

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesa



Růst vybraných introdukovaných dřevin – *Picea omorica* (PANČIC) Purkyně a *Pinus nigra* Arn. na výsypkových stanovištích

Diplomová práce

Vypracoval: Bc. Petr Janura

Obor: Lesnictví - LES

Vedoucí práce: doc. Ing. Jiří Remeš, Ph.D.

Praha 2011

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra pěstování lesů
Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Janura Petr

Lesní inženýrství

Název práce

Růst vybraných introdukovaných dřevin - Picea omorica (PANČÍČ) Purkyně a Pinus nigra Arn. na výsypkových stanovištích.

Anglický název

Growth of selected introduced tree species - Picea omorica (PANČÍČ) Purkyně a Pinus nigra Arn. on spoil bank sites

Cíle práce

Získat nové poznatky o růstu a produkci vybraných introdukovaných dřevin (smrk omorika, borovice černá) na výsypkových stanovištích. Zhodnotit dlouhodobé výsledky lesnických rekultivací na příkladu vybraných dřevin ve dvou lokalitách - na výsypce Antonín a výsypce Gustav.

Metodika

Analýza problematiky lesnických rekultivací v oblasti postižené povrchovou těžbou uhlí v západních Čechách.

Rozebírané provedení lesnických rekultivací výsypky Antonín a výsypky Gustav z hlediska technického a biologického řešení.

Založit 12 trvalých výzkumných ploch, vždy po 6 na každé výsypce a pro každou dřevinu.

Změření základních dendrometrických veličin ($d_{1,3}$, h , hk) a výpočet produkčních parametrů (g , v).

Statistické vyhodnocení získaných dat.

Celkové posouzení růstového potenciálu vybraných druhů dřevin.

Harmonogram zpracování

Odevzdání DP do 30.4.2011.

Rozsah textové části

50

Klíčová slova

lesnické rekultivace, výsypková stanoviště, introdukované dřeviny, borovice černá, smrk omorika

Doporučené zdroje informací

DIMITROVSKÝ, K.: Zemědělské lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Metodiky pro zemědělskou praxi č.14, ÚZPI, Praha, 1999. 66 s.

ČERMÁK, P., KOHEL, J., FRANTIŠEK, D. et al.: Rekultivace ploch devastovaných těžbou nerostných surovin v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru. VÚMOP, Praha, 2002. 89 s.

DIMITROVSKÝ, K., VESECKÝ, J. 1989: Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. Ministerstvo lesního a vodního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu ČSR, Praha, 1989. 132 s.

KUPKA, I., DIMITROVSKÝ, K.: Silvicultural assessment of reforestation under specific spoil bank conditions. Journal of forest science, 52, 2006 (9): 410–416.

ŠTÝS, S. et al.: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha, 1981. 660 s.

Vedoucí práce

Remeš Jiří, doc. Ing., Ph.D.

Termín odevzdání

duben 2011



prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Děkan fakulty

V Praze dne 24.3.2011

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Růst vybraných introdukovaných dřevin – *Picea omorica* (PANČIC) Purkyně a *Pinus nigra* Arn. na výsypkových stanovištích vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a pokynů vedoucího DP.

V Praze dne 22. 4. 2011

.....

Poděkování:

Děkuji vedoucímu své diplomové práce panu doc. Ing. Jiřímu Remešovi, Ph.D. za jeho odborné vedení. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Josefu Kubátovi, Ph.D. a Ing. Miroslavu Pomichalovi, CSc. za poskytnutí důležitých informací, času a cenných rad. Poděkování patří také mé rodině a všem blízkým za jejich podporu.

ABSTRAKT

Celé území Sokolovska je postiženo intenzivní povrchovou těžbou hnědého uhlí, díky které došlo ke značné redukci jak lesní, tak parkové a rozptýlené zeleně. Tato ztráta se nejvíce projevuje v období vegetačního klidu a to úbytkem jehličnatých porostů, které nejvíce ovlivňují přírodní životní prostředí. Výše uvedené skutečnosti zapříčinily testování jehličnatých introdukovaných dřevin téměř z celého světa, které vynikají především širší adaptabilitou a odolností vůči velmi problematickým průmyslovým emisím, nepříznivým půdním podmínkám a dalším limitujícím faktorům. Cílem lesnické rekultivace je prohloubit znalosti ve vhodném použití právě těchto dřevin za účelem obnovy výsypkových stanovišť. V potaz se však musí vzít celá řada vědeckých disciplín. Od pedologie, klimatologie, geologie až po samotnou dendrologii a pěstování lesů.

Hlavním cílem diplomové práce je porovnat růstové vlastnosti těchto dvou jehličnatých introdukovaných dřevin – smrk omorika (*Picea omorica*), borovice černá (*Pinus nigra*) a to jak mezi sebou, tak s dřevinami domácími, kterými jsou smrk ztepilý (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Sledované dřeviny sice nevykazují takový růstový potenciál, jako dřeviny domácí na optimálních stanovištích, ale na výsypkových stanovištích svými vlastnostmi naprosto převládají.

Klíčová slova: lesnická rekultivace, výsypková stanoviště, introdukované dřeviny, borovice černá, smrk omorika

ABSTRACT

The whole area in Sokolov is affected by intensive surface mining of coal, resulting in a significant reduction in forest, park and scattered vegetation. This loss is most pronounced during dormancy and decline in coniferous forests, which most affect the natural environment. The aspects make testing of coniferous tree species introduced from all over the world that excel in particular wider adaptability and resistance to industrial immissions, very difficult adverse soil conditions and other limiting factors. The aim of the forest recultivation is to deep knowledge of the appropriate use of these trees just to restore the dump sites. The account must take a number of scientific disciplines. From pedology, climatology, geology through to the Dendrology and silviculture.

The main aim of this thesis is to compare the growth properties of these two species of introduced conifers - serbian spruce (*Picea omorica*), black pine (*Pinus nigra*), both among themselves and with domestic woods - norway spruce (*Picea abies*) and scots pine (*Pinus sylvestris*). Although trees do not have pursued such a growth potential as the domestic species on the optimal habitats, but on the dump habitats their properties completely dominated.

Keywords: forest recultivation, dump habitats, introduced species, black pine, serbian spruce.

Obsah

1. Úvod	10
2. Literární rešerše	11
2.1 Lesnické rekultivace	11
2.1.1 Lesnické rekultivace v zahraničí	12
2.1.1.1 Lesnické rekultivace v bývalé NDR	12
2.1.1.2 Lesnické rekultivace v bývalé NSR	12
2.1.1.3 Lesnické rekultivace v bývalé SSSR	13
2.1.1.4 Lesnické rekultivace v Polsku	13
2.1.1.5 Lesnické rekultivace v Rumunsku	13
2.1.2 Lesnické rekultivace v České republice	14
2.1.3 Vývoj rekultivace v oblasti sokolovského revíru	19
2.2 Klimatické podmínky v oblasti sokolovského revíru	19
2.3 Geologicko-petrografické podmínky	21
2.4 Chemismus antropogenních půd v oblasti sokolovského revíru	22
2.6 Zavádění cizích dřevin – introdukce	25
2.6.1 Historie introdukce	26
2.6.2 Aklimatizace dřevin	27
2.6.3 Výsledky introdukce	29
2.6.4 Důvody introdukce	32
2.6.5 Metody a druhy introdukce	33
2.6.6 Pěstování introdukovaných jehličnatých dřevin na výsypkách	35
2.6.6.1 Borovice černá, brým (<i>Pinus nigra</i>) Arnold	36
2.6.6.2 Smrk omorika – (<i>Picea omorica</i>) (PANČIC) Purkyně	46
3. Metodika	52
3.2 Disperzní skladba substrátů	53
3.3 pH, sorpční vlastnosti a chemismus substrátu	55
3.4 Založení kultur introdukovaných jehličnatých dřevin na výsypkách	55
3.5 Vývoj kořenových soustav u dřevin na výsypkách	57
3.6 Vývoj kořenových soustav u modelových dřevin (olše lepkavá, borovice černá)	58
3.7 Pasportizace rekultivačních ploch	59

3.7.1 Přehled ukončených akcí v letech 1959 – 1990 v ha	59
3.7.2 Přehled rozpracovaných akcí v letech 1990 – 1992 v ha	59
3.7.3 Návrhy rekultivací v období 1993 – 2000 v ha.....	59
3.8 Popis měření	60
3.9 Způsob získávání dat.....	61
4. Výsledky a diskuze.....	61
5. Závěr	71
6. Použitá literatura a internetové zdroje	72
7. Seznam příloh.....	74

1. Úvod

Celá snaha rekultivačního výzkumu i provozu v oblasti hnědouhelných dolů na Sokolovsku je zaměřena na vytvoření přijatelné sekundární úpravy narušených orografických, vodohospodářských, půdních, vegetačních a klimatických podmínek. Při tomto cílevědomém záměru je kladen hlavní důraz na lesnické rekultivace.

V přítomné době hierarchie patří lesnické rekultivaci, která se plošně i významem podílí největší mírou na tvorbě přírodního životního prostředí, velická pozornost. Největší zábery půdy způsobuje těžba nerostných surovin a v ní v první řadě těžba prováděná povrchovým dobýváním.

Výměra ploch postižených dobýváním nerostů (uhlí, rudy, stavební materiály aj.) u nás dosahuje 60-70 000 ha. Rozhodující vliv na krajinu a půdu však nemá plošný rozsah dotčených pozemků, ale jejich soustředění v určitém územním celku.

V tomto ohledu dosahují jednoho z předních míst hnědouhelné lomové provozy v Severočeském a Sokolovském revíru (Jonáš, 1975).

V problematice tvorby nových lesních porostů na výsypkových stanovištích prioritní význam přikládáme těmto otázkám:

1. Vhodný výběr lesních dřevin a keřů
2. Volba způsobu zakládání
3. Časový interval obnovy jednotlivých druhů dřevin

Splnění vytčených požadavků předpokládá:

- a) Velmi úzkou spoluprací odborníků různých vědních disciplín
- b) Široký výběr druhů dřevin otestovaných podle:
 - botanické příslušnosti
 - ekologických nároků na půdní a klimatické podmínky antropogenního stanoviště
 - pedologické a hydopedologické charakteristiky půdního prostředí
 - prosperity druhů vyjádřené ujmoutím, vývojem a vzrůstem
 - půdotvorného a půdoochranného významu

K tomu je zapotřebí ještě vzít v úvahu i otázky spojené se zajišťováním saděbního materiálu v požadovaném sortimentu a kvalitě, s dobou vysazování, ošetřováním a ochranou založených kultur.

Základní podmínkou pro zdárné vyřešení problematiky lesnických rekultivací devastovaných půd je dokonalá znalost půdního prostředí a druhů dřevin, které mají být použity pro tento účel.

Zadané téma diplomové práce vymezené názvem řeší jednu z dílčích otázek lesnické rekultivace a to otázku využití introdukovaných jehličnatých dřevin na výsypkových stanovištích Sokolovska.

V úvodní části při využití introdukovaných dřevin byly vzaty v úvahu druhy dřevin, které byly otestovány na různých výsypkových stanovištích, a to jak dle stáří výsypek, doby obnovy, tak i charakteristik půdně klimatických a ekologických.

Cílem mé diplomové práce je porovnat růst daných introdukovaných jehličnatých dřevin – smrk omorika (*Picea omorica*), borovice černá (*Pinus nigra*) v oblasti Sokolovska na dvou výsypkách a to Antonín a Gustav.

2. Literární rešerše

2.1 Lesnické rekultivace

Intenzivní využívání palivoenergetických zdrojů (uhlí) předpokládalo změnu technologie dobývání, tedy přechod z těžby hlubinné na těžbu povrchovou, která vykazuje mnohem větší devastační účinky. Uspokojování poptávky obyvatelstva na přírodní složky životního prostředí vyžaduje plánovitou přípravu a řešení, tak aby vzniklé negativní důsledky byly co nejmenší a funkční rozvoj krajinných celků neustále odpovídal podmínkám nezávadného přírodního prostředí.

Základním úkolem rekultivace je obnova či tvorba zemědělských pozemků a kultur, lesních kultur, vodních ploch a toků. Rekultivační praxe několika desítek let dokazuje, že jsou rekultivovatelná všechna devastovaná území. O úspěchu a míře efektivnosti rekultivace však rozhoduje mnoho faktorů. Jsou to především přírodně ekologické podmínky, důlně technologický proces, způsob a intenzita provedení rekultivace a v neposlední řadě i způsob dalšího užívání a obhospodařování zrekultivovaných pozemků a území.

2.1.1 Lesnické rekultivace v zahraničí

Kromě snahy o likvidaci průmyslových emisí se na utváření životního prostředí v průmyslových oblastech podílí hlavně soubor rekultivačních opatření. Rekultivace je prováděna v řadě států těžících nerostné suroviny, prakticky ve všech průmyslově vyspělých státech světa. Ovšem koncepce je v různých státech a oblastech odlišná a vychází hlavně ze sociálně-ekonomických a přírodních podmínek.

Rekultivace je prováděna s různou intenzitou. Extenzivní pojetí vychází přednostně z nutnosti pouhého zahlazení projevů těžby, případně z požadavků ozelenění ploch. Intenzivní koncepce rekultivací je realizována ve státech, kde je prováděna i jejich technická etapa a kde je kladen důraz na integrované pojetí rekultivace jakožto tvorby krajiny. Takto koncipovaná rekultivace je prováděna hlavně v Německu, Polsku, Rumunsku, Velké Británii a u nás.

2.1.1.1 Lesnické rekultivace v bývalé NDR

V této části Německa se dobývají povrchovou těžbou mimo písku, vápenců a jílu také sůl, draslík a hnědé uhlí. Dominantní postavení má těžba hnědé uhlí. Tato je soustředěna do oblastí Cottbus, Lipsko a Halle a způsobila devastaci těchto oblastí. Celková plocha tvoří více než 100 000 ha. Rekultivace má v této zemi dlouholetou tradici, na základě výzkumné činnosti byly vyvinuty základní rekultivační postupy. Tyto postupy obsahují například selektivní zakládání skrývkových hmot schopných rekultivace, zavážení fytotoxických půd elektrárenským popílkem, jakož i ekonomická opatření pro obhospodařování výsypek. V současné době je rekultivováno více než 50 tis. ha. Z dostupných informací je možno konstatovat, že lesnická rekultivace je v této zemi na dobré úrovni (Wünsche et al., 1969).

2.1.1.2 Lesnické rekultivace v bývalé NSR

Maximum hnědé uhlí je těženo povrchově v Porýní. Uhelná sloj představuje plošně oblast o rozloze 200 km². Výsypky jsou překrývány 2 i více metrů mocnou vrstvou spraše, která je dopravována až do vzdálenosti 30 km. Převážně jsou zde dopravovány spraše po komunikacích a mokrou cestou. Nejčastěji používané cílové dřeviny jsou topol, olše, akát,

dub, buk, javor, jasan a jehličnany převážně exoty jedle obrovská, jedle ojíňená, douglaska tisolistá (Dilla, 1967).

2.1.1.3 Lesnické rekultivace v bývalé SSSR

Jedná se především o povrchové dobývání uhlí, železné rudy, neželezných kovů, stavebních hmot, rašeliny. Celková výměra devastovaných ploch je uváděna kolem $2 \cdot 10^6$ ha. Celý rekultivační proces se dělí na dvě hlavní etapy: technickou a biologickou. V řadě ložisek, zejména při těžbě uhlí a rud jsou skrývkové horniny fytotoxické a proto se věnuje velká pozornost selektivnímu způsobu skrývání a překrývání těchto hornin.

Biologická etapa je závěrečnou fází rekultivačního procesu. V úrodných oblastech a tam, kde je nedostatek zemědělské půdy, se klade na první místo zemědělská rekultivace ploch. V lesním a z části lesostepním pásmu převládají lesnické rekultivace. Biologickou rekultivaci zajišťují příslušné zemědělské a lesní závody (Motorina, 1986).

2.1.1.4 Lesnické rekultivace v Polsku

Povrchově se zde těží mimo uhlí také zinkové a olovnaté rudy, vápence, rašelina apod.. Celková plocha určena k rekultivaci představuje zhruba 70 tis. ha, převážně po dobývání hornin. Hlavní důraz výzkumné činnosti je kladen na obnovení hospodářské užitkovosti devastovaných průmyslových ploch. V oblasti lesnické rekultivace výsypek bylo odstoupeno od etapy vysazování pionýrských dřevin (olše, bříza, topol) a byla vypracována metoda efektivního zalesňování výsypek produkčního typu na základě použití takových dřevin jako javor klen, modřín opadavý, dub zimní, jasan ztepilý a další. Dále byla zpracovaná technologie zakládání topolových porostů, a to pomocí řízků.

2.1.1.5 Lesnické rekultivace v Rumunsku

Devastovaná plocha představuje zhruba 50 tis. ha. Velký důraz je kladen na selektivní skrývku a ukládání substrátů a jejich technickou úpravu. Používá se úprava svahů ve formě teras, které slouží jako zemědělské plochy (vinohrady, sady, pole apod.). V menší míře je využíváno lesnické rekultivace s použitím jehličnanů (borovice černá, borovice lesní), (Štýs et al., 1981).

2.1.2 Lesnické rekultivace v České republice

a) Ostravsko karvinský revír

Dnešní rozloha revíru je více než 300 km². Těžba uhlí představuje 24.10⁶ t/rok. Jedná se o náš největší hlubinný revír

Hlavním problémem je tvorba poklesů půdy a v neposlední řadě tvoření odvalů z hlušin. Neodvodnitelné poklesy jsou využívány pro tvorbu nádrží.

Jako konečná fáze zahlazování následků dolování je biologická rekultivace. Zalesňování odvalů vyžaduje specifický přístup.

V extrémních podmínkách dochází až k 30-40% vylepšování výsadby. Hlušina totiž obsahuje téměř výhradně sedimentární horniny od ojedinělých slepenců, přes pískovce, prachovce, jílovce až po jílovité břidlice s různými stupni přechodných stádií. Téměř všechny tyto horniny vlivem atmosféry rychle zvětrávají a vytvářejí vyhovující substrát pro uchycení kultury. Chemické vlastnosti se mění značně. Vcelku je možno říci, že hlušina obsahuje nedostatek základních živin. Vodní režim je příznivý pro značnou pórovitost odvalů. Osvědčila se jamková výsadba lesních dřevin s výměnou půdy (Štýs et al.,1981).

b) Severočeský hnědouhelný revír

Jedná se o nejsilnější industrializovaná území ČR. Těžba uhlí lomovým způsobem se prolíná s ostatními průmyslovými závody a městy.

Je to naše největší hnědouhelná pánev. Centrální část pánve se nachází v dešťovém stínu Krušných hor.

Úhrn ročních srážek se pohybuje v rozmezí 450-500 mm, ve vegetačním období 300-330 mm, s roční teplotou 8,5°C.

Převážná část nadloží (80%) je tvořena šedými miocenními jíly. Základní složky tvoří kaolinit a illit s různou příměsí monmorillomitu. Z hlediska lesnické rekultivace jsou méně příznivé jíly s převahou kaolinitu, které jsou kompaktnější, těžko zvětrávající (Špiřík, 1973).

Z hlediska chemismu se vyznačují tyto jíly celkem dostatečnou zásobou hlavních živin, nízkým obsahem fosforu a dusíku. Půdní reakce je vesměs neutrální až mírně alkalická,

s průměrnými hodnotami pH 7,2. Problematikou lesnické rekultivace v SHR se výzkum zabýval již od roku 1957. Byla zkoušena celá řada technicko-biologických opatření a byly propracovány technologické postupy lesnické rekultivace.

Zvláště různorodost sypkých hornin na výsypkách a to písčitých až po těžké jíly, nutilo podřizovat výběr dřevin a keřů této skutečnosti. Na základě výsledků z četných sortimentních pokusů byly navrženy dřeviny a keře, které v první fázi lépe plní meliorační funkce a přispívají k urychlenému vzniku půdy. Nejlépe se přizpůsobily olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), olše šedá (*A. incana*), bříza bradavičnatá (*Betula verrucosa*), ptačí zob (*Ligustrum vulgare*), dub zimní (*Quercus robur*), dub červený (*Q. rubra*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor mléč (*Acer platanoides*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), jilm vaz (*Ulmus laevis*), modřín opadavý (*Larix decidua*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), borovice pokroucená (*P. contorta*), topoly, vrby a další (Špiřík, 1992).

Z technických opatření byl sledován vliv hloubkového kypření na zlepšení fyzikálních vlastností. Dobrých výsledků bylo dosaženo s vylehčováním miocenních jíků pískem a elektrárenským odpadem.

Zvýšená pozornost byla věnována přípravě výsypkových zemin před výsadbou, s použitím bylinných předkultur, mezikultur, jejich mulčování a zjišťování jejich vlivu na podporu ujmoutí a růstu testovacích dřevin. Ověřeno bylo hnojení kultur minerálními hnojivy. S úspěchem byla vyzkoušena výsadba obalovaných sazenic (Nilus).

V letech 1980-1990 se výzkum zaměřil na zintenzivnění rekultivačních postupů zvýšení dosud nízkého podílu mechanizace (strojové výsadby, mechanické ošetřování kultur, rotavátorování meziřad, chemické ničení plevelu přípravkem Rounup). Výsledky řešení prokázaly účelnost agropřípravy před výsadbou. Agropřípravou došlo i k pozitivním změnám fyzikálních vlastností především v povrchové vrstvě (Špiřík, 1973).

Velká pozornost byla věnována úpravě minerálně deficitních a fytotoxických zemin pro lesnické účely. Různé způsoby zalesňování jsou výzkumem dostatečně propracovány, prozkoušeny a výsledky využity v typizačních směrnících pro rekultivační praxi v SHR.

c) Sokolovský revír

Tento revír dostane mnohem podrobnější analýzu a to proto, že je spojen s tématem diplomové práce.

Je druhým nejvýznamnějším hnědouhelným revírem v ČR. Celá oblast sokolovské pánve představuje asi 150 km². Roční těžba uhlí představuje 14 mil. tun. Tato bude klesat, skrývka je plánována pod 50 mil. tun.

Klimatické poměry Sokolovska jsou dány geografickou polohou. Oblast SR je možno zařadit do mírně teplé oblasti.

Tab. č. 1: Průměrné teploty a srážky <<http://meteostanicesokolov.websnadno.cz>>

Měsíc	Průměrná teplota	Průměrný úhrn srážek
Leden	1,4°C	40 mm
Únor	0,8°C	38 mm
Březen	2,6°C	34 mm
Duben	6,8°C	44 mm
Květen	12,2°C	58 mm
Červen	15,6°C	66 mm
Červenec	16,6°C	78 mm
Srpen	15,6°C	76 mm
Září	12,3°C	47 mm
Říjen	7,3°C	45 mm
Listopad	2,5°C	42 mm
Prosinec	0,9°C	43 mm
Průměr	7,3°C	611 mm

Průměrný počet ledových dní 35 (méně než -0,1°C)

Průměrný počet arktických dní 2 (méně než -10°C)

Průměrný počet dní se srážkami 1 mm a více – 96 dní

Průměrný počet dní se srážkami 10 mm a více – 13,8 dnů.

Z hlediska pedologie je možno hodnotit výsypkové substráty jako antropogenní substráty terciárního či kvartérního původu. Substráty složené z kvartérních zemin vykazují příznivější hydro-pedologické a fyzikální vlastnosti než substráty z terciárních zemin.

Při hodnocení obsahu prvků min. povahy (Ca, K, Mg, P) je tomu naopak. Převládají cyprisové jíly, kde negativním prvkem je minimální příměs pískových frakcí (vysoký obsah jílové frakce pod 0,01mm – až 80%), takže zvětráváním vznikají poměrně bohaté, ale těžké půdy. Chemismus těchto substrátů vykazuje dostatek prvků minerální povahy, jak již bylo uvedeno. pH je neutrální až mírně zásaditá. Sorpční vlastnosti vykazují vysoké až velmi vysoké, nízký je obsah organických látek (0,7 – 3,2%) (Dimitrovský, Vesecký, 1989).

Z toho vyplývá, že je nutno obohacovat tyto substráty organickou hmotou a to především použitím melioračních dřevin.

Fyzikální a hydrologické vlastnosti substrátů – heterogenost struktury podmiňuje nestejný obsah půdního vzduchu a velmi rozdílnou infiltrační schopnost pro příjem srážkové vody.

Podobně jako v OKR, SHR a jinde byly lesnické rekultivace řešeny Generelem rekultivací a jeho upřesňováním. Jedná se o rekultivace nadúrovňových výsypek.

Technická příprava se skládá z úpravy výsypek a vysvahování. V případě fytotoxických zemín dochází k převrstvení těchto partií ornici, jinak není tohoto způsobu pro lesnické rekultivace užíváno z ekonomických důvodů. V současné době se klade velký důraz na řádné odvodnění. Neustále totiž dochází ke skluzům z důvodu zatížení stávajících výsypek při nedostatku výsypných prostorů.

Lesnická rekultivace je v sokolovském revíru nejčastějším druhem prováděných rekultivačních prací. V současné době je rekultivováno více než 1 800 ha. Podle způsobu založení rekultivačních lesních kultur jsou zde uplatňovány tři alternativy:

- Zakládání kultur pouze z přípravných dřevin.
- Použití cílových dřevin.
- Použití cílových a přípravných dřevin současně.

Z širokého sortimentu dřevin a keřů jsou v praxi uplatňovány tyto přípravné dřeviny: Olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), o. šedá (*A. Incana*) a různé kultivary topolů v kombinaci s olší.

Z hospodářsky cenných listnáčů:

Jilm horský (*Ulmus glabra*), jilm habrolistý (*Ulmus minor*), habr obecný (*Carpinus betulus*), lípa malolistá (*Tilia cordata*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor mléč (*Acer platanoides*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), dub letní (*Quercus robur*), dub zimní (*Quercus petraea*).

Jehličnany:

Borovice lesní (*Pinus sylvestris*), borovice černá (*Pinus nigra*), borovice Murrayova (*Pinus murrayana*), borovice vejmutovka (*Pinus strobus*), douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*), modřín opadavý (*Larix decidua*), smrk pichlavý (*Picea pungens*), smrk omorika (*Picea omorica*).

d) Jihomoravská lignitová pánev

Pokrývá nejjižnější část Dolnomoravského úvalu o rozloze 320 km². Nadloží kyjovské sloje je tvořeno propustnými horninami, mezi nimiž mají významné zastoupení eolické sedimenty, hlavně spraše a váté písky.

Nadloží dubňanské sloje je charakteristické zastoupením mohutných vrstev nepropustných jílových hornin, které jsou někdy kryty vátými písky. Jsou zde vyvinuty hlinité sprašové půdotvorné substráty s bohatou mineralogickou zásobou, nízkým obsahem humusu a neutrální reakcí. Na říčních náplavách jsou to převážně jílovitohlinité nivní půdy. Na dubňansku písčité, minerálně chudé půdy.

Na jedné straně se jako negativní jevy tvorby krajiny projevují odvaly na povrchu území z nadložních částí skrývky. Na druhé straně dochází k deformaci poddolovaného území, tvorba poklesů a propadlin. Vzhledem k tomu, že se jedná o zemědělsky produktivní území, jsou zde prováděny téměř výhradně zemědělské způsoby rekultivace. V případě lesnické rekultivace spolupracují důlní organizace s místními organizacemi Lesů České republiky.

e) Kamenouhelné doly Kladno

Jsou to hlubinné doly ve středních a západních Čechách. Z hlediska pedologie se jedná různé sedimenty, reprezentované sprašemi, vátými písky, sutěmi, svahovými hlínami atd. Samotná rekultivace je ovlivněna různými klimatickými a půdními podmínkami jednotlivých oblastí. Je snaha o řešení poklesů vodohospodářsky (pokud nejdou odvodnit). Druhý úkol je rekultivace odvalů převážně kuželovitého tvaru, zde bude nutná technická úprava a použití zvlášť odolných dřevin a keřů za pomoci přirozeného ozelenění (Štýs et al., 1981).

2.1.3 Vývoj rekultivace v oblasti sokolovského revíru

Koncepce zahlazování důlní činnosti SR do vyuhlení, která byla zpracována Báňskými projekty Teplice, pobočkou v Ostrově zahrnuje i lesnickou rekultivaci. Toto je upřesněno vždy v „Generelu rekultivací“, který byl zpracováván vždy na deset let a po pěti letech byl upřesňován. Rekultivační návrhy generelu jsou průběžně koordinovány se skutečnými postupy porubních front (Družba, Michal, Jiří, M. Majerové aj.) dokončováním jednotlivých etází vnitřních a vnějších výsypek a každoroční upřesnění je promítnuto do ročních plánů rekultivačních prací. Po ukončení období je generel vyhodnocen a případné nedokončené akce se promítnou do nového generelu.

Těžba uhlí, která v minulých letech představovala řádově 20 mil. tun, poklesla na cca 14 mil. tun. Skryvka nadloží z dnešních 60 mil. m³ bude rovnoměrně klesat až do vyuhlení.

Zbytkové jámy budou představovat výměru cca 1 100 ha a budou využity vodohospodářsky (zatopením nedosypaných vyuhlených lomů).

2.2 Klimatické podmínky v oblasti sokolovského revíru

Pro výběr dřevin domácích i introdukovaných na výsypkových stanovištích mají klimatické a mikroklimatické podmínky rozhodující význam. K méně důležitým faktorům ovlivňujících volbu dřevin a jejich flexibilitu (tolerance, odolnost) na výsypkových stanovištích patří i imisní zatížení (oxidem siřičitým, fluorem, dusíkem a prachem). Pro přehlednost uvádím v tabulce č. 2 (viz přílohy). Odchytky ročních úhrnů jsou vypočteny z dlouhodobého průměru srážek, který je pro tuto oblast 621mm. Průměrná teplota v oblasti SR je 6,8°C. Průměrná teplota za vegetační období je 13,7°C.

Množství oxidu siřičitého má po dobu 20 let téměř setrvalý stav a to 120 000t/rok. Zdravotní stav lesních kultur na výsypkách je po dobu řešení lesnické rekultivace v této oblasti uspokojivý (Dimitrovský, Vesecký, 1989).

Předpokládaný negativní dopad oxidu siřičitého, přicházející v úvahu ve formě kyselých srážek, na změnu pH není výrazný vlivem pufovitosti výsypkových zemin a zřejmě i rozptylem SO₂ v ovzduší. Charakteristickým rysem sokolovského klimatu je velký počet zamračených dní v roce (170) a dní s velkou oblačností a výskytem častých mlh. K poškozování asimilačních orgánů u listnatých a jehličnatých dřevin dochází především v období přisušku a zvýšené relativní vlhkosti vzduchu. Četnost intenzivních srážek zejména

ve vegetačním období eliminuje zhoubný vliv SO₂, fluoru a prachu rozdílné konzistence usazovaných na povrchu asimilačních orgánů. Redukce asimilační plochy vlivem výše uvedených průmyslových imisí je podmíněno ohořením (drsností) listů u jednotlivých dřevin. K největšímu poškození asimilačních orgánů dochází při atmosférických srážkách nízké intenzity od 1 do 3 mm za týden. K největším škodám asimilačních orgánů dochází při nárazových koncentracích SO₂ (Dimitrovský, 1987).

Vliv SO₂ na intenzitu fotosyntézy studovalo mnoho vědeckých pracovníků, většina z nich uvádí, že vlivem působení plynných fyto toxických látek dochází ke snižování intenzity fotosyntézy. Podle informací Odboru životního prostředí města Sokolova je největším problémem v oblasti SR množství spadlého pevného úletu z průmyslových závodů a lokálních topenišť. Pro ilustraci uvádím množství spadlého popílku na 1 obyvatele u nás a v některých evropských zemích:

Tab. č. 3: Množství spadlého popílku (Dimitrovský, 1987)

Stát	Kg/ 1 obyvateľ	t/km ²
ČR	727	8,2
SRN	194	4,6
V. Británie	175	3,9
Belgie	133	4,2
Polsko	177	1,8

Hlavní roli má schopnost regulace výměny vzduchu cestou změny otevření a schopnosti protoplazmy odolávat toxickému působení SO₂. Důležitá je taky schopnost listnatých a jehličnatých dřevin pohlcovat plynné imise. Výzkumy potvrzují, že největší schopnosti pohlcovat SO₂ má dub letní (*Quercus robur*), javor mléč (*Acer platanoides*), bříza pýřitá (*Betula pubescens*), javor jasanolistý (*Acer negundo*), čička obecná (*Caragana arborescens*), trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), topol kanadský (*Populus canadensis*), lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*).

Z jehličnatých dřevin pěstovaných v Sokolovském revíru. Borovice Murrayova (*Pinus Murrayana*), borovice těžká (*Pinus ponderosa*), borovice blatka (*Pinus mugo mugus var. uncinata*), borovice černá (*Pinus nigra*), smrk omorika (*Picea omorica*), smrk pichlavý (*Picea pungens*) a douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*). Tyto údaje se shodují s výsledky anatomicko-morfologických sledování listů (naklonění listů je překážkou pronikání SO₂ do mezofylu). Toleranci dřevin listnatých a jehličnatých ovlivňuje SO₂, fluor a prach, který může

rovněž snižovat nebo zvyšovat trofnost stanoviště. Pronikavě se na zvyšování tolerance kromě jiného projevuje dostatečný obsah Ca, Mg a N v půdních substrátech na výsypkách.

2.3 Geologicko-petrografické podmínky

Antropogenní půdní substráty na výsypkách SR jsou složeny z terciálních miocenních jílu cyprisové a vulkanodetritické série. Závěrem výzkumných poloprovozních a provozních šetření byla snaha zodpovědět na tyto otázky:

- a) Poskytuje primární potenciální úrodnost skrývaných nadložních horninotvorných jílu různých forem zpevnění (kompaktní jíly, jílové břidlice, jíly s lístkovitou odlučností, erbranty) základní životní podmínky pro růst a vývoj dřevin
- b) Jak se projevuje časová posloupnost procesu desagregace (zvětrávání hornin – zemin) na změnu půdní chemie, půdní fyziky a zejména hydrologie na vývoj dřevin, případně keřů
- c) Které z jílových minerálů (kaolinit, montmorillonit, illit) mají limitující význam pro vypracování teorie výživy pěstovaných dřevin
- d) Jaký je vliv proto-pedoprofilů na tvorbu a morfologii kořenových soustav dřevin (Dimitrovský, 1970)

Výše uvedené otázky byly řešeny VÚM Praha v rámci výzkumu rekultivační problematiky.

Z potřeb zaměření dané problematiky vyjímám:

- 1) Geologicko-petrografická příslušnost antropogenních půdních substrátů na výsypkových stanovištích je rozhodujícím faktorem. Pro tvorbu půdy v genetickém pojetí a v návaznosti na prováděná rekultivační opatření je důležité získání stabilizované trofnosti půd na těchto nelesních stanovištích. Kvantitativní zastoupení základních živin minerální povahy (Ca, K, Mg, P) je s výjimkou fosforu dostatečné a splňuje předpoklady pro vznik minerálně bohatých lesních půd viz. tabulky č. 4, 5, 6, 7 (přílohy). Rovněž nezanedbatelný je i obsah organické půdní složky autochtonního limnického původu.
- 2) Proces desagregace (zvětrávání) zpevněných forem jílu se nepříznivě projevuje na půdní fyziku a hydrologii (ubývání makropórů, zvyšování jílové frakce a tím i snižování infiltrace). Na rozdíl od rostlých půd je u proto-pedoprofilů infiltrace vody

v kapalně fázi funkcí struktury nikoli množství jílové frakce. Na základě celé řady analýz bylo zjištěno, že některé formy zpevněných jílu (jílovité břidlice, jíly lístkovité) mají i po desegregaci schopnost vytvořit původní strukturní asociaci. Zpětná tvorba struktury je podmíněna obsahem minerálů typu illitických a částečně montmorillonitických (Jonáš, Dimitrovský, 1972).

3) Specifické půdní substráty jílovité povahy na výsypkách předznamenávají:

- U všech dřevin a keřů bez rozdílu nízký stupeň vertikálního prokořenění (max. 140 cm). Při šetřeních vývoje kořenové soustavy u zájmových dřevin byla věnována pozornost těmto modelovým dřevinám: borovice černá, olše lepkavá. Podrobná analýza této otázky je obsahem samostatné kapitoly 3.6 Vývoj kořenových soustav u modelových dřevin (olše lepkavá, borovice černá).
- Stupeň desagregace (slabý, střední, silná) se výrazným způsobem podílí na množství makropórů, jež jsou preferenčními cestami pro vodu a tím pro rozložení vlhkosti ve směru vertikálním. Odlišná pedologická charakteristika kvartérních a terciérních zemin podmiňuje i odlišný výběr druhů dřevin a tím i způsoby zakládání lesních porostů na odvalech nebo na výsypkách (Špiřík, 1973).

4) Zvětrávacím procesem u kvartérních půdních substrátů dochází ke zlepšování chemických a hydropedologických vlastností u půdních substrátů z terciérních zemin mnohdy ke zhoršení fyzikálních a hydropedologických vlastností. Především tomu tak je u předmětných cyprisových jílu. V počátečním stavu rekultivace mají kvartérní a terciérní zeminy společného jmenovatele, a to velmi nízký stupeň mikrobiologické aktivizace v důsledku nedostatku energetického materiálu, tj. aktivní organické půdní složky (humusu), (Jonáš, Dimitrovský, 1972).

2.4 Chemismus antropogenních půd v oblasti sokolovského revíru

Množství a charakter biogenních makroprvků a mikroprvků v antropogenních půdních substrátech je ovlivňován celou řadou faktorů. Poznání vzájemné interakce a afinity jednotlivých prvků se všem hlavními složkami substrátů je pak hlavním předpokladem k pochopení distribuce a koloběhu prvků v povrchových a podpovrchových vrstvách substrátu.

Primární chemismus skrývaných nadložních zemin ukládaných na odvalech nebo výsypkách ovlivňuje i chemismus vznikajících půd. Pro přehlednost uvádím základní

chemické složení antropogenních substrátů ve všech hlavních uhelných revírech podle jednotlivých autorů:

Tab. č. 8: Složení antropogenních substrátů (Dimitrovský, 1975)

	OKR J. Kubíček (1975)	SHR F. Jonáš (1975)	SR K. Dimitrovský (1975)
	Šedé břidlice a lupky	Šedé jíly	Jíly cyprisové a vulkanodetritická série
	Výluh ve 20% HCl – údaje v %		
CaO	0,45	0,64	0,89
K ₂ O	0,29	0,28	0,73
MgO	0,40	0,52	1,30
P ₂ O ₅	0,25	0,08	0,15
SiO ₂	0,20	0,26	0,31
Al ₂ O ₃	6,72	6,77	7,41
Fe ₂ O ₃	8,58	3,55	7,31

Porovnáním výše uvedených průměrných hodnot základních chemických prvků minerální povahy zjistíme některé menší či větší rozdíly, jež jsou výrazem geologicko-petrografického složení karbonských (OKR) nebo terciérních (SHR, SR) zemin. pH u šedých jílu a jílu cyprisové a vulkanodetritické série (SHR, SR) je neutrální až mírně zásaditá. Z tabulárního přehledu je zřejmé, že obsah základních živin minerální povahy je u převážné části antropogenních půd dostatečně zastoupena s výjimkou fosforu a organické půdní složky autochtonního a alochtonního původu.

Jíly šedé a žluté (SHR), jíly cyprisové a vulkanodetritické (SR) řadíme do kategorie půdních substrátů se sorpcí vysokou až velmi vysokou.

Sorpční vlastnosti kvartérních a terciérních zemin v hlavních uhelných revírech ČR:

Tab. č. 9: Sorpční vlastnosti v hlavních uhelných revírech (Dimitrovský, 1975)

Ø hodnoty	Oblast OKR (mlekv/100g)	Oblast SHR (mlekv/100g)	Oblast SR (mlekv/100g)
S	6,10	21,30	24,20
T	8,40	30,04	32,60
V	72,00	93,10	96,55

S.....obsah výměnných půdních bází

T.....maximální sorpční kapacita

V.....stupeň sorpční nasycenosti půdy (zeminy)

Volbu tohoto srovnání jsem použil záměrně a to z důvodů lepšího pochopení rozdílnosti chemismu půdních substrátů v hlavních uhelných revírech ČR.

2.5 Fyzikální a hydro pedologické vlastnosti antropogenních půd

Výzkumy posledních let jednoznačně prokázaly, že limitujícím faktorem při rekultivaci antropogenních půd jsou fyzikální a hydro pedologické vlastnosti.

Charakteristickým rysem všech druhů a typů těchto půd je porušená a tím i velmi proměnlivá struktura. Heterogenost struktury podmiňuje nestejně zastoupení vysokého množství nekapilárních pórů (puklin), nestejně obsah půdního vzduchu s velmi rozdílnou infiltrační schopností pro příjem srážkové vody jako rozhodujícího zdroje půdní vláhly pro potřebu pěstovaných dřevin a keřů (Dimitrovský, 1975).

Primární, vesměs heterogenní struktura zemin, uložených na odvalech, nebo na výsypkách velmi pronikavě ovlivňuje výběr dřevin a způsob založení porostů.

Zvětrávání zemin terciárního nebo kvartérního původu probíhá nerovnoměrně v povrchových vrstvách zkoumaných půdních profilů (výsypky Vilém, Dvory, Gustav, Antonín). Kromě biotických a abiotických činitelů má na zvětrávání různých forem zpevnění

a geometrických tvarů zemin podstatný vliv jejich mineralogické složení i obsah fosilních autochtonních, alochtonních látek. Se zvyšujícím se obsahem fosilních látek se zmenšuje intenzita zvětrávání. Rozpad původní struktury v podpovrchových vrstvách (pod 30 cm) probíhá velmi pomalu, především u půdních profilů složených z terciérních miocenních jílu (šedé jíly, jíly cyprisové a vulkanodetritické série).

Ke zvýšení zvětrávání podpovrchových vrstev profilů dochází při častém opakování hydrotermických změn, tj. střídání procesů hydratace a dehydratace.

Z rekultivačních hledisek je intenzita zvětrávání velmi důležitou fyzikální charakteristikou ovlivňující půdní fyziku a hydropedologii (Jonáš, 1972).

Obsah půdního vzduchu u antropogenních půd je fyzikální veličinou velmi proměnlivou. Množství půdního vzduchu je v podstatě dáno množstvím makropórů (puklin) jak v povrchových, tak i v podpovrchových vrstvách půdních profilů. Heterogenní strukturální stav a nerovnoměrné rozdělení vzduchu v těchto vrstvách půdních profilů na odvalech, haldách či výsypkách podmiňuje i nezákonitou infiltrační schopnost. Výskyt puklin (makropórů) na výsypkách bez ukončeného rekultivačního cyklu, cca mladších 25 let, je zcela charakteristický. Jejich množství, velikost a geometrické tvary jsou podmíněny:

- a) způsobem zakládání výsypek
- b) primární strukturou zemin v nadloží
- c) stupněm desagregace v procesu jejich rekultivace
- d) skladbou pěstovaných taxonů

V našem případě se makropórem rozumí půdní trhlina zřetelně viditelná pouhým okem. Zcela specifické fyzikální a hydropedologické vlastnosti antropogenních půd kvartérního a terciérního stáří podmiňují odlišný vývoj kořenových soustav u všech dřevin a keřů a hloubky prokořenění profilu, vyjádřené na objemovou hmotu půdního materiálu. Dlouhodobý výzkum tvorby kořenových soustav u listnatých, jehličnatých dřevin a keřů stanovené úplným vertikálním a horizontálním odkryvem na všech typech recentních útvarů výsypek mladých, středně starých a starých tyto skutečnosti plně potvrdil (Jonáš, 1972).

2.6 Zavádění cizích dřevin – introdukce

Jinou cestou ke zvýšení produktivity našich lesů je introdukce, tj. zavádění cizích dřevin čili exot. Exoty v úzkém slova smyslu rozumíme dřeviny zanesené do území, ve kterém

v přirozených porostech scházely, přes hranice původního areálu (např. modřín v Čechách, smrk v nejteplejších oblastech Čech apod.).

2.6.1 Historie introdukce

Zavádění cizích dřevin do lesa má své dlouhé dějiny, které se vyznačují údobími horečné činnosti a zase dlouhými obdobími stagnace a klidu. První cizí dřeviny se k nám dostaly už v 16. a 17. Století, většinou ze Severní Ameriky. Byly však vysazovány hlavně v botanických zahradách, tzv. arboretech, a pro okrasu parků a sadů feudálních sídel. Jejich pěstování bylo spíše zálibou a nesledovalo tehdy žádné hospodářské cíle. Koncem 18. století nastal pod tlakem hrozící nouze o dřevo zájem o zvláště rychle rostoucí dřeviny a částečně i z jiných hospodářských důvodů větší zájem o pěstování exot. Pokusy byly však konány neplánovitě, bez ohledu na nároky cizích dřevin na půdu a klima. Sázely se mnohde stovky druhů tak, jak rostliny nebo semeno právě došlo, divoce pomíšeny. Nutným následkem byly těžké neúspěchy. Někteří lesníci proto právem odmítali tento postup jako „módní bláznění“, jakým tehdy skutečně bylo. Přesto však už z té doby zůstaly některé náhodně zdařilé pokusy, např. staré vejmutovkové porosty v jižním Německu. Všeobecně však končilo celé toto hnutí, podporované často reklamou, velkým neúspěchem.

Nový popud k zvýšenému pěstování exot dal na konci 19. století majitel školek John Booth (u Hamburku), který měl starší kultury amerických jehličnanů a který zvláště doporučoval douglasku. V roce 1880 již měly lesnické výzkumné ústavy ve svém pracovním programu pěstování 18 zvláště povolených exot a tak byly provedeny na četných místech střední Evropy pokusy s jejich pěstováním, většinou na malých plochách. O něco později vystoupil také prof. M. Mayr (1906), opírající se o své zkušenost z cest po cizině, s propagací pěstování cizích dřevin a stanovil pro ně směrnice. Vyslovil též zásadu, že exoty možno kultivovat jen v územích, které jsou klimaticky analogií rodně země dané dřeviny.

Tato teorie H. Mayra však byla pěstební praxí poražena už v době publikování jeho knihy. Tento názor by byl správný jedině tehdy, kdyby naše planeta neprožila geologickou historii a samy dřeviny mohly jednou provždy existovat jen v úzkých hranicích některých území s neměnnými přírodními podmínkami. Avšak rozšíření dřevin na zemi zrcadlí také historii jejich rozsídlení po geologických převratech a v poledové době. Klima má ovšem ohromný vliv na rozšíření dřevin, nesmíme však přehlížet ani jejich historii.

Čím nestálejší byly životní podmínky určité rostliny během jejího vývoje, tím je rostlina pružnější, tím schopnější přizpůsobovat se kvalitativně novým podmínkám života. Naopak poměrná stálost vnějších podmínek vytváří stálost druhů ve všech jejich morfologických a fyziologických zvláštěnostech a velkou konzervativnost jejich znaků. Protože vysoce organizované formy rostlin prošly ve svém historickém vývoji značně většími a častějšími změnami než formy nízce organizované, jsou také všeobecně plastičtější a mění se rychleji než nižší.

Mayrova teorie neutralizace nepočítá s plasticitou organismů, jejich schopností přizpůsobovat se novým podmínkám vnějšího prostředí. Odporuje jí také celá praktická činnost člověka – vytváření kulturních rostlin a kultury rostlin daleko za hranicemi jejich přirozeného areálu (Svoboda, 1953).

2.6.2 Aklimatizace dřevin

Aklimatizací označujeme proces přizpůsobení rostlin prostředí, které se svými existenčními podmínkami liší od podmínek prostředí, ve kterém se vytvořila dědičnost těchto rostlin v jejich domovině. Aklimatizací bude tedy pěstování rostlin pocházejících z teplé subtropické oblasti v nových oblastech, např. lesostepi, v pásmu smíšených lesů a podobně, kde jsou mnohem drsnější klimatické podmínky, jiné půdy, jiný poměr délky dne a noci. Prostý přenos rostlin do analogických podmínek není aklimatizací, nýbrž naturalizací.

Otázkou aklimatizace se zabýval již Darwin; uvádí četné příklady, které dokazují, že aklimatizace je možná. Vědecký podklad pro ni ale dal teprve I.V. Mičurin, který aklimatizaci dřevin věnoval mnoho pozornosti a objasnil tu význam přímého působení prostředí na organismy; vypracoval pak úspěšné metody aklimatizace jižních odrůd v severnějších územích. Tato metoda tkví ve vypěstování rostlin ze semene, přetváření povahy rostlin výchovou od vyklíčení do úplné dospělosti (postupné otužování) a ve výběru semenáčů na odolnost k mrazu a to postupně v každé generaci za stále drsnějších podmínek.

Takovou postupnou aklimatizací posunul hranici pěstování meruňky daleko na sever, vytvořil tak „severní meruňku“. Použil pecek ze semenáčů rostoucích poblíže Rostova na Donu. Pecky nejlepšího semenáče byly sety 300 verst (cca. kilometrů) severněji. Zde se udržel jeden semenáč, jehož 40 pecek bylo vyseto opět 300 verst severněji. Z těchto 40 pecek se uchytil jeden odolný semenáč, který byl výchozím exemplářem mladé odrůdy „severní meruňky“; z ní pak vzniklo několik odrůd meruňky, vhodných pro severské kraje.

Základní zkušenosti z těchto aklimatizačních pokusů lze shrnout takto:

1. Přenos starých sort ovocných dřevin sazenicemi, řízků, hříženci do nových území nemá vyhlídky na úspěch, s výjimkou případů, že taková sorta měla už v domovině nutné dědičné vlastnosti, např. odolnost k zimě, mrazu apod.
2. Novou rostlinu možno aklimatizovat jen výsevem semen, jsou-li semena sebrána z dobrých matečných rostlin.
3. Plané (čisté) druhy s omezeným přirozeným areálem se aklimatizují těžce a zřídka v nových zeměpisných oblastech, odchylných svými podmínkami od domoviny druhu.
4. Rostliny dlouho kultivované na rozlehlém území se aklimatizují v nových podmínkách lehčeji, když se vyberou správné matečné rostliny.
5. Každá rostlina přivyká lehčeji novým existenčním podmínkám v mládí, když je pěstována ze semene.
6. Snadno se aklimatizují rostliny vypěstované z hybridních semen nebo ze semen sebraných z matečných rostlin v prvních letech plodnosti. Rostliny ze semen starších stromů se v nových podmínkách aklimatizují obtížněji.
7. Zvláště snadno a úspěšně se aklimatizují v novém území rostliny ze semen vzniklých křížením různých druhů nebo vzdálených odrůd. Proto je nejspравnějši spojovat křížení a aklimatizaci kříženců v nových podmínkách.

I. V. Mičurin dokázal posunutím hranic četných druhů k severu, že tato teorie aklimatizace je správná, že aklimatizovat jižní dřeviny v nových územích je zcela možné, když se správně postupuje. Dokazují to ve velkém zkušenosti pokusných stanic v bývalém SSSR, jimž se podařilo uplatňováním této teorie posunout řadu jižních odrůd hromadně o sta kilometrů na sever a to během 2 – 3 desetiletí.

Tyto zkušenosti jsou použitelné ovšem i pro aklimatizaci lesních dřevin – k posunutí některých druhů k severu nebo naopak do oblastí stepních a umožňují obohatit naše lesy novými cennými odrůdami a druhy.

Z tohoto hlediska musí být také revidováno dosavadní pěstování cizích dřevin, podle nich je třeba posuzovat jejich semeno. Je třeba dělat rozdíl mezi semenem, které bylo získáno v našich porostech a semenem dovezeným přímo z domoviny dotyčné cizí dřeviny a tu zase počítat s jejími různými klimaty (Svoboda, 1953).

Mnohé exoty prodělaly totiž tuto postupnou aklimatizaci. Byly prvně dovezeny většinou do Anglie a Francie a teprve semene zde vzniklého, a to už v prvních letech plodnosti, bylo použito pro další kulturu ve střední Evropě. Výsledky kultur z takového semene budou nutně jiné než při použití semene, dovezeného přímo z původní oblasti rozšíření, ale i tu výsledky

budou rozmanité, podle toho, ze které části areálu semena pocházejí. Dokazují to četné pokusy a zkušenosti. Tak například v rozsáhlých pokusech se smrkem sitkou v Dánsku bylo zjištěno, že sorta z Oregonu a Washingtonu nesnáší dánskou zimu, sorta z Aljašky je k zimě odolná, má dobrý habitus, ale roste zprvu velmi pomalu. Nejlepší sadby však vznikly ze semene, které bylo sklizeno ze zdravých stromů pěstovaných v Dánsku, čili již částečně aklimatizovaných. Podobné zkušenosti byly získány u borovice. Také při pokusech s ořešákem královským v okolí Moskvy se ukázalo, že k zimě nejodolnější sazenice vznikly ze semene jižnějších oblastí a to jak kulturní oblasti, tak přirozeného areálu, byly daleko citlivější a často nepoužitelné.

V Leningradě v pokusech vymrzal akát soustavně po řadu let, nakonec se však otužil tak, že tu kvete a plodí. Semena takových aklimatizovaných dřevin budou ovšem dávat pokolení značně odolnější než semena získaná v jižnějších oblastech výskytu nebo kultury.

2.6.3 Výsledky introdukce

Polanský et al.(1955) uvádí, že cizokrajné dřeviny v našich lesních porostech zaujímají jen nepatrnou rozlohu, která se skládá většinou z malých porostů, kde je cizokrajná dřevina přimíšená k našim dřevinám většinou jen jednotlivě anebo v malých skupinkách.

Cizokrajné dřeviny jsou rozšířené skoro ve všech našich lesních porostech, ale v největší míře se vyskytují v lesích středních Čech. Nejrozšířenější je douglaska a vejmutovka. Převládají většinou mladé porosty do 20 let, které zaujímají polovinu všech porostů s exoty (Polanský et al., 1955).

Četné případy úspěšného zavedení nových dřevin cizích nebo z jiného území do střední Evropy dokazují, že v mnoha případech se mohou dřeviny lehce a rychle přizpůsobit novým existenčním podmínkám. Bylo dokonce pozorováno, že nová dřevina v novém území kultury rostla někdy dokonce lépe než ve své domovině (modřín, amurský korkovník atd.).

Zřejmě semena sebraná v určitém území mohu dát v některých případech rostliny životnější a silně rostoucí nejen v podmínkách, ve kterých byla semena sebrána, ale i v jiných, někdy zeměpisně velmi vzdálených.

Dnes lze uvést mnoho příkladů, které dokazují, že dřevina za hranicemi svého přirozeného areálu může růst velmi úspěšně.

Domovinou akátu v USA jsou území při Atlantském oceánu, do střední Pensylvánie do JZ Indiany a Arkansasu, a na jih do severní části Georgie, v mezích od 40° do 33° s. š. V Evropě

však akát našel druhou domovinu v jižní polovině evropské části Ruska, v Maďarsku, Rumunsku, Čechách, Slovensku ve značně severnějších šířkách, od 45° do 50°s. š., a přitom v územích velmi vzdálených od vlivu oceánů. Akát se stal v Evropě zdomácnělou dřevinou, takže často Američané kupovali jeho semeno v Evropě pro kulturu v USA.

Podle Mayrových představ by musely jižní druhy přenesené do severnějších šířek především vymrzat. Avšak spolu s fakty, které dokazují, že introdukci četných dřevin na sever klade meze tepelný faktor, je i mnoho případů, kdy se rozpětí tepelných výkyvů odráží nepříznivě především na dřevinách místních a nikoli cizích. Ve výjimečně tuhé zimě 1928/29, kdy mrazy ve střední Evropě dosahovaly až -45°C, vydržela řada jižních exot výjimečně mrazy lépe než místní dřeviny. Tak na Ukrajině dub, existující již tisíciletí v lesostepním pásmu a sahající do jižní poloviny pásma tajgy, trpěl více než americký černý ořech; domácí jasan více než jasan mandžuský. V této zimě bylo pozorováno v Polsku hromadné hynutí platanů (exota z jihu), jichž zašlo 35% silných kmenů, ale přitom místní buk zahynul z 50%. Také u nás byly pozorovány velké škody na domácích dřevinách, buku, jasanu atd. Z exot trpěl americký červený dub značně méně než místní duby. Americký akát, ačkoli mrazy trpěl, přece ne více než místní jasan a javory. Nejvíce tu trpěla těmito mrazy zase dřevina domácí a to jedle. Některé exoty vůbec neutrpěly, např. cizí modřín, u jiných byly škody nevelké, jako u *Abies concolor*, *Pseudotsuga menziesii*, kdežto u bělokoré byl pozorován silný pokles průměrné tloušťky letokruhů. V Maďarsku v této drsné zimě vydržela americká *Pinus flexilis*, třebaže tato dřevina roste ve vyšších místech, ale v jižním klimatu zabíhá do Kalifornie a Arizony.

Ačkoli douglaska byla přenesena z Ameriky do Evropy z území, které má daleko vyšší roční množství srážek (1500 – 2500), přece roste v západní a střední Evropě často lépe než místní dřeviny nejen při 700, ale i při 600 – 500 mm ročních srážek. Kromě toho výjimečně suché léto roku 1911 přečkala ve Württembersku lépe než místní smrk.

Ekologické vlastnosti četných exotických dřevin jsou značně širší, než by se dalo soudit podle areálu jejich původního rozšíření.

Taxodium distichum bylo v třetihorní době silně rozšířeno v Evropě, avšak vymřelo tu a uchovalo se jen na jihu USA. Pokusy se zavedením do kultury ukázaly, že může růst i v parcích ve Švédsku (i u nás) a roste přitom dobře i na jiných půdách. V době silných mrazů v květnu r. 1935 v Anglii byly mnohé místní dřeviny poškozeny, ale tisovec dvouřadý zůstal většinou nepoškozen.

Jírovec pochází z teplého Balkánského poloostrova, a přece dobře snáší nízké teploty severních šířek a je jednou z dřevin, která odolává zimě v parcích Leningradu.

Tyto případy také ukazují nesprávnost představy, že by každá dřevina za hranicemi svého přirozeného rozšíření musela růst hůře než v domovině. Americký smrk sitka dává v Anglii rekordní hmoty, přesahující někdy hmoty jeho porostů v domovině. Vřesoviny SZ Evropy, které se počítaly mezi nejméně produktivní půdy, jsou pro sitku tak příznivé, že tato dřevina dává tu i na podzolovaných půdách se železicem přírůst neznámý u místních dřevin.

Některé dřeviny po přenesení do jiného klimatu nejen svůj růst nezhoršují, ale naopak zlepšují. *Salix viminalis* (v. košíkářská) ze Sibíře, přenesená z Omsku do Leningradu a vysazená řadovitě s vrbou téhož druhu, pocházející z leningradské oblasti, rostla 1,5krát rychleji než domácí. Vejmutovka ve Švýcarsku dává místy větší přírůst než ve své domovině.

Nelze ani tvrdit, že dřeviny přenesené za hranice svého přirozeného areálu musí nutně trpět různými škodlivými činiteli a nemocmi silněji než místní dřeviny. Zde mohou nastat dva případy. V některých případech trpí totiž exoty silněji než domácí druhy např. houbovými nemocemi (vejmutovka v Evropě), ale existují i případy opačné. Exota se zbavuje všech škůdců, které ji v domovině chronicky doprovázejí, akát v USA poškozují *Cyllene robiniae*, kdežto v Evropě tímto škůdcem netrpí.

Pokusy se zaváděním nových dřevin nutno tedy spojovat s jejich selekcí, neboť nejčastěji většina nových dřevin má široké rozpětí v měnivosti a odolnosti k zimě, v síle a mocnosti růstu a celkové životnosti v nových existenčních podmínkách.

Vedle exemplářů dobře přizpůsobených novým podmínkám stanovištním jsou tu často exempláře, kterým se daří hůře než v domácích podmínkách, mají pomalejší růst a menší odolnost k zimě, snadno churavějí. V některých případech proces aklimatizace zaváděné dřeviny v nových stanovištních podmínkách je dosti dlouhý, pokud tu přirozený výběr nemůže nakupit dostatečné množství biotypů lépe přizpůsobených těmto podmínkám. Proces navykání může být tedy podstatně zkrácen a uspíšen vhodným výběrem takových biotypů.

Při zavádění nových dřevin je tedy především nutno počít s sortového výběru biotypů nejlépe přizpůsobených novým stanovištním podmínkám, tj. rostlin životaschopných, s rychlým růstem, odolných k mrazu, škůdcům a nemocem, s přímými kmeny, málo větvitých apod. Tento výběr je nutno provádět ve školkách mezi semenáčky a sazenicemi nových dřevin a v jejich sadbách (Svoboda, 1953).

Vybrané rostliny nové dřeviny je účelné vysadit ve zvláštním semenném porostu, vytvořeném v dobrých stanovištních podmínkách na způsob sadu.

Pro uspíšení procesu aklimatizace (navykání) nové dřeviny v kultuře je nutné dobře dobré křížové opylení mezi nejlepšími vybranými biotypy. Proto je třeba sázet semenné porosty matečné rostliny ve skupinách, nikoliv jednotlivě. V dnešní praxi se nezřídka sbírají semena

z jednotlivě stojících stromů v parcích. Rostliny z takových semen mají sníženou životnost. Tento jev byl pozorován u mandžuského a amerického ořechu. Rostliny vždy hůře a mnohé z nich rychle hynuly a nemohly se životností vyrovnat rostlinám vzniklým z křížového opylení.

Pro další pěstování nové dřeviny se doporučuje sbírat semena v kulturách s větším množstvím stromů nové dřeviny (kde je zabezpečeno křížové opylení mezi nimi), v nejproduktivnějších typech lesa. Takových sadeb musí být využíváno jako semenných porostů. V nich je účelná, zvláštní výchova, odstranění stromů špatných, aby neopylovaly ostatní lepší stromy a nekazily celou populaci.

Uskutečnění těchto směrnic pro sortový výběr lepších biotypů nové dřeviny, jejich nakupení v matečnicích a zabezpečení křížového opylení mezi nimi pro další rozmnožování a to již semeny místního původu, dovoluje úspěšně a v krátké době řešit úkol aklimatizace každé cenné dřeviny.

2.6.4 Důvody introdukce

Názory o vhodnosti zavádění cizích dřevin do našich lesů se silně rozcházejí. Účelně je však zavádět exoty v těchto případech:

1. Když rychlost exot a jejich hmotná produkce převyšuje výnosy místních dřevin (modřín, douglaska, vejmutovka, kanadský topol, akát apod.)
2. Když je dřevo exot jakostně lepší než dřevo domácích dřevin
3. Když dávají nějaké cenné produkty, které nejsou schopny poskytnout místní dřeviny, např. plody (ořechy, limba, kaštan jedlý), oleje, tříslo aj.
4. Mohou-li zlepšovat dané pěstební prostředí ve větší míře než místní dřeviny (borovice černá na krasových půdách, banksovka, dub červený na písčitých půdách, různé topoly při nadbytečné vlhkosti).
5. Když mají takové cenné pěstební vlastnosti, které jim umožňují existenci za zvláště nepříznivých podmínek lépe, než některým místním dřevinám.

Také některé exoty snášejí lépe sucho než dřeviny místní (např. oblasti stepní jilm turkestánský, americký jasan zelený aj.) některé méně trpí mrazy (*Fraxinus americana* ve srovnání s *Fraxinus Excelsior*). Některé exoty rostou dobře na zabahněných místech, některé trpí méně sněholalmem (vejmutovka, Murrayovka).

Exoty mohou být také užitečné, jsou-li odolnější proti houbovým nemocem a vzdorují-li lépe napadení škodlivým hmyzem a jinými živočichy. Borovice Murrayova netrpí sypavkou. Americký dub červený trpí méně padlím. Borovice černá trpí při pěstování na pohyblivých písčích Ukrajiny škodlivým hmyzem méně než obyčejná apod. (Svoboda, 1953).

Otázka pěstování cizokrajných dřevin v lesích se nastolila asi před 300 lety, kdy se nadměrnou těžbou začal pociťovat nedostatek dřevní hmoty. Exoty se dále měl rozmnožit počet druhů lesních dřevin v Evropě, kde zejména pro určité zvláštnosti v geologickém vývoji bylo těchto dřevin velmi málo (Polanský et al., 1955).

2.6.5 Metody a druhy introdukce

Metody introdukce je možno rozdělit na 2 základní skupiny: na metody přímé, prostou introdukcí, tedy introdukcí existujících druhů bez předběžné změny jejich vlastností (povahy), a metody introdukce spojené s předběžným působením na zaváděné druhy, tedy introdukcí spojenou s přetvářením jejich původních vlastností (složitá introdukce).

Při přímé introdukcí se obvykle vyzdvihují dvě hlediska:

- První zdůrazňuje nutnost předběžného pokusu a následujícího výzkumu jeho výsledků.
- Druhé opačně žádá předběžný výzkum objektů introdukce a teprve po něm pokus.

Náhodná a nesoustavná introdukce, jaká byla doposud pravidlem v lesním hospodářství a v níž se dělaly pokusy, dokonce často bez dalšího, zhodnocení výsledků, byla ovšem velmi primitivní, přesto však přinesla mnoho zkušeností, neboť byl založen velký pokus s velmi rozmanitými dřevinami; zkušeností lze v budoucnu využít i pro výzkum možností další introdukce i jako zdroje pro získání materiálu pro další množení exotů. Mnohé exoty dokonce zdomácněly v některých krajinách tak, že je už jako cizí ani necítíme (akát, jírovec, některé javory, jasany apod.).

Jasná je ovšem účelnost a nutnost předběžného výzkumu vlastností a potřeb zaváděných dřevin a jejich stanovištních podmínek v hranicích přirozeného areálu. Tento výzkum je ovšem třeba provádět všestranně a s přihlédnutím ke komplexnímu působení jednotlivých činitelů i možnostem vzájemného vlivu při jejich působení. Stavět obě metody do protikladu, totiž pokus a předběžný výzkum zaváděných rostlin a jejich prostředí, je ovšem chybou, naopak jedno musí doplňovat druhé a obě metody si musí navzájem pomáhat.

Při introdukci můžeme použít těchto metod (způsobů):

1. Introdukce z areálu dřeviny přímo do kultury v žádaném území, na příklad douglasky nebo vejmutovky ze semene dovezeného z Ameriky. Jednoduchost a láce této metody umožňuje její široké využití a je to také jedna z dosud nejobvyklejších metod.
2. Introdukce s předběžným výzkumem dřeviny ve školkách a pak v porostech na nevelkých plochách. Přitom se ovšem pracuje často s náhodnými půdními podmínkami, na volné ploše, tedy v podmínkách, které mnohým z těchto dřevin nevyhovují.
3. Introdukce prováděná postupnou aklimatizací, která tkví v tom, že se daná dřevina pěstuje postupně na více místech, která mají přechodné stanovištní podmínky mezi podmínkami areálu a místem určeným pro pěstování. Dřevina se těmito podmínkám může postupně přizpůsobovat. Tato metoda se především hodí pro dřeviny časně dospívající (v 1 až 6 letech). Obtížnější je použití tohoto způsobu u dřevin pozdě dospívajících (20 – 40 let), kdy mohou pomoci buď metody uspišování plodnosti (v menší míře), zvláště metoda Mentora apod. Použití této metody je účelné tehdy, když je jasné, že by přímá introdukce nebyla možná.
4. Introdukce doprovázená jednorázovým výběrem, která umožňuje v jednom pokolení vybrat jedince nejpřizpůsobenější novému prostředí, lehce nabývající a dědičně přetrvávající nově získané vlastnosti, které jsou nutné v daných podmínkách, nebo jedince prostě k daným podmínkám nejlépe přizpůsobené. I. V. Mičurin používal často a s úspěchem jednorázového výběru pro peckovité dřeviny při jejich introdukci výsevem semen. Jednorázový výběr má u lesních dřevin své zvláštnosti ve srovnání se zemědělskými nebo ovocnými kulturami. Jeho zvláštnost tkví v tom, že se u semenáčků nebo mladých rostlin nemusí provádět jednorázově, ale během delšího období, i několika desetiletí, soustavným odstraňováním jedinců (pročistky, plecí seče), kteří neodpovídají požadavkům. Použití jednorázového současného výběru u škumpy pro vytvoření forem odolných k mrazu dalo kladný výsledek v lesostepní pokusné stanici.
5. Introdukce doprovázená působením na dřeviny, které se zavádějí, v začátečních stadiích jejich vývoje tak, aby získaly žádané vlastnosti, zvýšenou odolnost k suchu nebo mrazu. V mládí, do dosažení fyzické dospělosti, je tedy možno vhodnou výchovou působit na získání žádaných vlastností dřevin.
6. Introdukce spojená s použitím hybridizace. Zde se doporučuje použití křížení v případech, kdy daná dřevina nemůže být přímo zavedena v místních podmínkách,

protože jí nevyhovují, nebo je málo plastická při výchově a špatně reaguje na vliv prostředí. Při výběru cenných hybridních forem má pak velký význam výchova křížence, který je velmi vnímavý k vlivům prostředí. Těchto metod, uváděných samostatně, nelze ovšem v praxi používat takto odděleně, nýbrž naopak ve vzájemném spojení, aby jedna doplňovala druhou (Svoboda, 1955).

2.6.6 Pěstování introdukovaných jehličnatých dřevin na výsypkách

Intenzivní těžbou hnědého uhlí došlo ke značnému omezení lesní a rozptýlené zeleně. Tato ztráta se velmi negativně projevuje především v období vegetačního klidu tj. úbytkem jehličnatých porostů, které největší mírou ovlivňují přírodní životní prostředí. Proto snahou výzkumu a rekultivačního provozu byla jakási optimalizace hornického krajinného prostředí. Charakteristika prostředí a hlavně vysoký stupeň imisního zatížení oblasti limitovanými zplodinami (SO₂, fluor, pevný úlet apod.) neumožňuje obnovu jehličnanů domácí provenience (smrk ztepilý, borovice lesní).

Výše uvedené skutečnosti zapříčinily odzkoušení jehličnatých dřevin cizí provenience, které (dle cizích a našich dostupných informací) mají mnohem širší ekologickou amplitudu a flexibilitu vůči průmyslovým imisím.

Hlavní cíle jsou tyto:

1. Vymezit druhy introdukovaných jehličnatých dřevin použitelných v rekultivační praxi při obnově lesních porostů na výsypkových stanovištích Sokolovska podle:
 - a) ujmoutí, vzrůstu a vývoje kultur na konkrétních výsypkových stanovištích
 - b) způsob jejich pěstování ve směsích s listnatými dřevinami autochtonního původu
 - c) flexibility (tolerance, odolnosti) proti působení emitovaných imisí ve zdejší oblasti
 - d) náročnosti zajišťování sadebního materiálu ve vlastních školkách
 - e) volby jejich zastoupení na výsypkových stanovištích s ohledem na kvalitu půd pod pěstovanými porosty
 - f) nemalá pozornost bude věnována i otázkám ochrany, ošetřování a pěstební péče a založené porosty na vytypovaných výsypkách

Pokusným pěstováním introdukovaných jehličnatých dřevin se na výsypkách v oblasti SR zabývají pracovníci VÚM Praha již od roku 1962 – borovice černá, vejmutovka, borovice pokroucená – výsypka Velký Riesel, Vilém.

K velkému rozmachu v otázce pěstování introdukovaných jehličnatých dřevin dochází v letech 1969 - 1974 v rámci založení rekultivačního arboreta na výsypce Antonín (22 druhů) (Dimitrovský, 2001).

Vzhledem k danému tématu diplomové práce uvádím podrobnější údaje o dvou introdukovaných jehličnatých dřevinách (*Pinus nigra*, *Picea omorica*), které jsou zájmem této práce.

2.6.6.1 Borovice černá, brým (*Pinus nigra*) Arnold

Pěstuje se u nás zpravidla v jižních oblastech republiky pro svou použitelnost zalesňování extrémních stanovišť. Doba a způsoby výsevu jsou stejné jako u borovice lesní. Po výsevu začíná vzházet za stejnou dobu jako borovice lesní, semenáčky jsou však mohutnější, tmavě zelené. Do podzimu vyrostou kromě děložních lístků, jimiž semenáček vzejde, ještě další jehlice, založí se pupeny pro přeslen a silný terminální pupen. První přeslen bývá ještě poměrně nepravidelný. Může se vysazovat jako jednoletka bez školování. Poněvadž se však borovice černá vysazuje často pro účely nejen lesnické, ale i okrasné na místa zatravnatělá (palouky, parky, porostní okraje apod.), je možno ji jako jednoletku přeškolovat a vysazovat pak jako školovanou dvou – tříletku (Polanský et al., 1955).

Statný strom (20-50 m), dosahující vysokého stáří (až 500-1000 let), s velmi proměnlivým habitem podle stanoviště i oblasti. Koruna buď úzká, široce vejčitá a protáhlá, se slabými větvemi (f. *stricta* Carr.), nebo široká, deštníkovitá, rozvětvená v několik silných větví, nahoře tabulovitá (f. *tabularis*), zvláště na skalnatých podkladech; místy keřovitá různého tvaru (f. *pygmaea* Rehd.) (viz obr. č. 1).



Obr. č.1 - habitus borovice černé

<http://daz.garten.cz/a/cz/1666-dreviny-pro-lesni-partie/>

Kůra černošedá, hluboce brázditá, jinak velmi proměnlivá (f. *leucodermis*, f. *platanoides*, f. *populoides*, f. *taxoides* Georg.-Badea) (viz obr. č. 2).



Obr. č. 2 – kůra borovice černé

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinus_nigra_a1.jpg>

Pupeny vejčité, špičaté, světle hnědé, pryskyřičnaté. Mladé prýty neojíněné, barevně velmi rozmanité, žlutohnědé, zelenohnědé, šedé až červenohnědé (mění se v různých oblastech, ale i v téže oblasti značně proměnlivé) (Georgescu-Ionescu).

Jehlice po dvou v jedné pochvě, 80-160 mm dlouhé, matné nebo slabě lesklé, temně zelené, někdy světle zelené (f. *viridis*) nebo modravě zelené (f. *glauca*). Jinak délkou a stavbou velmi proměnlivé: f. *tenuifolia* Parlat. (*leptophylla* Christ.), tenkolistá, s jehlicemi sotva 1 mm tlustými, měkkými, 100-160 mm dlouhými, málo pichlavými, nebo f. *crassifolia* Christ.-Willk. (f. *pachyphylla* Asch.) – tlustolistá, s jehlicemi 1,5-2,0-2,5 mm tlustými, velmi tuhými, 80-100mm dlouhými. Také hustotu ojhličení značně proměnlivá. Jehlice trvají 4-5 let.

Ve volnu kvete v 15-20 letech, v porostech kolem 30 let; semenné roky se opakují po 2-3 letech. Prašné jehnědy jsou válcovité, tyčinky s jemně zubatým hřebenem. Samičí květy na konci větví karmínové až nafialovělé, tvořené masitými plodolisty, které mají naspodu po 2 vajíčkách; podpurné brakteje menší, tenké (viz obr. č. 3).



Obr. č 3 – samčí květy borovice černé

http://cs.wikipedia.org/wiki/Borovice_%C4%8Dern%C3%A1



Obr. č. 3 – samičí květy borovice černé

http://www.mesarosova.cz/main.php?g2_itemId=967

Šišky skoro přisedlé, po 2-4, souměrné, vejčité nebo podlouhlé, velmi proměnlivé velikosti (40-80, 80-140 mm), svítivě žlutohnědé, apofysy středních šupin většinou tupě vlnaté, horní pole apofysy silněji vyklenuté. Pupek obyčejně krátce trnitý, někdy tupý až vmáčklý, temněji hnědý. V prvním roce mají velikost lískových oříšků. Zrají na podzim druhého roku (v prvním roce f. *hornotia* Beck.) a rozevírají se na jaře 3. roku, pak brzy opadávají (viz obr. č. 4).



Obr. č. 4 – šiška borovice černé

<http://www.profizahrada.cz/e/cz/623-borovice-cerna-pinus-nigra/>

Semeno podlouhle vejčité, 4-7 mm dlouhé, šedé, s křídlem 4-5krát delším než semeno, různě zbarveným: běložlutým (f. *leucoptera*) až červenohnědým (f. *phaeoptera*). Váha 15-24g, v 1 kg 42-62 000 semen. Klíčivost 70% se udržuje po 2-3 roky (viz obr. č. 5).



Obr. č 5 – semena borovice černé

<<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id13759/?taxonid=2327>>

Semenáčky mají 6-10 trojhranných, hladkých jehlicovitých děloh, délky 30-40 mm. Jehlice v 1. roce jsou ostnitě, ojediněle postavené; normální jehlice, po dvou na brachyblastech, vytvářejí se až v druhém roce.

Kořeny na dobrých půdách křivkové, hluboké, dovedou se ale přizpůsobit i mělkým stanovištím a na skalách se často rozpínají na povrchu do velké vzdálenosti a s velkou silou pronikají do skalních rozsedlin. Na takových stanovištích se také koruna brzy zplošťuje (slunečnicovitá). Kořeny mohou využít i v krajinách chudých na srážky vlhkosti hlubších vrstev půdy.

Dřevo jádrové, dosti měkké, jemné a lehké, matné, poněkud temnější, ohebnější a trvanlivější, a také bohatší na pryskyřici než u obyčejné borovice. Označuje se někdy jako lepší, jindy jako horší než dřevo *Pinus sylvestris*. Kvalita závisí zřejmě na sortě, půdě, porostní historii. Dřevo mimo přirozenou oblast má často i malé jádro a hrubá vlákna (nejistý původ) (Svoboda, 1953).

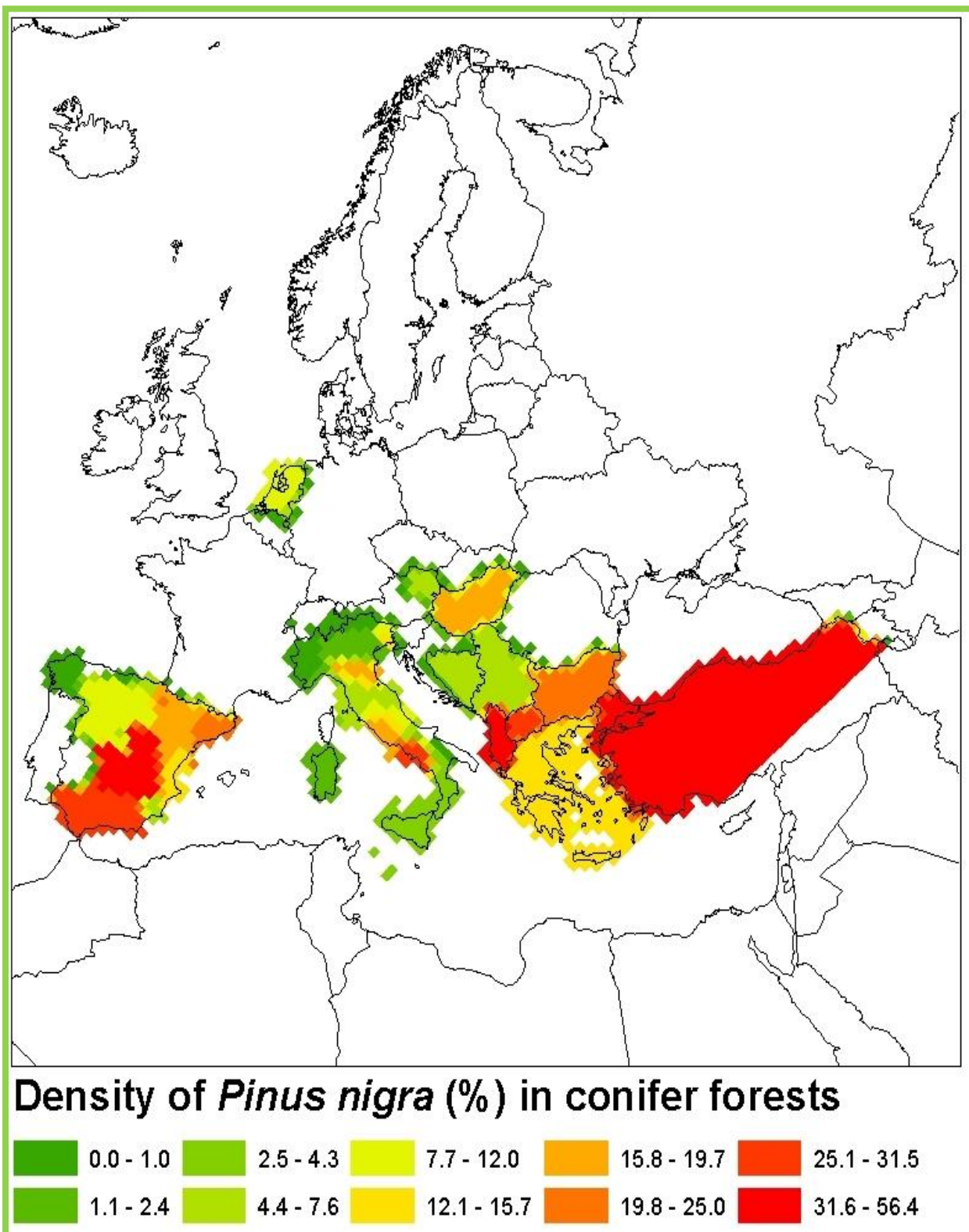
ROZŠÍŘENÍ A NÁROKY

Borovice černá je dřevina jihoevropská a tvoří tu porosty většinou ve vyšších horských polohách – od Španělska až po Malou Asii a Kavkaz. Její areál není souvislý, rozpadá se na řadu izolovaných ostrůvkovitých výskytů (viz obr. č. 6). Celkem je to však dřevina klimatu s teplým létem, poněkud kontinentálně odstíněným. Má tedy značné nároky na teplo v létě,

zároveň je však odolná k zimě; má nepatrné nároky na vzdušnou vlhkost. Na půdu je nenáročná, ačkoliv se dlouho označovala za dřevinu vápnomilnou, protože v Dolním Rakousku roste většinou na suchých vápnatých a dolomitových půdách. Jde však především o suché, dobře se neplující půdy na severní hranici rozšíření; v jižnějších oblastech přichází i na jiných horninách, které dávají suché teplé půdy.

Je to tedy dřevina nenáročná na humus a půdní živiny a má velkou schopnost upevňovat půdu. To jsou vlastnosti, které umožňují použít borovici pro zalesňování skoro beznadějně neplodných, devastovaných a pustých ploch, pro které je často jedinou vhodnou dřevinou. Zvláště se hodí pro zalesňování krasových oblastí, tj. vápencových půd rozpalovaných sluncem, s občasným nedostatkem vody, a splňuje tu požadavky, které jsou na ni kladeny. Zlepšuje zbytky půdy a přispívá také k tvorbě nové půdy každoročním bohatým opadem jehlic. V krasu, s výjimkou strmých svahů a vysloveně skalnatých půd, na jakých se může udržet jenom borovice černá, možno pak zavádět většinou již po 30 letech dřeviny půdu zlepšující a dávající více užitkového dřeva (listnaté a jehličnaté). Příměs buku s jedlí přispívá k rychlejšímu rozkladu steliva. Borovice černá se však osvědčila i v jihoherské písčité oblasti při zalesňování pohyblivých písků a daří se na nich výborně. Stejně se osvědčila při vázání dun a písků v Holandsku a písčitých dunách podél anglického pobřeží. Tu má výtečný vzrůst: 51leté sadby dávají v průměru 440 plm dřeva včetně kůry. Jeden porost v Hampshire v 80 letech při výšce 31,6 m dal 1003 plm. Přitom se tu oceňuje zvláště její odolnost k větru, neboť jiné dřeviny v takových pobřežních polohách jsou větrem silně deformovány.

Umělé pěstování této dřeviny ve střední Evropě často zklamalo; důvodem je nepochybně chybná volba sort. Borovice černá má jen malé oblastní rozšíření, kde je přizpůsobena zcela určitému klimatu; v našich poměrech se jí nedostává buď tepla, nebo kde je lokálně dosti tepla, chybí jí dostatečná vlhkost. Nevhodně volená sorta může proto v našem klimatu produkovat jen malou hmotu; jako přípravná a ochranná dřevina může být ale velmi užitečná (Svoboda, 1953).



Obr. č. 6 Evropský areál rozšíření borovice černé (*Pinus nigra*).

<http://www.dmu.dk/en/air/models/background/trees/>

POROSTY

Borovice černá je dosti světломilná dřevina. Plné osvětlení vyžaduje i při výsadbě. Úspěšně roste nejčastěji na půdách s vysokým pH. V mnoha oblastech se vyskytuje typicky na vápencových skalách, často na nejnepřístupnějších lokalitách. Je odolná vůči suchu, může růst i na lehkých, suchých, písčitých půdách, velmi málo produktivních. Snáší násypy, hůře se však vyrovnává s kratší vegetační dobou ve vyšších zeměpisných šířkách (Musil, Hamerník, 2007).

Borovice černá v přirozené oblasti rozšíření tvoří porosty, které se mnoho neliší od horských borů a také se k nim obvykle počítají. Je tedy v takových porostech bylinné patro shodné, nadrost však tvoří jednou borovice lesní, jindy borovice černá, nebo směs obou.

V umělých hustých porostech vzniká často značným opadem jehličí, které se pomaleji rozkládá než u borovice lesní, silná vrstva steliva, která pak brání vývoji bylinného patra. Většinou však na místech, kde se černá borovice používá, je tento opad vítaným přínosem pro půdu, která se na takových zkrasovatělých půdách teprve tvoří.

První introdukce do střední Evropy probíhala v roce 1759, a do Čech roku 1824 (Musil, Hamerník, 2007).

KLIMATYPY

Její areál není souvislý a rozpadá se na řadu izolovaných ostrůvkovitých výskytů; také její znaky se v průměru mění. V různých oblastech výskytu přibývá nebo ubývá určité formy; poměr jejich zastoupení je různý, někdy mají určité společné znaky. Tak v optimálních růstových podmínkách ve středu oblasti (Korsika a jižní Itálie) dosahuje výšky 45 až 50 metrů, kdežto ve východní části areálu jen 20 metrů; na západě převládají formy tenkolisté, na východě tlustolisté a také velikost šišek klesá od středu k západu. Stejně se mění v různých oblastech i zbarvení jednoletých větví. Proto se hodnotí borovice černá z těchto jednotlivých oblastí různě; někdy jako samostatné druhy nebo subspecie nebo zeměpisné variety.

Také fyziologické rozdíly v jednotlivých oblastech jsou značné, jak ukazují některé pokusy i praktické zkušenosti.

Nejdůležitější z těchto forem byly zkoušeny v Les Barres ve Francii, kde byly sledovány provenience z Kalábrie, Korsiky, Krymu, Pyrenejí a Rakouska. L. Pardé (1906) podává

přehled o výškovém růstu těchto proveniencí, a výsledky, pokud byly srovnatelné, ukázaly, že nejlepší výsledek tu dala jihoitalská borovice (*calabria*), pak korsická. Slabší růst měla provenience pyrenejská a pak rakouská. Provenience z Krymu a Malé Asie zaujímala střední postavení mezi kalábrijskou a rakouskou.

V r. 1899 založil A. Cieslar (1907) pokus s 31 proveniencemi, a to z okolí Vídně, Dalmácie, Korsiky, Pyrenejí a z nadmořských výšek 310 až 1200m. V roce 1903 bylo 25 těchto proveniencí vysázeno. Revize v r. 1906 ukázala, že korsická a pyrenejská skoro úplně vyhynula. Na základě toho došel Ciesler k závěru, že čím větší je klimatická diference mezi místem původu a pěstováním, tím horší je kultura. Další údaje o tomto pokusu chybějí; snad jich použil Zederbauer (1916), který zjistil, že průměrné staří jehlic se stoupající nadmořskou výškou místa pěstování přibývá a činí u Mariabrunnu (230 m.n.m) 2 – 4 léta, u Puchbergu (600 m.n.m.) 4 – 6 let.

Calas (1900) vyšetřoval sousední porosty pyrenejské a rakouské borovice černé v Pyrénées Orientales a zjistil, že domácí provenience roste rychleji a je odolnější. Při pokusech v Belgii zjistil Huberty (1912), že ze semene z Rochefort (Francie) zašlo během první zimy 30% sazenic, ze semene z Vídně Nového Města 65% rostlin; zbylé rostliny francouzské provenience byly zelené a čerstvé, měly dlouhé prýty, kdežto rostliny rakouské provenience byly ve špatném stavu. Různé chování proveniencí dokazují i novější belgické pokusy.

Také v Sev. Americe byly pozorovány rozdíly ve formě růstu mezi černou borovicí rozličného typu. Stromy vzniklé ze semen severních proveniencí rostou lépe, mají přímější kmen, a proto je dnes snaha obstarávat semeno severnějšího původu.

V jižní Anglii se užívalo pro zalesňování hlavně borovice korsické (*corsicana*); rakouská je tu v každém směru podřadnější. Také v Belgii korsická borovice rychle roste, má přímý kmen, je odolná a její kořeny rychle prorážejí pevné podloží. Souběžné sadby ukázaly, že borovice korsická je výhodnější než rakouská. Jen na suchých vápencových půdách je ve výhodě rakouská před korsickou.

V kulturách v Holandsku byly zjištěny také značné rozdíly mezi borovicí rakouskou a korsickou. Rakouská tu dávala sice větší hmotu, silnější semenáčky, byla však méně odolná k sypavce, spíše omrzla, byla odolnější k větru a byla více okusována králíky. Dále má rakouská, ve srovnání s korsickou, šišky a semena větší a těžší. V Holandsku se osvědčila při zalesňování dun borovice korsická, nikoliv francouzská ze Ceven.

Poměr mezi nejoblíbenějšími proveniencemi v kultuře se ovšem v různých oblastech mění. V Cevenách, kde bylo použito k zalesňování devastovaných půd hojně černé borovice,

ukázala se korsická jako lepší než rakouská. V Durynsku trpěla naopak mrazovými škodami jen korsická, nikoli rakouská. V Braniborsku zklamala docela borovice kalábrijská, protože je v mládí citlivá k suchu a časnému mrazu.

Tyto zkušenosti prokazují různé chování borovice černé z různých izolovaných ostrůvkovitých výskytů. Tato izolace přispěla také k vytvoření úzce specializovaných sort, které se liší nejen fyziologicky, nýbrž většinou i morfologicky. V botanické literatuře se proto borovice černá člení v řadu subspecií nebo variet; některé se hodnotí i jako samostatné druhy. Rozlišovací znaky jsou většinou nepatrné, takže je často přesahuje variabilita v jedné úzké oblasti. Proto i údaje o rozšíření se liší. Celkem má však borovice černá v západní i východní části těchto areálů mnoho společných a blízkých znaků, takže je možno rozlišovat také skupinu západní jako *P. n. spp. Salzmannii* (Asch.-Gräb.), skupinu balkánskou jako *P. n. spp. eunigra* a východní jako *P. n. spp. Pallasiana* Lamb.; skupina západní se také označuje jako *P. Laricio* Poiret a východní jako *P. nigra* Arn.

Je tedy borovice černá zvláště poučným příkladem vzniku nových druhů rozpadem původního areálu a příkladem morfologických rozdílů zeměpisných sort, které zase lze nejspíše charakterizovat poměrem zastoupení jednotlivých forem (Svoboda, 1953).

2.6.6.2 Smrk omorika – (*Picea omorica*) (PANČIC) Purkyně

Třetihorní reliktní a balkánský endemit; fylogeneticky starší než SM, morfologicky velmi uniformní. Druh kompetičně slabý, rostoucí v oblasti silných konkurentů (buku, jedle a smrku ztepilého), kde na omoriku zbyly převážně jen extrémní polohy. Má jednu z nejužších korun. Nádherná solitéra; sadovnický patří mezi nejvzácnější smrky (Musil, Hamerník, 2007).

Strom 45 – 55 m vysoký s hustou a ve stáří úzce kuželovitou korunou, ve volnu hluboce zavětvenou (viz obr. č. 7); v porostu se kmeny čistí jen do poloviny výšky. Větve velmi krátké, spodní převislé. Kůra tenká, temně hnědá, šupinovitě odstávající (viz obr. č. 8). Mladé větve šedohnědé, hustě žláznatě plstnaté. Pupy široce vejčité, 3 mm dlouhé, červenohnědé, nesmolnaté, s dlouze zašpičatělými šupinami. Jehlice (viz obr. č. 9) 5 – 20 mm dlouhé, 0,5 – 2 mm široké, tlusté, zploštěle kýlnaté, silněji vespod než nehoře, temně zelené, svrchu lesklé, s dvěma modrobílými proužky podél středního nervu, z nichž každý tvoří 4 – 6 řad průduchů, krátce zašpičatělé, u mladých stromů spirální, na vodorovných větvích dvouřadé (viz obr. č. 8).



Obr. č. 7 – habitus smrku omoriky

http://www.zemedelka.opava.cz/nova_%20socka/smrky/smrk_omorika/smrk_omorika.htm



Obr. č. 8 – borka smrku omoriky (foto autor)



Obr. č. 9 – jehlice smrku omoriky (foto autor)

Plodnost u stromů ve volnu začíná v 12 – 15 letech, jinak od 40. Roku. Samčí květy po 1 – 3, vejčité, nebo válcovité, světle červené až nafialovělé, samičí jednotlivé nebo shloučené, podlouhlé, purpurově fialové (viz obr. č. 10). Šišky (viz obr. č. 11) převislé, vejčité podlouhlé,

4 – 6 cm dlouhé, zprvu modravě fialové, po uzrání sytě hnědé, lesklé, s šupinami zaokrouhlenými, podélně pruhovanými, u spodu drobně chlupatými. Šišky se otvírají v srpnu, zůstávají na stromě až 3 roky. Semena černavá, nelesklá, 2 – 3 mm dlouhá, s křídlem 8 mm dlouhým. V 1 kg je 260 – 350 000 semen; 1 000 semen váží 3 g, klíčivost 60 – 70%.



Obr. č. 10 – květy smrku omoriky

<http://www.zemedelka.opava.cz/nova_%20socka/smrky/smrk_omorika/smrk_omorika.htm>



Obr. č. 11 – šišky smrku omoriky <<http://botany.cz/cs/picea-omorica/>>.

Růst je poměrně pomalý, ve 20 letech dosahuje smrk omorika 8 m. Největší růst je mezi 20. – 30. rokem; obvykle je ale poněkud rychlejší než u smrku (Svoboda, 1953).

Dřevo bílé nebo nažloutlé, poněkud tmavší než smrkové. Do obchodu nepřichází, je spotřebováváno jen na místě.

Dosažitelný věk 100 – 250 (300) let. Nejstarší stromy jsou spíše na hranici stromové, než na lepších stanovištích; téměř 1000 let starý jedinec byl nalezen za polárním kruhem (Musil, Hamerník, 2007).

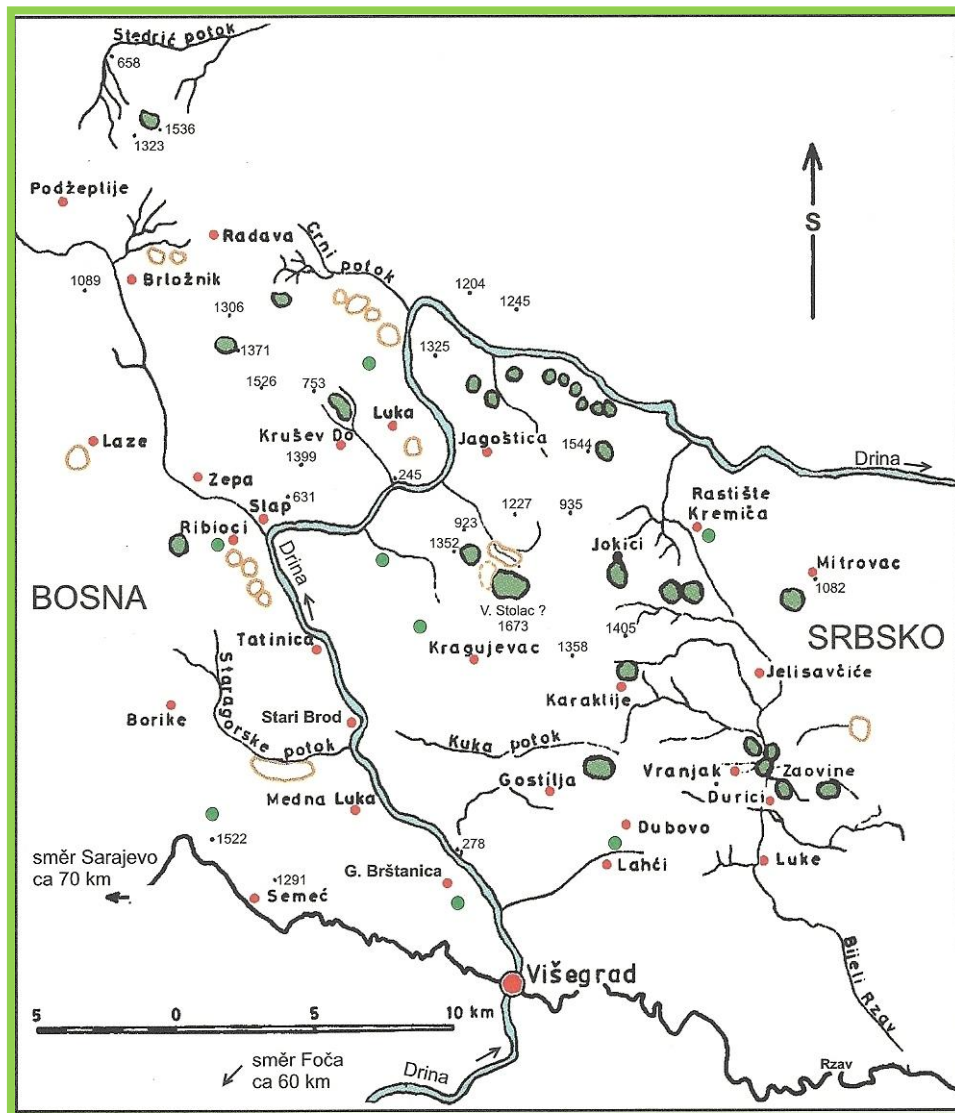
ROZŠÍŘENÍ A NÁROKY

Omorika roste v horách Jugoslávie a na středním toku řeky Driny – na východ a severovýchod od Sarajeva (viz obr. č. 12). Jsou to ostrůvkovité výskyty, zaujímaví celkem plochu asi 35x15 km. Jeho jednotlivá stanoviště jsou odloučena a vázána na skalnatá místa a stinné sklony na vápencových půdách ve výši 700 – 1 500 m. Dvě nevelká naleziště jsou známa poněkud jižněji do tohoto soustředěnějšího výskytu.

Omorika tu roste ve směsi s jedlí, smrkem, borovicí černou, borovicí lesní, bukem, habrovcem (*Ostrya carpinifolia*). Po sivých, stříbřitých kultivarech smrku pichlavého je omorika nejčastěji sadovnický využívaným smrkem. I v průmyslovém prostředí. Dá se použít i na stříhané živé ploty. Pokusně je vysazován jako přípravná dřevina na imisních holinách. Jinak u nás bez lesnického významu (Musil, Hamerník, 2007).

Porosty, v nichž omorika tvoří 50 – 70% jsou vzácné (*Piceetum omorice* Trenq.). Na lepších stanovištích je vytlačována jedlí a smrkem, protože je méně odolná ke stínu. Jen na strmých skalnatých a větrům otevřených místech vydrží konkurenci těchto dřevin.

Tento smrk na původních stanovištích můžeme označit jako *P. omorica serbica* Schwer., na rozdíl od kulturního *P. omorica 51odalis* Schwer.



.Obr. č. 12 areál smrk omorika: balkánský endemit: details rozšíření (orientačně) (Musil, Hamerník, 2007)

LESNÍ POROSTY

Smrk omorika je poněkud více světlomilný než smrk ztepilý. V kultuře SMO nenáročný, roste i na půdách sušších – typická původní stanoviště jsou v oblastech s vyšší atmosférickou vlhkostí, zejména na severních a severovýchodních svazích, na rendzinách – ale i na zrašeliněných půdách. Omorika je odolná k časným i pozdním mrazům – i ke znečištěnému ovzduší. Lesní porosty vytváří téměř čisté, případně se smrkem, borovicí lesní i černou, břízou i osikou (Musil, Hamerník, 2007).

PĚSTOVÁNÍ

V kultuře se smrku omorice daří velmi dobře. Pěstuje se dnes daleko za hranicemi přirozeného areálu s nejlepším výsledkem, a to i na nevápenných půdách, podzolovaných písčích, ve střední tajze, v pásmu smíšených lesů i v lesostepi po Volhu i Ural.

Od objevení Pančičem v r. 1872 se rozšířil všude v Evropě a neobyčejně dobře se daří až po Švédsko (Stockholm), Finsko, Moskvu, nejvýše slabě omrzá. V domovině roste na vápencích. Přes vysoké srážky je Bosna a Hercegovina země chudá na vodu, pro kterou je příznačná tvorba krasu. To snad vysvětluje neobyčejně dobrý růst omoriky na suchých půdách, tak suchých, že se na nich ani borovici nedaří. Je tedy omorika jehličnatou dřevinou, která má minimální nároky; kde všechny jehličnany zklamou a krní, roste ještě bujně zpříma. U nás vydrží dobře pozdní i časný mrazy. Hlavní předností je její skromnost. Také městské klima snáší lépe než kterékoli jiné jehličnaté dřeviny, a pro tuto vlastnost i pro pěkný vzhled se hodí zvláště pro parky v městských a průmyslových oblastech, kde se jiné smrky nedaří.

V Oldenbursku se jí daří i na mokřích olšových půdách, ve Skotsku na bažinách, jinde naopak na písčích (Svoboda, 1953).

3. Metodika

Úvodem této kapitoly je stručný popis jednotlivých výsypek a porostů, ve kterých probíhalo měření.

Výsypka Antonín se nachází v těsné blízkosti města Sokolov. Dnešní využití výsypky je lesnické (rekultivační) arboretum, ve kterém je více jak 200 druhů dřevin a keřů pěstovaných

ve 42 variantách míšení. Rozloha činí 165 ha a založena byla v roce 1969 (42 let). Výsypka převyšuje okolní terén o 48 metrů. Nadmořská výška se pohybuje okolo 420 m.n.m.. Věk měřených dřevin je na této výsypce následující: smrk omorika (*Picea omorica*) 37 let a borovice černá (*Pinus nigra*) 41 let.

Výsypka Gustav se nachází mezi obcemi Citice a Bukovany. V současné době zde probíhá rekultivace zemědělská a lesnická. Věk této výsypky je 35 let (1976). Rozkládá se na území 264,88 ha. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 450 – 476 m.n.m. Zájmové dřeviny zde dosahují věku: smrk omorika (*Picea omorica*) 26 let a borovice černá (*Pinus nigra*) 20 let.

3.1 Pedologická a hydropedologická charakteristika výsypkových substrátů

Základními a zcela charakteristickými půdními substráty pro obě hodnocené výsypky jsou terciérní miocenní sedimenty. Půdní substráty na výsypkách Gustav a Antonín tvoří jílovité zeminy cyprisové a vulkanodetritické série rozdílného stáří a tím i existence hodnocených kultur a porostů založených z introdukovaných jehličnatých dřevin. Z rekultivačních hledisek jsou významné tyto pedologické a hydropedologické vlastnosti:

- a) Disperzní skladba výsypkových zemin
- b) Chemické, fyzikální a hydropedologické vlastnosti

3.2 Disperzní skladba substrátů

Ze zpevněných zemin sedimentárního původu snadno zvětrávají jíly cyprisové a vulkanodetritické série zpevněné ve formě břidlic.

U stejných typů jílu s listkovitou odlučností je větratelnost diferencována a odstupňována obsahem fosilních látek obsažených v jílové hmotě.

Je dokázáno, že větratelnost zemin na výsypkách se může z rekultivačních hledisek projevat kladně nebo záporně. Všeobecně intenzivní zvětrávání povrchových vrstev profilů se velmi příznivě projevuje na fyzikálních a hydropedologických vlastnostech výsypek složených z nadložních zemin kvartérního původu. Výskyt půdotvorných substrátů na zkoumaných výsypkách stěží tvoří 5% (výsypka Gustav). U půdních profilů složených z terciérních miocenních jílu se intenzivní zvětrávání projevuje vesměs nepříznivě. Pro

orientaci uvádím v tabulce č. 10 zvětratelnost zemin tvořící výsypková stanoviště v oblasti SR:

Tab. č. 10: Zvětratelnost zemin (Jonáš, Dimitrovský, 1972)

Druh substrátu	Vlastnosti vzniklé půdy		Obsah živin minerální povahy			
	hloubka	zrnitost	Ca	K	Mg	P
Štěrkovité terasy písků	Mělká	Písčítá	-	-	-	-
Jíly cyprisové série	Hluboká	Jílovitá	+	+	+	+
Jíly vulkanodetritické série	Hluboká	Jílovitá	+	+	+	-
Erdbranty	střední	hlinitá	-	-	-	-

- Nedostatečná zásoba živin minerální povahy
- + Dostatečná zásoba živin minerální povahy

Na zvětrání výsypkových zemin kromě chemického složení se významnou měrou podílí hydrotermické procesy, obsah jílových minerálů (kaolinit, montmorillonit, illit) v jílové hmotě. U zkoumaných půdních substrátů bylo zjištěno, že čím větší je množství tmavých minerálů obsaženo v jílovité hmotě, tím snadnější je zvětrávání (některé přechodné formy jílovitých břidlic - výsypka Bohemia, Vilém). Podle obsahu jednotlivých frakcí jílu kompaktních, jílovitých břidlic a jílu listkových stanovených detekcí je možno provést tyto záměry:

- 1) Stupeň zvětrání strukturních sedimentů (zemin) jílovité povahy především na povrchu výsypkových substrátů je veličina proměnlivá a závislá na:
 - a) Primární struktura hornin (zemin) v nadloží
 - b) Obsah organické půdní složky sedimentárního původu
 - c) Stáří výsypky a druhu vegetačního pokryvu (bylinné patro, lesní porost)
- 2) Největší množství elementárních jílovitých částic vykazují bez rozdílu forem zpevněné půdní profily pod borovicí černou na výsypce Gustav (obsah jílové frakce 82,6%). Poměrně vysoký je i obsah fyzikálních jílu tj. částic o velikosti 0,002 mm na výsypce Antonín (61,4%). Příznivé zrnitostní složení vykazují půdní profily složené z jílovitých zemin ve směsi s erdbranty v poměru 70% jílovité zeminy, 30% erdbranty.

- 3) Výrazný vliv na obsah jílové frakce a tím i intenzitě zvětrání strukturní jílovitých zemin má rovněž volba dřevin. Příznivé formy humusu pod přípravnými porosty olše (po 50% redukci olše provedena obnova borovice černé podsadbou) na výsypce Antonín podporuje strukturotvornost, která se projevuje především zpětným vločkováním elementárních jílovitých částic se zvyšujícím se stupněm zvětrání zpevněných jílu se zvyšuje obsah jílové frakce, která pórovitost, půdní vzdušná kapacita a infiltrační schopnost (Jonáš, Dimitrovský, 1972).

3.3 pH, sorpční vlastnosti a chemismus substrátu

Základní údaje o kyselosti, sorpčních vlastnostech, obsahu základních živin (Ca, Mg, K, P) a obsahu organické půdní složky (humusu) vyjádřené hodnotami C, N celkový a přístupný, HK a FK udávají tab. č. 4, 5, 6, 7. Z hodnot pH v KCl je patrné, že jde o jílovité zeminy mírně kyselé, neutrální až mírně zásadité.

Podle stupně sorpční nasycenosti (V) můžeme bez rozdílu všechny sledované půdní substráty na výsypkách klasifikovat jako nasycené až výrazně nasycené.

Ze stanovených hodnot, charakterizujících množství základních biogenních prvků (živin) je možno konstatovat, že se jedná o substráty dobře zásobené těmito živinami.

Obsah humusu hodnocený hodnotami (C, N celkový a přístupný, poměr huminových kyselin a fulvokyselin) se mění podle:

- a) typů jílu
- b) skladby a stáří porostu
- c) vegetační doby
- d) mikroklimatickými podmínkami stanoviště a tím i intenzitou mineralizace organické půdní složky

3.4 Založení kultur introdukovaných jehličnatých dřevin na výsypkách

Při výběru druhu introdukovaných dřevin bylo postupováno alternativním způsobem a to z důvodů:

- a) Velmi omezených informací o vhodnosti těchto dřevin pro výsypková stanoviště
- b) Obavy flexibility vybraných dřevin proti imisím

Pro přehlednost uvádím jen významné druhy introdukovaných dřevin na jednotlivých výsypkách samostatně.

1. Borovice banksovka je pěstována v semenné plantáži společně s borovicí Murrayovou na výsypce Antonín ve sponu 4x4 m bez příměsí listnáču.
2. Borovice černá je jednou z nejrozšířenějších dřevin na výsypkách. Kultury borovice černé byly založeny takto:
 - a) V monokulturách – výsypka Velký Ríesl, Antonín, Gustav
 - b) V pruzích o šířce 5,10 a 20 m s okrajovou ochranou přípravných dřevin (olše lepkavá, šedá) – výsypky Medard, Antonín, Velký Ríesl
 - c) Ve skupinách směsích různých geometrických tvarů a velikostí jak s přípravnými dřevinami olše, tak i dřevinami cílovými (javor klen, dub zimní, javor mléč, jasan ztepilý) – výsypky Antonín, Velký Ríesl
 - d) V řadách po sobě se opakujících borovice černá – olše šedá, borovice černá – olše lepkavá, borovice černá – lípa srdčitá – výsypka Antonín
 - e) V podsadbách při přeměně přípravných dřevin olše na výsypkách Velký Ríesl, Antonín. Redukce olše lepkavé a šedé za účelem obnovy borovice černé podsadbou provedena 30 až 50%.
3. Ze všech testovaných introdukovaných dřevin na výsypkových stanovištích v oblasti SR má největší zastoupení borovice Murrayova. Způsoby pěstování i u této dřeviny jsou stejně jako u borovice černé. V Roce 1969 byla na výsypce Antonín založena semenná plantáž o rozloze 5 ha. Produkce semene z této plantáže je více než uspokojivá. Roční produkce sazenic v našich školkách ze semene z této plantáže, tj. výsypkové provenience činí cca 200 – 250 000 sazenic a zcela pokrývá potřeby zalesňovacích prací. Za povšimnutí ještě stojí skutečnost širokého výskytu jedinců této borovice z přirozeného náletu v areálu semenné plantáže.
4. Borovice bělokorá - kultury byly založeny na výsypce Antonín ve skupinách s okrajovou ochranou přípravných dřevin (olše šedá, olše lepkavá) a dřevin cílových (dub zimní, javor mléč)
5. Douglaska tisolistá – kultury založeny ve skupinách a jednotlivě smíšených (douglaska – dub zimní, douglaska – habr obecný, douglaska – lípa srdčitá) – výsypka Dvory, Antonín, Medard
6. Smrk pichlavý, smrk Engelmannův, smrk omorika, smrk sivý. Kultury jmenovaných byly založeny na dvou zájmových výsypkách (Gustav, Antonín) ve:
 - a) Skupinách s okrajovou výsadbou (olše šedé, olše lepkavé, dubu zimního)

- b) Jednotlivě smíšených s lípou srdčitou, habrem obecným a dubem zimním.
7. Ostatní testované introdukované dřeviny v arboretu Antonín (borovice Jeffreyova, borovice pohorská, jedle kavkazská, jedle ojíňená, smrk sitka a některé další druhy) jsou významné z badatelského hlediska. Proto výsledky dosažené u těchto dřevin uvádím jen pro doplnění dané problematiky (Dimitrovský, 1973).

3.5 Vývoj kořenových soustav u dřevin na výsypkách

Úvodem této kapitoly bych rád odpověděl i na otázku výběru obou modelových dřevin.

1. Tyto dvě dřeviny mají na výsypkách největší zastoupení
2. Kultury a porosty těchto dřevin se vyskytují na všech typech zemin skrývaných z nadloží uhelné sloje
3. Z důvodu zjištění hloubky prokořenění u listnatých a jehličnatých dřevin

Pro stanovení vhodného výběru dřevin a keřů, způsob jejich zakládání, vývoje a stability porostů jako jeden z indikačních faktorů může sloužit vývoj kořenových soustav. Pro tento účel jako modelové dřeviny byly určeny:

- *Alnus glutinosa* – olše lepkavá
- *Pinus nigra* L. – borovice černá

Cílem bylo zjištění tvorby, morfologie a vývoje kořenových soustav u modelových dřevin rozdílného stáří podle:

- Prvotní a druhotné struktury výsypkových zemin
- Stupně zvětrání v procesu rekultivace
- Půdní chemie a půdní fyziky zemin
- Hydropedologických vlastností
- Tvorby organické půdní složky (humusu)

Do jaké míry výše uvedené geologické, pedologické a hydropedologické faktory se mohou podílet na tvorbu a vývoj kořenových soustav je předmětem kapitoly vývoje kořenových soustav (Dimitrovský, 1970).

3.6 Vývoj kořenových soustav u modelových dřevin (olše lepkavá, borovice černá)

Hlavními půdotvornými faktory, výrazně podmiňujícími vzdušný a vláhový režim antropogenních substrátů na výsypkách jílovité povaha, jsou klimatické podmínky (teplota, srážky) a fyzikální a hydrologické vlastnosti. Tvorba a morfologie kořenových soustav u listnatých a jehličnatých dřevin, jak bylo zjištěno u zkoumaných výsypek (Antonín, Vilém, Velký Reisl, Gustav), je především dána:

- a) Formou zpevnění jílovitých zemin (jíly kompaktní, jílovití břidlice, jíly s lístkovitou odlučností, případně erdbranty)
- b) Obsahem strukturálních fosilních látek obsažených v jílovité hmotě autochtonního nebo alochtonního původu
- c) Infiltrační schopností jednotlivých vrstev profilů pro kapalnou fázi vody, tj. vody z atmosférických srážek a jako jediného zdroje půdní vláhy na těchto stanovištích
- d) Stupněm desgregace zpevněných forem jílu (jílovité břidlice, erdbranty, jíly s lístkovitou odlučností) v jednotlivých horizontech, tvořících rhizologickou hloubku
- e) Množství makropórů různých geometrických tvarů a velikostí. Velikost a množství makropórů ovlivňuje množství půdního vzduchu a jeho cirkulaci.

Srovnávací analýzou výše uvedených faktorů na tvorbu a morfologii kořenových soustav zjistíme, že čím menší je intenzita desgregace zpevněných forem jílu, tím větší je hloubka prokořenění. Z vyskytujících se zpevněných forem jílu (jílovité břidlice, erdbranty, jíly lístkovité) nejlepší prokořenění vykazují půdní substráty složené z jílu lístkovité odlučnosti.

Nejmenší hloubku prokořenění jak u olše lepkavé, tak i u borovice černé vykazují půdní substráty složené z jílu kompaktních. Jak bylo zjištěno, jílová frakce u tohoto typu jílu kompaktních snižuje cirkulaci půdního vzduchu a infiltraci srážkové vody. Vláhová potřeba pro omezený vývoj kořenových soustav je vyrovnávána vysokou kumulativní schopností pro vodu. Kultury založené na půdních substrátech z kompaktních jílu mají velmi nízký stupeň vertikálního prokořenění (okolo 40 cm), proto jsou velmi náchylné na vývraty (Dimitrovský, Vesecský, 1989).

3.7 Pasportizace rekultivačních ploch

3.7.1 Přehled ukončených akcí v letech 1959 – 1990 v ha

Tab. č. 11: Přehled ukončených akcí v letech 1959 – 1990 v ha

Okres	Zemědělská rek.	Lesnická rek.	Ostatní rek.	CELKEM
Sokolov	268,8	1150,1	17	1432,9
K. Vary	386	166	12	564
Cheb	22	-	-	22
CELKEM	673,8	1316,1	29	2018,9

3.7.2 Přehled rozpracovaných akcí v letech 1990 – 1992 v ha

Tab. č. 12: Přehled ukončených prací v letech 1990 – 1992 v ha

Okres	Zemědělská rek.	Lesnická rek.	ostatní	CELKEM
Sokolov	52	42	-	94
K. Vary	34	56	-	90
CELKEM	86	98	-	184

3.7.3 Návrhy rekultivací v období 1993 – 2000 v ha

Tab. č. 13: Návrhy rekultivací v období 1993 – 2000 v ha

Okres	Zemědělská rek.	Lesnická rek.	ostatní	CELKEM
Sokolov	123	425	12	560
K. Vary	210	360	-	570
CELKEM	333	785	12	1130

Současný i budoucí plošný rozsah rekultivace ve zdejší oblasti se pohybuje kolem 120 ha ročně. Po roce 2015 je předpoklad nárůstu rekultivací do vyuhlení a roční plošný rozsah bude okolo 140 ha.

V generelech rekultivací SR se přibližně počítalo s tímto zastoupením:

- a) Zemědělská rekultivace 35%
- b) Lesnická rekultivace 55%
- c) Ostatní 10%

Současná zemědělská politika, která preferuje značný útlum zemědělské orné půdy, bezpodmínečně ovlivní i snížení zemědělské rekultivace ve prospěch lesnické na výsypkách. Nový generel zpracovaný Hydroprojektem Praha počítá se zastoupením zemědělské rekultivace na výsypkách cca 10 – 12%.

3.8 Popis měření

Začátkem této kapitoly je třeba uvést základní pomůcky, které jsou pro měření v terénu nepostradatelné: průměrka, výškoměr Silva, lat' pro určení odstupové vzdálenosti, zápisník měření, pásmo, drátěný kartáč, barva, štětec, sekera, psací potřeby.

Terénní práce začínají vyhledáním zájmových porostů smrku omoriky (*Picea omorica*) a borovice černé (*Pinus nigra*) na výsypkách Antonín a Gustav. Na každé lokalitě se pro jednotlivou dřevinu zpracují 3 zkusné plochy tj. celkem 12 zkusných ploch. V těchto porostech jsou vybrány reprezentativní zkusné plochy, které mají navzájem co nejpodobnější charakter a nachází se, pokud možno, co nejdále od porostních okrajů. U těchto ploch se stanoví pomocí pásma předem určený rozměr, který činí 30x30m. Na takto vyznačené ploše se, dle potřeby, jednotlivé kmeny vyvětví do výšky ramen (150 – 170 cm) pomocí sekery. Dalším krokem je vyznačení měřiště, které je v prsní výšce $d_{1,3}$ (130 cm). Nejprve se drátěným kartáčem upraví kůra kmene tak, aby na ní bylo možné štětcem vyznačit měřiště ve tvaru T (viz fotodokumentace v přílohách) a nad vodorovnou čáru napsat pořadové číslo stromu. V tomto místě je za pomoci průměrky změřena výčetní tloušťka kmene ($d_{1,3}$) a to s přesností na cm. Poté se pokračuje v měření výšky stromu a nasazení zelené koruny s přesností dm. Toto se provádí pomocí výškoměru Silva a latě pro určení odstupové vzdálenosti následujícím způsobem. Nejprve se určí odstupová vzdálenost pomocí latě, potom se výškoměrem zaměří pata a špička stromu a na stupnici výškoměru se odečte výška stromu. Stejný postup je dodržen i pro získání výšky nasazení zelené koruny. Všechny naměřené

údaje se zapíše do zápisníku měření. Tento postup je nutno dodržet stejný u každé zkusné plochy a každého stromu.

3.9 Způsob získávání dat

Naměřená data jsou vyhodnocena pomocí analytického softwarového programu STATISTICA a tabulkového procesoru Microsoft Excel. Výsledné údaje jsou předmětem kapitoly č. 4 Výsledky a diskuze.

4. Výsledky a diskuze

Tab. č. 14: SMO, BOČ – lokalita Gustav

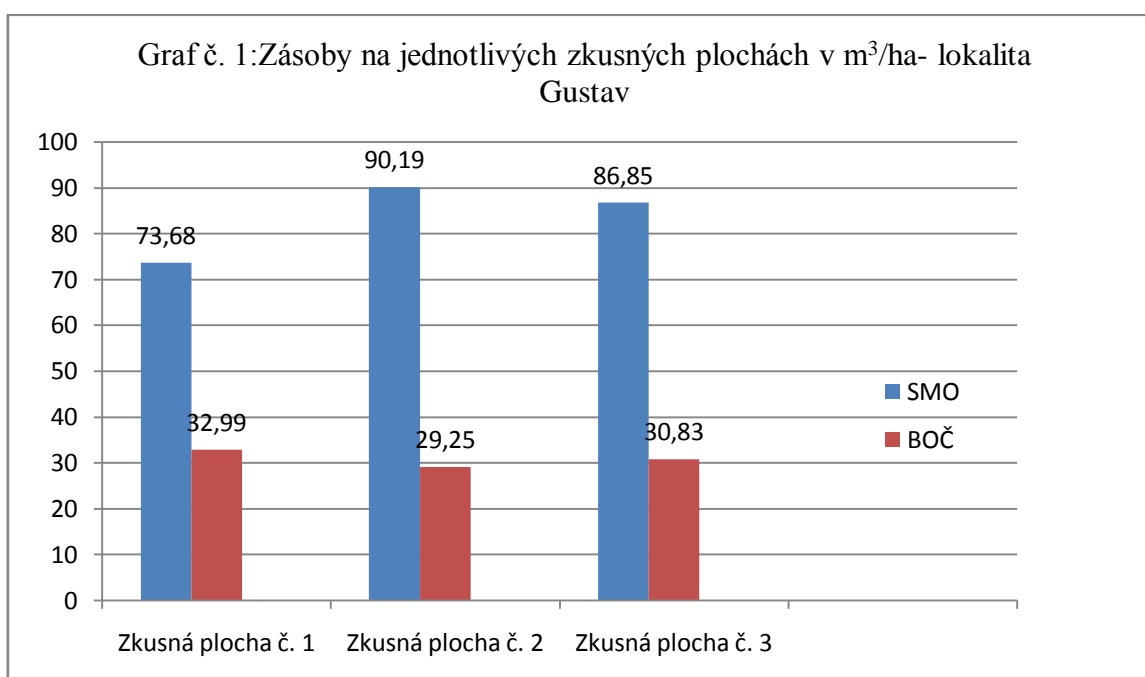
SMO, BOČ - lokalita Gustav	
d _{1,3}	Existuje průkazný rozdíl mezi těmito dřevinami
h	Existuje průkazný rozdíl mezi těmito dřevinami
hk	Existuje průkazný rozdíl mezi těmito dřevinami

Smrk omorika (*Picea omorica*) a borovice černá (*Pinus nigra*) se na lokalitě Gustav ve sledovaných parametrech prokazatelně liší. Jednak je to dáno věkem, který je u smrku omoriky (*Picea omorica*) 26 let a u borovice černé (*Pinus nigra*) 20 let, ale především půdními podmínkami. V rámci jedné výsypky se nemusí totožně shodovat složení půdy a poměr půdních substrátů. Výsypka Gustav je tomu příkladem. V partii, kde se nachází Smrk omorika (*Picea omorica*), jsou ve velké míře zastoupeny cyprisové jíly, které mají dostatečné množství prvků minerální povahy a také je tento substrát vhodný jako půdotvorný. Opakem tomu je partie, kde roste borovice černá (*Pinus nigra*). Zde je zastoupení cypisových jílu mnohem menší a je zaznamenán výskyt erdrantů, které jsou na prvky minerální povahy velmi chudé. Složení těchto půd místy vytváří fyto toxické plochy (viz fotodokumentace v přílohách). Tento faktor zapříčiňuje horší produkční vlastnosti borovice černé (*Pinus nigra*) oproti smrku omorice (*Picea omorica*). Toto složení je dáno tím, že se na povrchovou část výsypky dostávají substráty z různých hloubek skrývaných vrstev a také jsou nestejně promíchané. Daný problém by šel eliminovat, a to tak, že by se každá výsypka před zalesněním převrstvila ornou půdou, ale orné půdy je nedostatek, tak se tato metoda u lesnických rekultivací nepoužívá. Převrstvení se používá pouze u rekultivací zemědělských na

rovných plochách, aby nedocházelo k odplavování. Pro upřesnění uvádím vypočtenou zásobu jednotlivých porostů.

Tab. č. 15: Zásoby na jednotlivých zkusných plochách v m³/ha - lokalita Gustav

Zásoby na jednotlivých zkusných plochách v m ³ - lokalita Gustav		
	SMO	BOČ
Zkusná plocha č. 1	73,68	32,99
Zkusná plocha č. 2	90,19	29,25
Zkusná plocha č. 3	86,85	30,83



Z grafu je patrný rozdíl naměřených hektarových zásob mezi jednotlivými dřevinami. Pro lokalitu Gustav se jeví smrk omorika (*Picea omorica*) jak vhodnější dřevina. V potaz se však musí vzít dosti rozdílné půdní podmínky. Pokud by se do budoucna plánovalo další zalesnění na lokalitě Gustav, tak bych navrhoval vysadit smrk omoriku (*Picea omorica*) na lokalitu, kde roste borovice černá (*Pinus nigra*) a naopak. Na pokusu by se ukázalo, která z dřevin je k těmto podmínkám tolerantnější.

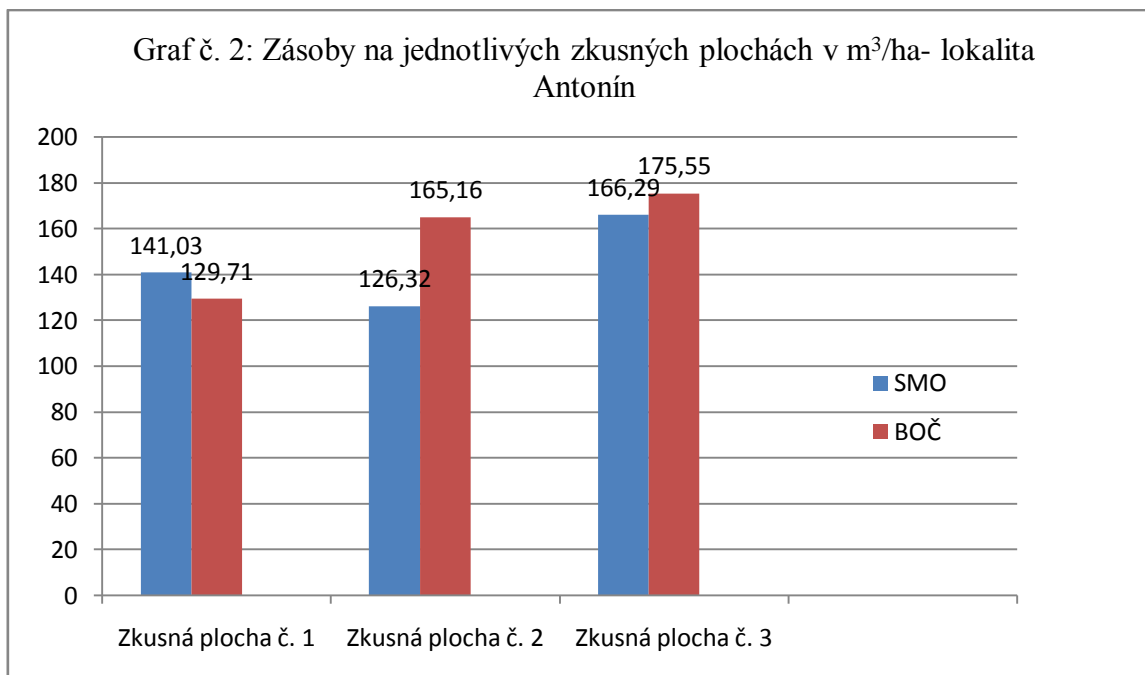
Tab. č. 16: SMO, BOČ – lokalita Antonín

SMO, BOČ - lokalita Antonín	
d _{1,3}	Existuje průkazný rozdíl mezi těmito dřevinami
h	Existuje průkazný rozdíl mezi těmito dřevinami
hk	Existuje průkazný rozdíl mezi těmito dřevinami

Smrk omorika (*Picea omorica*), a borovice černá (*Pinus nigra*) se na lokalitě Antonín prokazatelně liší, ale porovnáním s výsypkou Gustav zde není rozdíl tak markantní. Jedním z důvodů proč zde má borovice černá (*Pinus nigra*) lepší růstový potenciál je věk. U borovice černé (*Pinus nigra*) je 41 let a u smrku omoriky (*Picea omorica*) je 37 let. Dalším důvodem je rychlejší růst borovice černé (*Pinus nigra*) v mládí při plném osvětlení. Celkově se tato dřevina na výsypkových stanovištích projevuje jako vhodnější. Důkazem je tomu největší zastoupení ze všech druhů dřevin.

Tab. č. 17: Zásoby na jednotlivých zkusných plochách v m³/ha – lokalita Antonín

Zásoby na jednotlivých zkusných plochách v m ³ /ha- lokalita Antonín		
	SMO	BOČ
Zkusná plocha č.1	141,03	129,71
Zkusná plocha č. 2	126,32	165,16
Zkusná plocha č. 3	166,29	175,55



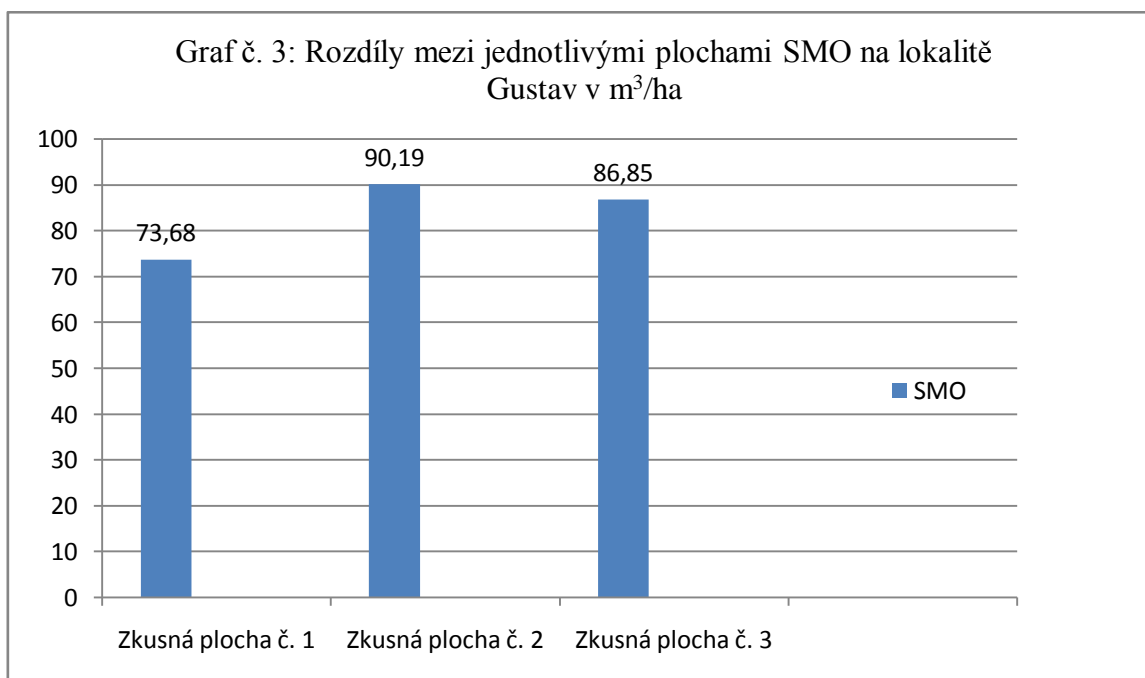
V grafu je jasně viditelný rozdíl v hektarové zásobě mezi dřevinami. Dle mého názoru je tato rozdílnost vzhledem k daným půdním a klimatickým podmínkám téměř zanedbatelná. Pokud by tyto dřeviny prokazovaly stejný přírůst na všech lesnický rekultivovaných výsypkách Sokolovska, tak bych to považoval za úspěch.

Tab. č. 18: Rozdíly mezi jednotlivými plochami SMO na lokalitě Gustav

Rozdíly mezi jednotlivými plochami SMO na lokalitě Gustav	
d _{1,3}	Rozdíly nebyly významné
h	Rozdíly nebyly významné
hk	Rozdíly nebyly významné

Tab. č. 19: Zásoby jednotlivých zkušných ploch v m³/ha – lokalita Gustav

Zásoby jednotlivých zkušných ploch v m ³ /ha- lokalita Gustav	
	SMO
Zkušná plocha č.1	73,68
Zkušná plocha č. 2	90,19
Zkušná plocha č. 3	86,85



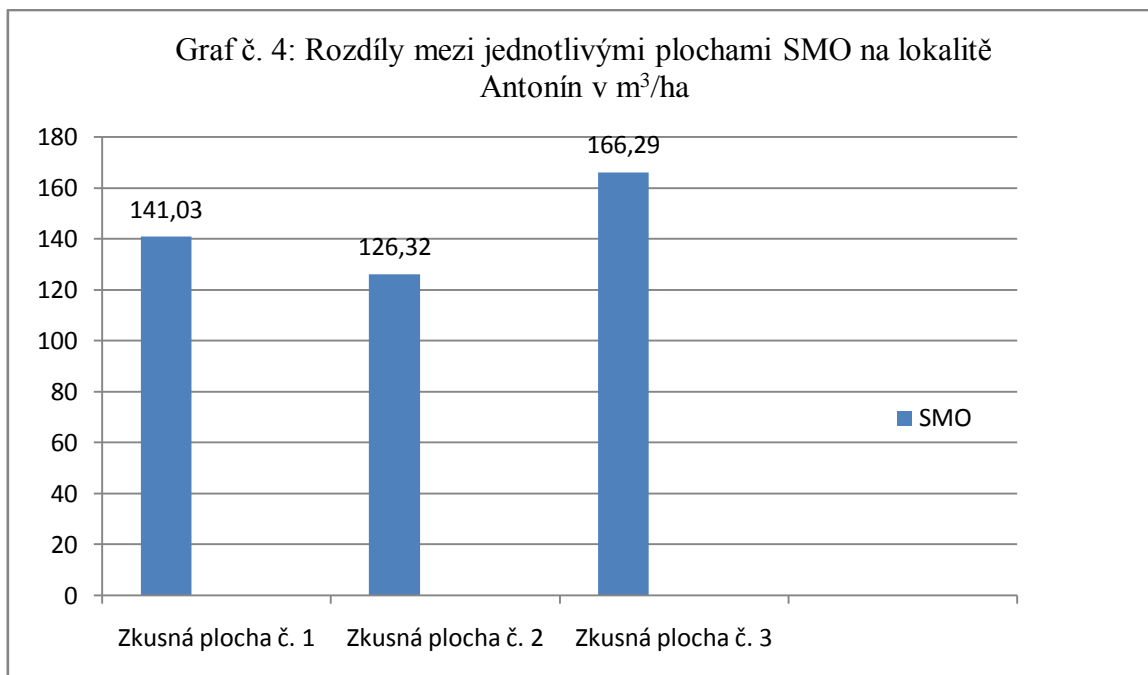
V předešlém grafu jsou znázorněny hektarové zásoby jednotlivých ploch. Dle statistického vyhodnocení vychází, že jsou tyto plochy a celý porost homogenní. Z toho vyplývá, že ujmavost smrku omoriky (*Picea omorica*) je na výsypce Gustav celoplošně stejná.

Tab. č. 20: Rozdíly mezi jednotlivými plochami SMO na lokalitě Antonín

Rozdíly mezi jednotlivými plochami SMO na lokalitě Antonín	
d _{1,3}	Rozdíly nebyly významné
h	Rozdíly nebyly významné
hk	Rozdíly nebyly významné

Tab. č. 21: Zásoby jednotlivých zkusných ploch v m³/ha – lokalita Antonín

Zásoby jednotlivých zkusných ploch v m ³ /ha- lokalita Antonín	
	SMO
Zkusná plocha č. 1	141,03
Zkusná plocha č. 2	126,32
Zkusná plocha č. 3	166,29



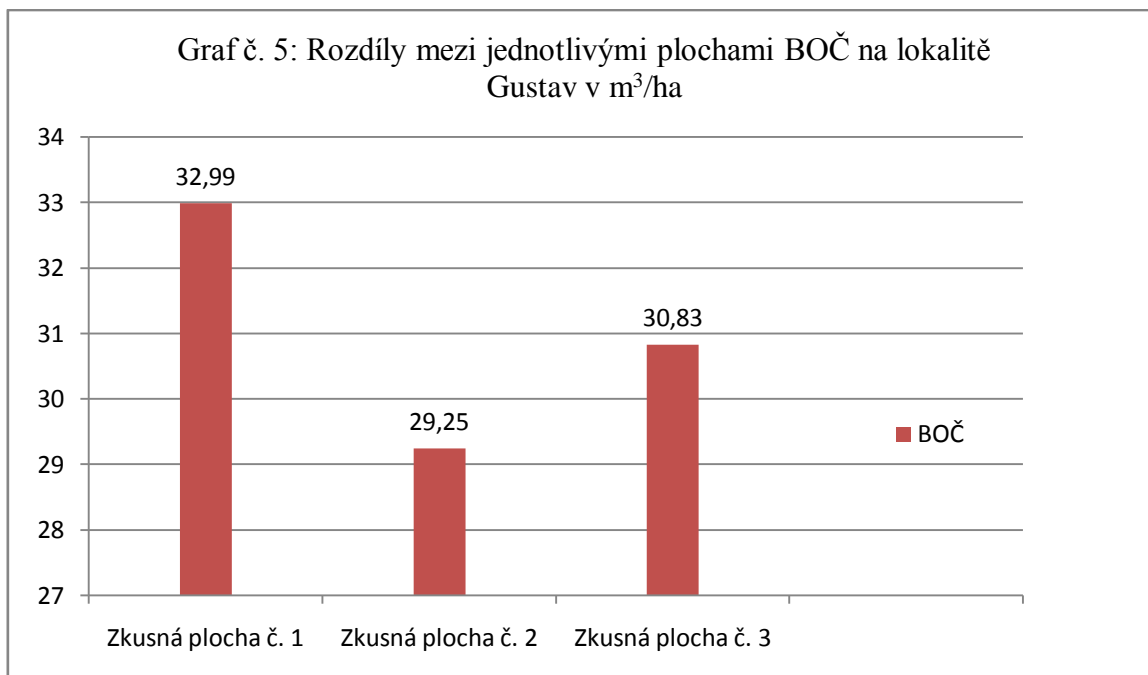
Vyhodnocené údaje v grafu opět poukazují na to, že smrk omorika (*Picea omorica*) na výsypce Antonín vytváří homogenní porosty. Je to dáno tím, že rozdíly mezi jednotlivými plochami SMO na lokalitě Antonín nebyly významné ani u jedné měřené veličiny.

Tab. č. 22: Rozdíly mezi jednotlivými plochami BOČ na lokalitě Gustav

Rozdíly mezi jednotlivými plochami BOČ na lokalitě Gustav	
d _{1,3}	Rozdíly nebyly významné
h	Rozdíly nebyly významné
hk	Rozdíly nebyly významné

Tab. č. 23: Zásoby jednotlivých zkusných ploch v m³/ha – lokalita Gustav

Zásoby jednotlivých zkusných ploch v m ³ /ha- lokalita Gustav	
	BOČ
Zkusná plocha č. 1	32,99
Zkusná plocha č. 2	29,25
Zkusná plocha č. 3	30,83



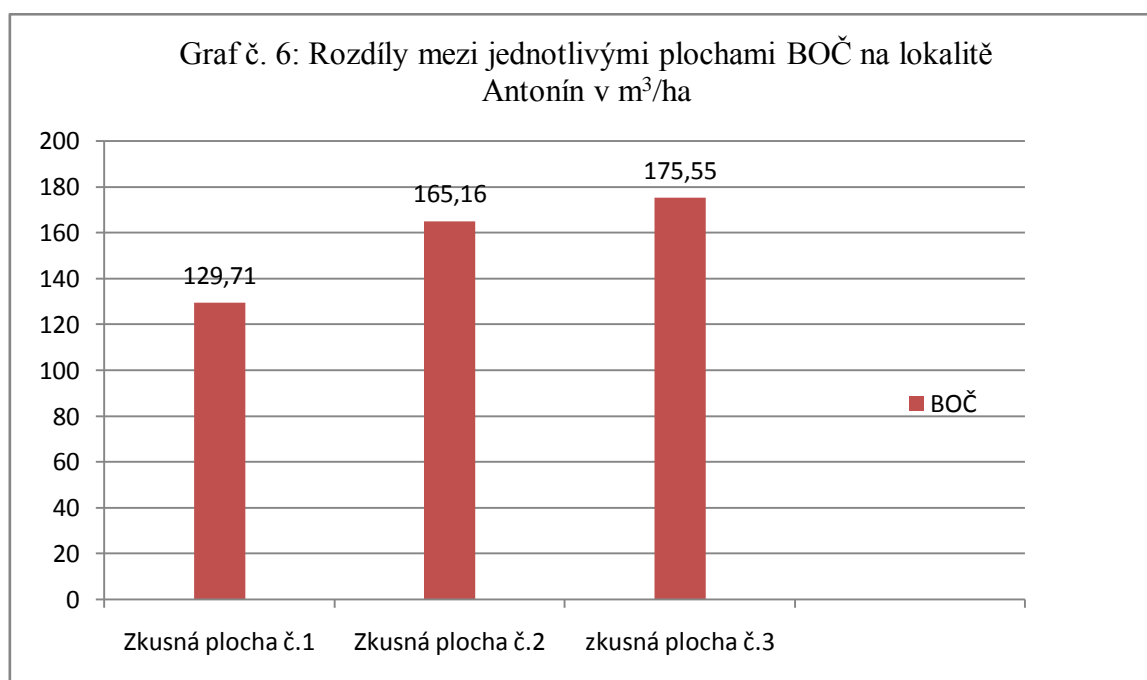
U těchto ploch je homogenita nejvýraznější z důvodu nejnižšího věku ze všech šetřených lokalit.

Tab. č. 24: Rozdíly mezi jednotlivými plochami BOČ na lokalitě Antonín

Rozdíly mezi jednotlivými plochami BOČ na lokalitě Antonín	
d _{1,3}	Významný rozdíl mezi plochou 1 a 3
h	Významný rozdíl mezi plochou 1 a 3
hk	Významný rozdíl mezi plochou 1 a 3

Tab. č. 25: Zásoby jednotlivých zkusných ploch v m³/ha – lokalita Antonín

Zásoby jednotlivých zkusných ploch v m ³ /ha- lokalita Antonín	
	BOČ
Zkusná plocha č. 1	129,71
Zkusná plocha č. 2	165,16
Zkusná plocha č. 3	175,55

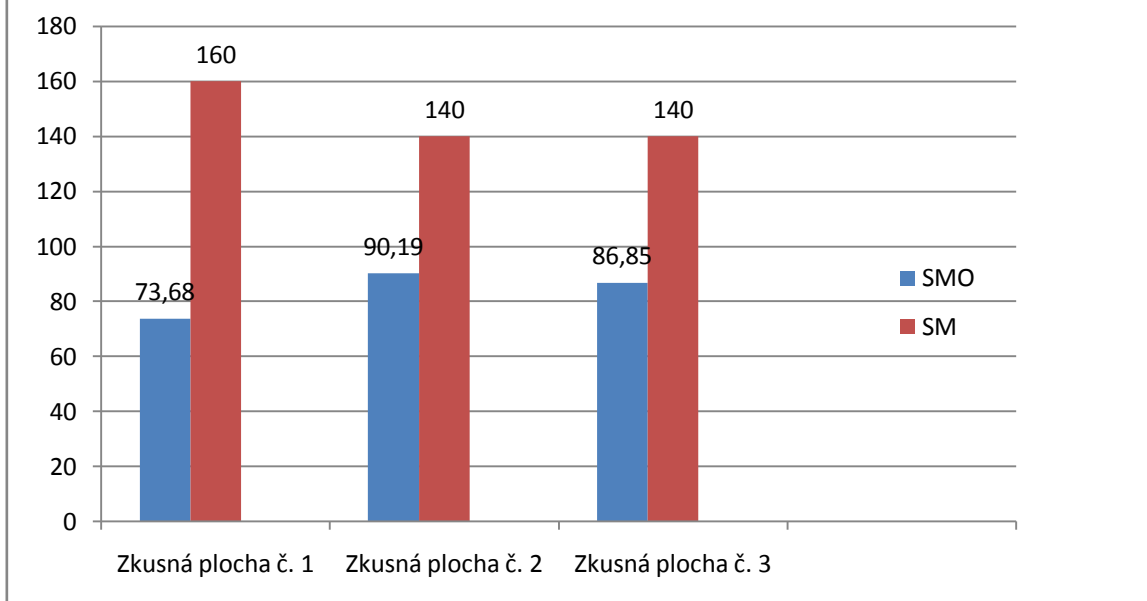


Na této lokalitě je homogenita porostu nejmenší. Zapříčiňují to rozdílné hodnoty všech měřených veličin. Veličiny, které ovlivňují porostní zásobu nejvíce, jsou výška (h) a výčetní tloušťka ($d_{1,3}$). Příčinou je věk a nerovnoměrné rozmístění nejslabších a nejsilnějších kmenů v rámci celého porostu.

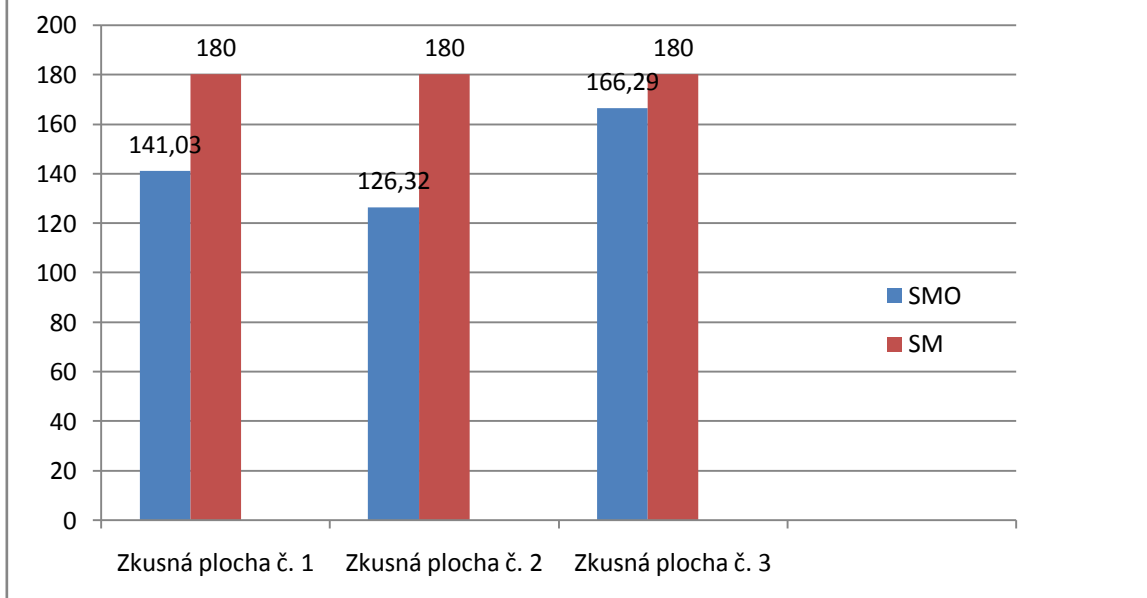
Při porovnání všech ploch a lokalit dohromady existuje průkazný rozdíl mezi všemi měřenými veličinami u každé s dřevin. Zapříčiněno je to dosti rozdílným věkem na každé lokalitě. Všechna data jsou uvedena výše v tabulkách a grafech.

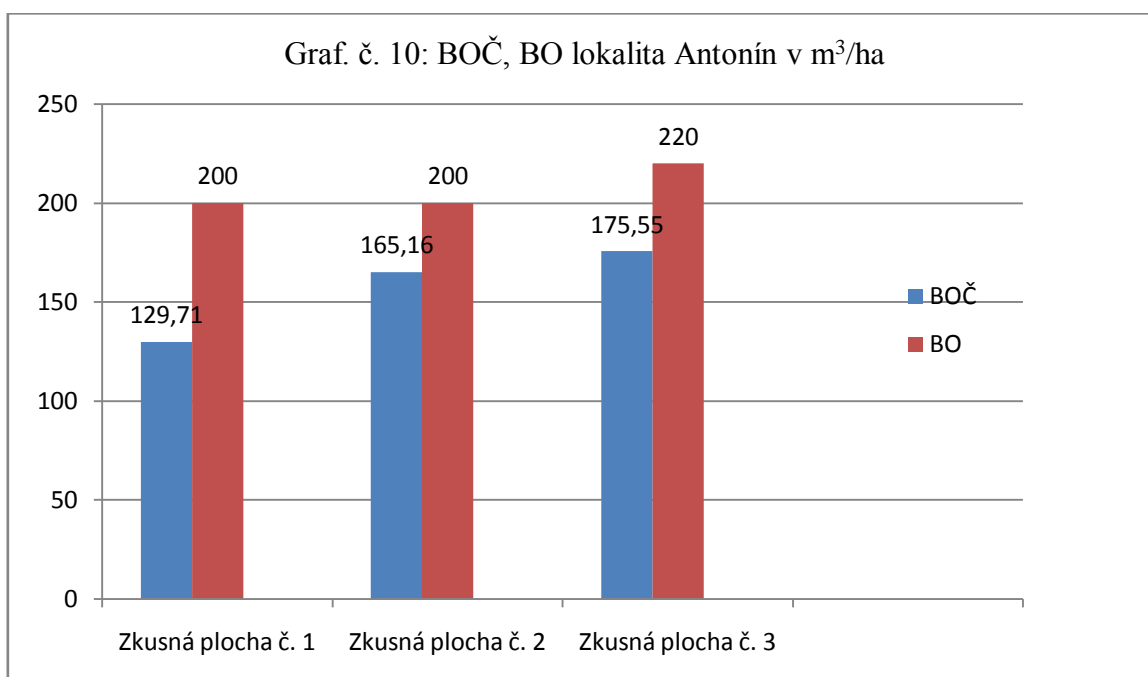
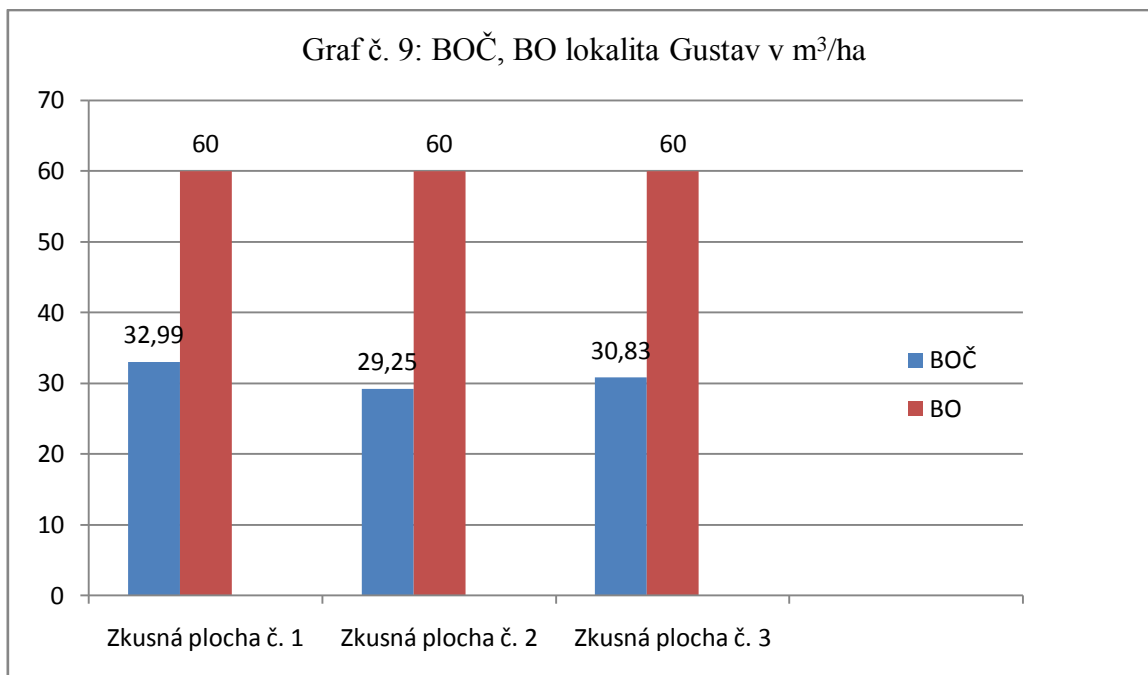
Na konec této kapitoly uvedu pro porovnání tabulkové zásoby domácích dřevin, smrku ztepilého (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*), a naměřené hodnoty dřevin introdukovaných, smrku omoriky (*Picea omorika*) a borovice černé (*Pinus nigra*). Pro získání zásob domácích dřevin používám naměřené hodnoty dřevin introdukovaných.

Graf č. 7: SMO, SM lokalita Gustav v m³/ha



Graf č. 8: SMO, SM lokalita Antonín v m³/ha





Z předešlých grafů je patrné, že naše domácí dřeviny, smrk ztepilý (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*), mají růstový potenciál lepší než smrk omorika (*Picea omorica*) a borovice černá (*Pinus nigra*), ale pouze na přirozených stanovištích. Na výsypkách je tomu opačně.

5. Závěr

Cílem mé diplomové práce bylo vyhodnotit růstové vlastnosti daných introdukovaných dřevin na výsypce Antonín a Gustav, která se nacházejí v oblasti Sokolovska.

Značnou pozornost jsem věnoval především pedologickým podmínkám, které jsou pro výsypkové stanoviště charakteristické svými nepříznivými vlastnostmi. Jedná se například o průmyslové imise, nedostatek prvků minerální povahy a problematické půdní substráty. Dále jsem se zabýval ekologickými vlastnostmi sledovaných dřevin.

Z naměřených údajů a vypočtených dat jsem zjistil, že introdukované dřeviny na výsypkových stanovištích vytvářejí poměrně kvalitní porosty. Není to však pravidlem, jsou zde fyto toxické pásy, kde se nedaří žádným dřevinám. Porovnávané dřeviny se výrazně růstovými vlastnostmi neliší. Jejich rozdílnost je dána především kvalitou půdního substrátu.

Psaní této diplomové práce mi je velkým přínosem. Získal jsem spoustu teoretických poznatků a praktických dovedností, které jistě využiji ve své budoucí profesi.

6. Použitá literatura a internetové zdroje

DILLA: 40 Jahreforstliche Rekultivierung im Rheinischen Braunkohlenrevir. Výběr literatury, Praha, 1967.

DIMITROVSKÝ, K., VESECKÝ J.: Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. SZN, Praha, 1989, 132 str.

DIMITROVSKÝ, K.: Postupy při zalesňování výsypek v oblasti Sokolovského revíru. VÚM, Zbraslav n. Vlt., 1973, 80 str.

DIMITROVSKÝ, K.: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, 2001, 191 str.

DIMITROVSKÝ, K.: Vliv průmyslových emisí na lesních porostech pěstovaných na výsypkách Sokolovska. In Lesnická práce č. 6, SZN, 1987.

DIMITROVSKÝ, K.: Vymezení racionálních způsobů zakládání lesních porostů na výsypkových stanovištích a pěstební technika. In Závěrečná zpráva VÚM, 1975.

DIMITROVSKÝ, K.: Výzkum vývoje kořenových soustav u lesních dřevin na výsypkách v SR. In Lesnická práce, SZN, 1970.

JONÁŠ F.: Určení způsobů rekultivace a tvorba nových půd na výsypkách v severočeském hnědouhelném revíru. Výzkumný ústav meliorací, Praha, 1975, 247 str.

JONÁŠ, F., DIMITROVSKÝ, K.: Hydropedologická charakteristika výsypkových zemin v oblasti SHR a SR. In Závěrečná zpráva VÚM, 1972.

JONÁŠ, F.: Tvorba půdy na rekultivovaných výsypkách v Severočeském hnědouhelném revíru. VÚM, Praha, 1972.

MOTORINA, L. V.: Ekologický výzkum a biologická rekultivace zemí SSSR. Zpráva z tématu III. 3.RVHP in „Vypracování způsobů rekultivace území narušených průmyslovou činností“, RVHP, 1986.

MUSIL I., HAMERNÍK J.: Jehličnaté dřeviny – Lesnická dendrologie I. Academia, Praha, 2007, 352 str.

POLANSKÝ, B.: Pěstění lesů I. – lesní semenářství se základy šlechtění a lesní školkařství. SZN, Praha, 1955, 371 str.

ŠPIŘÍK, F.: Racionalizace lesnických rekultivačních území, devastovaných báňskou činností v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru – komplexními opatřeními. VÚM, Praha, 1992.

ŠPIŘÍK, F.: Zakládání lesních porostů z hlediska pěstebně výchovných zásahů na výsypkových stanovištích SHR. VÚM, Praha, 1973.

ŠTÝS, S. et al.: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha, 1981. 660 str.

TAXAČNÍ PRŮVODCE: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem, 9 str.

TAXAČNÍ TABULKY: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem.

WÜNSCHE M., LORENZ W., SCHUBERT A.: Die Bodenformen der Kippen und Halden in Braunkohlengebiet südlich von Leipzig. Veröffentlichungen zur Landschaftsplanung, 1969.

Internetové zdroje

<<http://meteostanicesokolov.websnadno.cz>>.

<<http://daz.garten.cz/a/cz/1666-dreviny-pro-lesni-partie/>>.

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pinus_nigra_a1.jpg>.

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Borovice_%C4%8Dern%C3%A1>.

<http://www.mesarosova.cz/main.php?g2_itemId=967>.

<<http://www.profizahrada.cz/e/cz/623-borovice-cerna-pinus-nigra/>>.

<<http://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id13759/?taxonid=2327>>.

<<http://www.dmu.dk/en/air/models/background/trees/>>.

<http://www.zemedelka.opava.cz/nova_%20socka/smrky/smrk_omorika/smrk_omorika.htm>

.

<http://www.zemedelka.opava.cz/nova_%20socka/smrky/smrk_omorika/smrk_omorika.htm>

.

<<http://botany.cz/cs/picea-omorica/>>.

<<http://www.mapy.cz>>.

<<http://mapy.crr.cz>>.

7. Seznam příloh

Příloha č. 1: Tab. č. 2: Měsíční a roční úhrn srážek na výsypkách v oblasti SR (údaje v mm) [<http://meteostanicesokolov.websnadno.cz>](http://meteostanicesokolov.websnadno.cz).

Příloha č. 2: Tab. č. 4: Chemické vlastnosti půdních substrátů na výsypkách (Jonáš, Dimitrovský, 1972).

Příloha č. 3: Tab. č. 5: Chemické vlastnosti půdních substrátů na výsypkách (Jonáš, Dimitrovský, 1972).

Příloha č. 4: Tab. č. 6: Chemické vlastnosti půdních substrátů na výsypkách (Jonáš, Dimitrovský, 1972).

Příloha č. 5: Tab. č. 7: Chemické vlastnosti půdních substrátů na výsypkách (Jonáš, Dimitrovský, 1972).

Příloha č. 6: Obr.č.13: Letecký pohled na zájmové území s lokalizací jednotlivých výsypek [<http://www.mapy.cz >](http://www.mapy.cz).

Příloha č. 7: Obr. č. 14: Detail č. 1 – výsypka Gustav (*Pinus nigra*) [<http://www.mapy.cz >](http://www.mapy.cz).

Příloha č. 8: Obr. č. 15: Detail č. 2 – výsypka Gustav (*Picea omorica*) [<http://www.mapy.cz >](http://www.mapy.cz).

Příloha č. 9: Obr. č. 16: Detail č. 3 – výsypka Antonín (*Pinus nigra*, *Picea omorica*) [<http://www.mapy.cz >](http://www.mapy.cz).

Příloha č. 10: Obr. č. 17: Příklad označení měřiště na kmeni (foto autor).

Příloha č. 11: Obr. č. 18: Ukázka fytotoxických pásů na výsypce Gustav (foto autor).

Příloha č. 12: Obr. č. 19: Borovice černá (*Pinus nigra*) na výsypce Gustav (foto autor).

Příloha č. 13: Obr. č. 20: Smrk omorika (*Picea omorica*) na výsypce Gustav (foto autor).

Příloha č. 14: Obr. č. 21: Borovice černá (*Pinus nigra*) na výsypce Antonín (foto autor).

Příloha č. 15: Obr. č. 22: Smrk omorika (*Picea omorica*) na výsypce Antonín (foto autor).

Příloha č. 16: Řez sokolovskou pánví.

Příloha č. 1: Tab. č. 2: Měsíční a roční úhrn srážek na výsypkách v oblasti SR (údaje v mm) <<http://meteostanicesokolov.websnadno.cz>>.

Měsíc	Rok							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Leden	67,70	65,40	69,90	82,40	52,55	34,50	115,40	27,20
Únor	57,90	43,95	12,55	30,60	54,25	19,60	13,80	83,40
Březen	33,10	74,0	25,75	57,70	10,60	14,40	52,80	48,90
Duben	81,40	42,55	28,30	69,10	39,65	39,70	25,40	60,60
Květen	22,10	90,95	55,70	84,10	106,40	40,10	90,90	48,90
Červen	67,75	36,05	50,40	12,20	64,20	68,90	31,50	98,50
Červenec	129,55	146,0	65,40	22,40	79,95	49,10	49,90	51,90
Srpen	42,05	67,40	48,40	120,75	68,75	52,30	171,60	56,50
Září	57,95	40,25	4,55	11,0	88,30	47,70	39,90	54,50
Říjen	53,50	123,25	43,50	11,45	35,80	4,60	58,0	27,80
Listopad	27,95	70,85	23,90	37,20	35,20	31,60	32,90	64,40
Prosinec	46,85	30,54	67,40	27,45	21,30	71,90	78,90	80,10
celkem	687,50	831,19	495,65	566,35	656,95	474,40	761,0	703,20
Odchylka od ø 621 mm	+66,50	+210,19	-126,15	-54,65	+35,95	-146,60	+140,0	+82,0

Příloha č. 2: Tab. č. 4: Chemické vlastnosti půdních substrátů na výsypkách (Jonáš, Dimitrovský, 1972)

Výsypka	Hloubka odběru v cm	C celkem %	N celkem %	N přístupný mg 100g ⁻¹	% C HK	% C FK
Antonín	0 – 30	5,54	0,28	4,16	2,15	0,47
	0 – 30	4,02	0,21	3,46	2,07	0,45
	0 – 30	1,61	0,17	3,27	0,31	0,47
	0 - 40	6,19	0,28	3,73	3,73	0,46

Příloha č. 3: Tab. č. 5: Chemické vlastnosti půdních substrátů na výsypkách (Jonáš, Dimitrovský, 1972)

Výsypka	Hloubka odběru v cm	Sorpční komplex v % 100g ⁻¹					Výluh 20% HCl – údaje v %					
		H ₂ O	KCl	S	T	V	CaO	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₅	Al ₂ O ₃
Antonín	0 – 30	8,19	7,26	23,70	25,40	96,97	1,92	0,70	1,08	0,17	8,64	10,16
	0 – 30	8,44	7,51	24,00	25,00	96,00	1,64	0,46	0,87	0,14	6,22	10,10
	0 – 30	7,99	7,40	23,25	25,75	88,49	0,96	0,57	0,92	0,17	6,49	8,56
	0 - 40	7,53	6,98	14,10	19,60	71,93	0,72	0,48	0,47	0,17	7,56	10,94

Příloha č. 4: Tab. č. 6: Chemické vlastnosti půdních substrátů na výsypkách (Jonáš, Dimitrovský, 1972)

Výsypka	Hloubka odběru v cm	Sorpční komplex v % 100g ⁻¹					Výluh 20% HCl – údaje v %					
		H ₂ O	KCl	S	T	V	CaO	K ₂ O	MgO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₅	Al ₂ O ₃
Gustav	0 – 40	7,29	6,67	15,00	23,00	65,20	1,46	0,60	0,73	0,18	6,35	8,52
	0 – 30	7,95	7,41	17,00	20,00	85,00	0,94	0,55	0,62	0,14	7,19	10,18
	0 – 30	7,76	7,11	15,10	20,00	75,00	1,31	0,68	0,50	0,16	6,71	9,64
	0 – 30	6,90	6,24	19,10	22,10	86,42	0,82	0,53	0,76	0,19	7,43	10,35

Příloha č. 5: Tab. č. 7: Chemické vlastnosti půdních substrátů na výsypkách (Jonáš, Dimitrovský, 1972)

Výsypka	Hloubka odběru v cm	C celkem %	N celkem %	N přístupný mg 100g ⁻¹	% C HK	% C FK
Gustav	0 – 40	2,81	0,21	4,67	0,22	0,07
	0 – 30	2,71	0,14	3,70	0,30	0,03
	0 – 30	3,06	0,19	5,60	0,25	0,11
	0 – 30	2,03	0,20	5,13	0,22	0,10



Příloha č. 6: Obr. č. 13: Letecký pohled na zájmové území s lokalizací jednotlivých výsypek <<http://www.mapy.cz>>.



Příloha č. 7: Obr. č. 14: Detail č. 1 – výsypka Gustav (*Pinus nigra*) <<http://www.mapy.cz>>.



Příloha č. 8: Obr. č. 15: Detail č. 2 – výsypka Gustav (*Picea omorica*) <<http://www.mapy.cz>>.



Příloha č. 9: Obr. č. 16: Detail č. 3 – výsypka Antonín (*Pinus nigra*, *Picea omorica*)

<<http://www.mapy.cz>>.



Příloha č. 10: Obr. č. 17: Příklad označení měřistě na kmeni (foto autor)



Příloha č. 11: Obr. č. 18: Ukázka fytotoxických pásů na výsypce Gustav (foto autor)



Příloha č. 12: Obr. č. 19: Borovice černá (*Pinus nigra*) na výsypce Gustav (foto autor)



Příloha č. 13: Obr. č. 20: Smrk omorika (*Picea omorica*) na výsypce Gustav (foto autor)



Příloha č. 14: Obr. č. 21: Borovice černá (*Pinus nigra*) na výsypce Antonín (foto autor)



Příloha č. 15: Obr. č. 22: Smrk omorika (*Picea omorica*) na výsypce Antonín (foto autor)