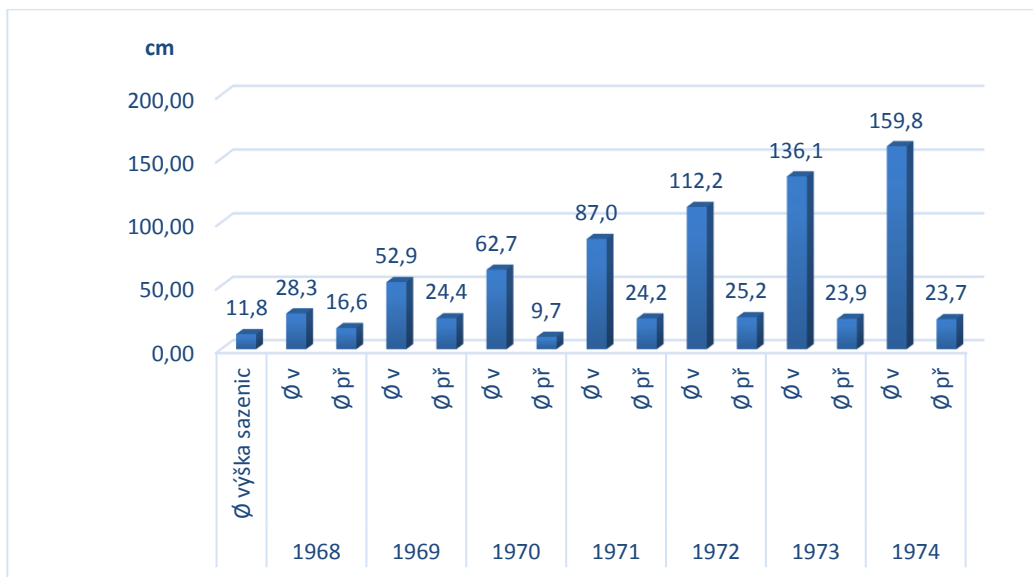
Mnohem složitější je výběr jehličnatých dřevin, a to z hlediska půdního prostředí které je vázáno na rezistenci proti průmyslovým imisím. Pro růst na výsypkových substrátech je nutnost přípravného podrostu olše. Při obnově jehličnanů přípravným podrostem je vhodné jejich obnovu realizovat skupinově. Velikost skupin je potřeba volit tak, aby přípravný podrost zachoval svoje půdní a mikroklimatické podmínky. Při obnově jehličnanů se používá nejčastěji svrchní nebo boční ochrana přípravných dřevin, následná likvidace je provedena mechanicky a chemicky (Dimitrovský 2001). Z pokusných druhů byly vybrány: borovice černá, borovice lesní a borovice murrayova.



Graf 39: výsypka Antonín, obnova borovice lesní pod boční podsadbou olše lepkavé, založení porostu 1962 (Dimitrovský, 1975).

Ø v – průměrná výška

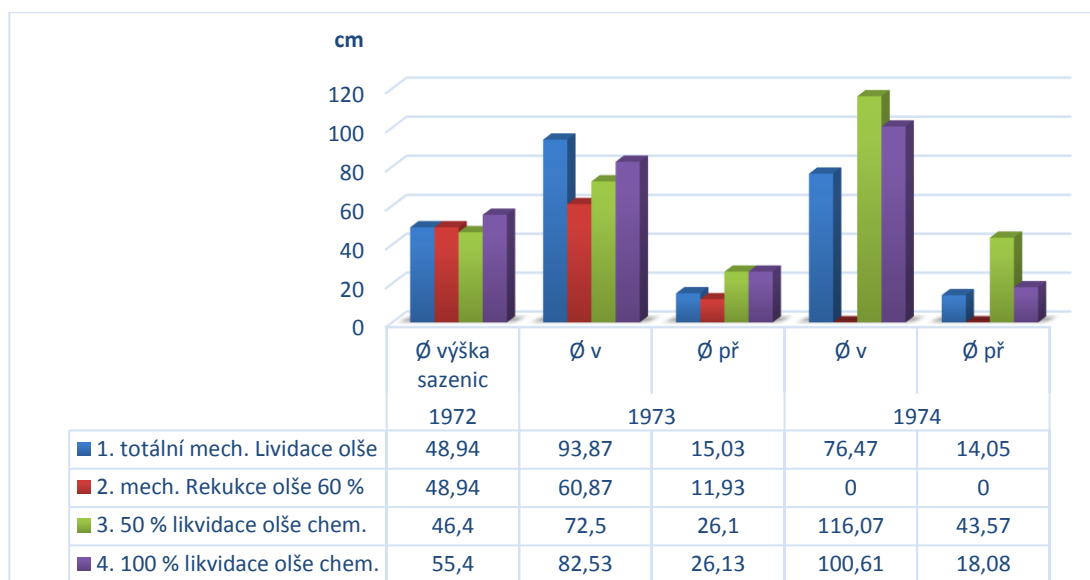
Ø př – průměrný přírůst



Graf 40: Výsypka Antonín, obnova borovice černé pod svrchní podsadbou olše lepkavé, rok založení 1968 (Dimitrovský, 1975)

Ø v – průměrná výška

Ø př – průměrný přírůst



Graf 41: Výsypka Antonín, obnova borovice murrayovy podsadbou olše, redukce porostu olše je provedena čtyřmi způsoby: totální mechanickou redukcí, 60 % mechanická redukce, totální chemickou redukcí a 50 % chemickou redukcí (Dimitrovský, 1975)

Ø v – průměrná výška

Ø př – průměrný přírůst

Zhodnocení: při obnově borovicových kultur, pod svrchní nebo boční ochranou olšových porostů, je nejefektivnější boční ochrana. Likvidace ochranných porostů je provedena dvojím způsobem, mechanicky nebo chemicky. Z vyhodnocených výsledků je nejlepší 50% redukce olšového porostu provedená chemickým způsobem.

6 Diskuze

Podle Čermáka (2002) volbu způsobu zastoupení dřevin ovlivňuje půdní typ, záleží, zda se jedná o kompaktní jíly nebo jílové břidlice. Kompaktní jíly je potřeba zalesňovat jen přípravnými porosty olše. Kumar (2010) tvrdí že, pokud je povrch výsypek složen z klasických čistých jílu cyprisové série s kompaktní formou zpevnění, nelze použít ani v málem zastoupení výsadbu jehličnanů. U jílových břidlic volíme poměr zastoupení 60 % přípravný porost olše a 40 % ušlechtilé listnáče (Čermák et al., 2002). Vývoj půdy do značné míry závisí na dominantní skladbě dřevin, protože dřeviny poskytují organickou hmotu, která je důležitá pro vývoj mikrobiálního společenstva a makrofauny (Šnajdr et al., 2005). Bylo zjištěno, že od 4 do 10 roku vykazují kultury olší největší množství opadu. Z výsledků výzkumu prováděného na výsypkách sokolovského regionu (Dimitrovský 1976) vyplynulo že obsah základních živin (K_2O , CaO , MgO , P_2O_5 , Fe_2O_3 , SO_4) obsažených ve výsypkové zemině, je po 3 roce růstu dvounásobný. Z výše uvedeného vyplívá že olše je základní dřevinou, která by měla být používána jako přípravná dřevina na všech výsypkách složených z jílu.

Čermák a Ondráček (2006) uvádějí, že jednotný způsob míšení představuje z hlediska půdotvorného i biologického optimální rekultivační stav. Naopak je velmi náročný z hlediska provádění péče, včetně dosadby stejných druhů dřevin do porostní směsi (Dimitrovský 2001). Podle zjištěných výsledků je náročnost dosadby závislá na hlavní dřevině.

Čermák a Ondráček, (2006) dále uvádějí že řadový způsob míšení spočívá v tom, že cílové kulturní dřeviny, které mají pomalejší růst, vysazujeme společně s přípravným porostem olše. Olšové kultury jsou vysazovány do mezi řad, rozměry výsadbového sponu volíme podle intenzity vzrůstu hlavní dřeviny a stanovištních podmínek. Tento postup je efektivně využitelný na všech antropozemích. Výhodou je širší výběr sortimentu dřevin, které mají rozdílnou intenzitu přírůstu (Dimitrovský, 2001). Ve smíšených topolových kulturách má olše funkci výplňové a hnací dřeviny, po deseti letech se značně zpomalí růst a postupně dochází samovolnému úhynu olšových kultur. V dalších letech růst olší postupně klesá v důsledku potlačení výplňové dřeviny. V případě pěstování jasanu ztepilého (*Fraxinus excesior*) provádíme radikální redukci přípravného porostu olší, a to z důvodu velkých nároků na světlo, které vyžadují jasanové kultury. Konečná likvidace olší není v mnoha případech nutná, kultury jasanu po 10-15 letech olší přerůstají stejně jako v případě topolů. Toto konstatování je zcela potvrzeno současným stavem vývoje porostu na výsypkách sokolovské pánve.

Při použití Řádkové obnovy bylo zjištěno že, Vzdělání javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*) a javoru mleče (*Acer platanoides*) bez příměsi olše je velice malí, při pěstování řádkovou obnovou, je v době zapojení kultury nutné provést chemickou redukci porostu olše. Na základě získaných výsledků vzrůstu hlavní dřeviny můžeme určit nejvhodnější způsob redukce (Dimitrovský 2001).

Volba vhodných směsí při zakládání kultur smíšených, tj. jehličnato-listnatých, je mnohem složitější než výběr směsí u listnatých dřevin. (Čermák et al., 2002). Míšení dřevin na výsypkách je především závislé na pedologických vlastnostech zemín. V porostních směsích je nejvhodnější poměr 20-30 % jehličnatých a 70-80 % listnatých dřevin. Pro pěstování jednotlivě smíšených směsí (střídání jehličnanů a listnáčů v řádcích) domácích a introdukovaných jehličnatých dřevin je třeba, aby listnatá dřevina vykazovala přibližně stejnou vitalitu růstu jako dřevina jehličnatá, nebo vitalitu růstu menší (Čermák et al., 2002). Výhodou smíšeného porostu je okrajová ochrana listnatých dřevin, která se především projevuje: rovnoměrným přírůstem všech dřevin, zlepšení půdní vlhkosti a mikroklimatických podmínek (Dimitrovský 2001) Tento závěr potvrzují na základě odběru půdních vzorků, které byly odebrány v hloubce 0 až 30 cm. Nejvyšší hodnoty sorpčního komplexu byly naměřeny u smíšených porostů olše lepkavé (*Alnus glutinosa*). Nejvyšší hodnota výměnné báze, maximální sorpční kapacity a stupně nasycení půdních koloidů byla zaznamenána u směsi olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) a javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*) na výsypce Velký Ríesl.

Při obnově jehličnanů pod svrchní nebo boční ochranou olšových porostů je provedena likvidace dvojitým způsobem, mechanicky nebo chemicky (Dimitrovský 2001) Z výsledků vyplynulo že, je nejefektivnější chemický způsob likvidace v poměru 50 %.

7 Závěr

Z dendrologických i praktických hledisek je nejvýhodnější skupinové míšení. Tvar jednotlivých skupin může být kruhový, obdélníkový, čtvercový a nepravidelný.

Při těchto způsobech míšení je důležitým faktorem velikost. Zvětšující se velikostí skupiny klesá přírůst a naopak.

U velkých skupinových výsadeb jako jsou: kulisové, kruhové, a pruhové vykazují nejnižší přírůst jedinci, kteří rostou nejdál od okrajových přípravných skupin olše.

Na rozdíl od ostatních druhů listnatých dřevin má olše lepší vitalitu růstu, a umožňuje v relativně krátké době zlepšení mikroklimatických podmínek. Její přítomnost ve směsích s ušlechtilými listnáči zvyšuje rhyzologickou holoubku půdního profilu.

U porostů olše jednotlivě míšených, uvolňujeme prostor pro ušlechtilé dřeviny redukcí. Způsob likvidace olšových porostů je u každé dřeviny prováděn jinou metodou.

Předpoklady olší pro rekultivační využití: zlepšení nevhodných fyzikálních a hydro-pedologických vlastností, obohacení antropogenních půd organickou půdní složkou (humusem)

Z výzkumu prováděném na výsypkových stanovištích vyplynulo, že olše lepkavá/šedá je nezbytnou dřevinou zajišťující dostatek živin pro další dřeviny v přijatelném chemickém složení.

Cíle práce byly splněny

8 Seznam literatury

Bejček, V. 2003. Obnova krajiny na Bílinsku a Tušimicku: rekultivace Severočeských dolů a.s. Severočeské doly. Chomutov. ISBN: 8021315741.

Čermák, P., Kohel, J., Dederá, F. 2002. Rekultivace území devastovaných báňskou činností v oblasti severočeského hnědouhelného revíru (metodika pro praxi). Agentura Bous. Hrdějovice. ISBN: 8090269052.

Čermák, P., Ondráček, V. 2009. Stanovištní a rhizologické vlastnosti dřevin využívaných při zalesňování výsypek severočeské hnědouhelné pánve. 1. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy. Praha. ISBN: 978-80-904027-8-2.

Čermák, P.; Kohel, J.; Dederá, F. A kolektiv. 2002. Rekultivace ploch devastovaných těžbou nerostných surovin v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru. Vydal Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha. 88 s.

Dimitrovský K (1978): Rekultivace ploch devastovaných báňskou a průmyslovou činností v oblastech uhelných revírů ČSSR. In: ŠTĚPÁN J. (ed.): Rekultivace krajiny v územích těžby a průmyslu v ČSSR. Knižnice MVT ČSR, Praha, s. 5-19. 11.

Dimitrovský K., 1976. Dílčí závěrečná zpráva etapy: P-16-329-059-02/13. Výběr vhodných druhů dřevin a jejich směsí pro výsypková stanoviště v oblasti SR. Vydal Výzkumný ústav meliorací – ČAZ Zbraslav nad Vltavou. 32 s.

Dimitrovský, K. 1975. Dílčí závěrečná zpráva etapy: P-16-329-059-02-05 (b). Zakládání lesních porostů z hlediska pěstebně výchovných zásahů na výsypkových stanovištích v oblasti HDBS. Vydal Výzkumný ústav meliorací – ČAZ Zbraslav nad Vltavou. 45 s

Dimitrovský, K. 1978. Rekultivace ploch devastovaných báňskou a průmyslovou činností v oblastech uhelných revírů ČSSR. In: Štěpán, J. (ed.). Rekultivace krajiny v územích těžby a průmyslu v ČSSR. Knižnice MVT. Praha. S. 5-19.

Dimitrovský, K., Kunt, M., Kupka, I., Štibinger, J. 2008. Problematika obnovy lesů na výsypkových stanovištích, jejich vývoj, struktura a skladba. Nakladatel ČZU. Kostelec nad Černými lesy. ISBN: 978-80-213-1849-6.

Frouz, J., Popperl, J., Příkryl, I., Štrudl, J., 2007 a. New Landscape Design in the Region of Sokolov. Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., Sokolov

- Glenn-Lewin, D. C., van der Maarel, E. 1992. Patterns and processes of vegetation dynamics. In: Glenn-Lewin, D. D., Peet, R. K., Veblen T. T. (ed.). Plant succession theory and prediction. Chapman & Hall. London. P. 11-59. ISBN: 0412 269007
- Haigh, M., et al. 2013. Effect of Planting Method on the Growth of *Alnus glutinosa* and *Quercus petraea* in Compacted Opencast Coal-Mine Spoils, South Wales. *Land Degradation & Development*, 2015, 3.26: 227-236. Str. 48, 18.
- Horák, V. 2004. Olše zelená (*Alnus viridis*) – invazní rostlina v Krkonošském národním parku. In: Neuhöferová, P. (ed.). Introdokované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam. Vydavatel ČZU. Kostelec nad Černými lesy. P. 113-116. ISBN: 80-213-1234-3
- Hurt, V. O. Mauer. 2016. Certifikovaná metodika, Podsadby přípravných porostů břízy bělokoré, olše a jeřábu ptačího bukem lesním a jedlí bělokorou, Mendelova univerzita v Brně. osvědčení 69254/2016-MZE-16222/M129
- Kremer, Bruno P. 1995. Stromy: v Evropě zdomácnělé a zavedené druhy. Praha: Knižní klub, ISBN 80-7176-184-2. [Knižní klub]. 287 s.
- Kumar, A. et al. 2010. Arbuscular Mycorrhizal Technology in Reclamation and Revegetation of Coal Mine Spoils under Various Revegetation Models. Department of Botany, Banaras Hindu University, Varanasi, India [online]. 2010 (2010.29088 Published Online September 2010): 683-689. DOI: 10.4236 Str. 7, 10, 17, 19, 19, 43
- Kupka, I., Dimitrovsky, K. 2011. Výsledky testování vybraných dřevin pro lesnické rekultivace na sokolovsku. *Zprávy lesnického výzkumu*. 56. 52-56.
- Míchal, I. 1994. Ekologická stabilita. 2. Veronica. Brno. ISBN 80-85368-22-6.
- Möllerová J., Ulbrichová I.: Růst sazenic olše v různých podmínkách. [The growth of *Alnus* – seedlings in the different conditions] In: Karas, J., Podrázský, V. (eds.): Současné trendy v pěstování lesů. Sborník příspěvků mezinárodní konference konané ve dnech 16. – 17. 9. 2002 v Kostelci n. Č. L. V rámci grantu MSM 414100009 Restoration of functioning forest ecosystems of the Krušné hory (Ore Mts.). Praha, ČZU 2002, s. 90-93. ISBN 80213-0938-5)
- Möllerová, J. 2006. Symbiotická fixace dusíku. *Ziva*. 2006 (1): 9-13. ISSN 0044-4812 Str. 19
- Ostonen, I., Lõhmus, K., Alama, S., Truu, J., Kaar, E., Vares, A., ... & Kurvits, V. (2006). Morphological adaptations of fine roots in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), silver birch (*Betula pendula* Roth.) and black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) stands in recultivated areas of oil shale mining and semicoke hills. *Oil Shale*, 23(2), 187-203.
- Podrázský, V. V., Ulbrichová, I. 2003. Soil Chemistry Changes in green alder [*Alnus alnobetula* (Ehrh.) C. Koch] stands in mountain areas. *Journal of Forest Science*. 49 (3). 104–107.

- Polme, S. et al. 2016. Arbuscular mycorrhizal fungi associating with roots of *Alnus* and *Rubus* in Europe and the Middle East. *Fungal Ecology*, 24: 27-34.
- Řehouňková, K., Řehounek, J. 2010. Pískovny a štěrkopískovny. In. Řehounek, J., Řehouňková, K., Prach, K. (ed.). *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla. České Budějovice.. ISBN 978-80-87267-09-7 S. 63-68
- Sklenička, P. 2003. *Základy krajinného plánování*. 2. Praha. ISBN: 80-903206-1-9.
- Smolik, M. G., Dullinger, S., Essl, F., Kleinbauer, I., Leitner, M., Peterseil, J., Stadler, L. M., Vogl, G. 2010. Integrating species distribution models and interacting particle systems to predict the spread of an invasive alien plant. *Journal of Biogeography*. 37 (3). 411-422.
- Stonawski, J. 2015. *Olše – dřevina roku lesnická práce*. Hradec králové: lesy ČR. ISSN: 0322-9254, ČNB: 00035960
- Šnajdr, J., Dobiášová, P., Urbanová, M., Petránková, M., Cajthaml, T., Frouz, J., Baldrian, P. 2013. Dominant trees affect microbial community composition and activity in post-mining afforested soils. *Soil Biology and Biochemistry*. 56. 105-115
- Špiřík, F. 1994. Devastace půd těžbou nerostů a principy jejich rekultivací. In. Lhotský, J. (ed.). *Kultivace a rekultivace půd*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, Praha. S. 143-155.
- Štýs, S. (1990): *Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů*. SNTL, Praha, 186 s. ISBN 80-85087-10-3
- Štýs, S. 1981. *Souborný katalog Av ČR, záznam číslo 000442132*, Praha, s. 143-155.
- Štýs, S. 1995. *Zelené proměny černého severu aneb plastická operace podkrušnohorské krajiny*. 1. Bílý slon. Praha. ISBN 80-901291-8-8.
- Štýs, S., Helešicová, L. 1992. *Proměny měsíční krajiny*. 1. Bílý slon. Praha. ISBN: 80-901291-0-2.
- Úradníček, L., Maděra, P., Tichá S., Koblížek, J. 2009. *Dřeviny České republiky*. Lesnická práce. Kostelec nad Černými Lesy. ISBN: 978-80-87154-62-5