

Výzkum modřínových populací v rekultivačním lesnickém arboretu Antonín a na ostatních výsypkách

Ing. Miroslav Kunt, Ph.D., RNDr. Jan Jehlička, CSc., Ing. Konstantin Dimitrovský, Ing. Ondřej Vanc, RNDr. Oldřich Vacek, CSc.

Katedra zahradní a krajinné architektury FAPPZ ČZU, Kamýcká 129, Praha 6 – Suchbátka; kunt@af.czu.cz

Přijato: 31. 1. 2018, recenzováno: 9. 2. a 9. 5. 2018

Abstrakt

Výzkumy lesnické rekultivace prováděné již od roku 1961 s pěstováním modřínů, zejména jesenického, jednoznačně prokázaly, že tato dřevina je velmi perspektivní i pro atypická stanoviště, jakými jsou i stanoviště výsypková. Rozpracovanost zakládání a pěstování modřínových kultur a porostů na výsypkových stanovištích je v současné době na takové úrovni, že může být použita bez dalších úprav a metodických pokynů ve velkoplošné rekultivační praxi. Příspěvek rozšiřuje teoretické a praktické znalosti v oboru rekultivační dendrologie a pěstování lesa.

Research of larch populations in forestry reclamation arboretum Antonín and other mining dumps

The research of forestry reclamation carried out since 1961 with the cultivation of larch, in particular the “jesenicky” sort (*Larix decidua*), clearly showed that this wood species is very promising even for atypical habitats, such as the habitats of mining dumps. Work in the creation and cultivation of larch stands on mining dump habitats is currently at a level that can be used without further modification and methodological instructions in the large-scale reclamation practice. The article extends the theoretical and practical knowledge in the field of reclamation dendrology and forest rehabilitation.

Untersuchung der Lärchenpopulationen im forstlichen Rekultivierungsarboretum Antonín und auf anderen Kippen

Untersuchungen der bereits seit 1961 umgesetzten forstlichen Rekultivierung mit dem Anbau von Lärchen, besonders Sudetenlärchen, haben eindeutig nachgewiesen, dass diese Holzart auch für atypische Standorte, wie zum Beispiel auch Kippenstandorte sind, sehr perspektivisch ist. Der Fertigungsgrad der Gründung und Pflanzung von Lärchenkulturen und Beständen ist gegenwärtig auf solch einem Niveau, dass er ohne weitere Anpassungen und methodische Hinweise in der großflächigen Rekultivierungspraxis eingesetzt werden kann. Der Beitrag erweitert theoretische sowie praktische Kenntnisse im Bereich der Rekultivierungsdendrologie und des Waldbaus.

Klíčová slova: rekultivační lesnické arboretum, rekultivace, výsypky, antropogenní substrát, terciér, jíly, jílovce, dendrologie, dendroindikace, geologická epocha.

Keywords: forestry reclamation arboretum, reclamation, mining dumps, anthropogenic substrate, tertiary period, clays, mudstones, dendrology, dendro-indication, geological epoch.

1 Úvod

Dokladem zájmu o řešení problémů obnovy krajiny formou rekultivace (zemědělské, lesnické, hydričké a ostatní) v naší republice jsou vydané zákony a vyhlášky (celkem 23 zákonů a 26 vyhlášek). Naším vstupem do EU byla problematika rekultivací uvedenými zákony a vyhláškami hodnocena jako nadčasová. V dlouhodobém procesu osvojování lesa vznikajícího na tzv. antropogenních substrátech na všech recentních útvech (výsypky, odvaly, haldy, složiště, odkaliště, skládky odpadů sídelních obcí – TOSO apod.) měla, má a bude mít dendrologie, jako představitelka lesnických věd, své centrální postavení. Zakládání lesních porostů, zejména na výsypkových stanovištích, má v České republice dlouhodobou tradici. První pokusy zalesňování antropogenních substrátů vzniklých uložením nadložních hornin (zemin, sedimentů) po hlubinné těžbě byly v podmínkách ČSR uskutečněny na dvou plošně malých výsypkách (Bohemia – 3,4 ha; Vilém – 7,8 ha) v oblasti sokolovské hnědouhelné pánve již v letech 1932–1934. Zpracované dendro-

logické základy pro pěstování lesních porostů na antropogenních substrátech se opírají o více než 50leté experimentální výsledky a zkušenosti [21].

Dendrogeografie na výsypkách sokolovské a severočeské pánve v současnosti odráží jak znaky společné (antropogenní substráty vesměs jílovité povahy – terciérní jíly cyprisorové a vulkanodetritické série, šedé a žluté jíly, geomorfologické znaky nově vzniklých recentních útvarů – výsypek vnitřních, vnějších, převýšených a úrovnových, imisní zatížení SO_2 , F, NO_2 , prach, demografickou architekturu hornické krajiny, dobu zakládání lesních kultur, způsoby péče o založené kultury apod.), tak znaky odlišné (přípravu substrátů před zalesněním, volbu druhové skladby, způsoby zakládání kultur, pěstebně výchovné zásahy, hnojení, kvalitu lesních kultur a zejména lesních porostů na výsypkových stanovištích apod.).

Námi prováděná dendroindikace modřínů (metoda umožňující hodnocení společných a rozdílných nároků zkoumaných kultur založených na atypických výsypkových stanovištích

v závislosti na jejich věku, vzrůstu a vývoji) se opírá o celou řadu experimentálních výsledků jak dendrologického [48,49,50], tak i pedologického [31,35], hydopedologického [37,38,39] klimatického a mikrobiologického [16,23,24] charakteru [20].

Výsypková stanoviště, jak se mnohokrát ukázalo, jsou přímo ideálním objektem (stanovištěm) pro základní i aplikovaný výzkum týkající se dendroekologických vlastností a zejména proměnlivosti dřevin vyjádřených:

- homogenním substrátem, tj. geologicko-petrografickým a mineralogickým složením,
- primární potenciální úrodností, tj. množstvím disponibilních chemických prvků minerální povahy,
- strukturou a texturou sedimentů skrývaného nadloží v první fázi rekultivačního cyklu,
- genetickou výbavou dřevin,
- mortalitou druhů dřevin listnatých a jehličnatých,
- vývojem a růstem dřevin z různých geografických oblastí,
- změnou morfogenních vlastností dřevin v různých fázích vývoje,
- ontogenezí a fylogenezí druhů dřevin,
- vývojem genotypů a fenotypů, a konečně
- celkovou evolucí lesa pěstovaného na výsypkách v tzv. geologické epoše apod. [48,49,50,18,19,20,25,26,36].

2 Cíl

Cílem předložené práce je zhodnocení podrobného výzkumu jednotlivých druhů modřinů pěstovaných na atypických půdních materiálech (výsypkových substrátech), který se prováděl v rámci ověřování i ostatních jehličnatých dřevin z různých kontinentů (S. Amerika – např. *Pinus contorta* subsp. *latifolia*, *Pinus contorta* subsp. *contorta*, Asie – např. *Larix sibirica* apod.) a doporučení jejich vhodného zastoupení při obnově lesních porostů na výsypkových stanovištích.

3 Materiál a metody

Pro založení pokusných ploch s *Larix decidua* a dalšími druhy modřinů byly vybrány tyto výsypky:

1) Vilém

- celková rozloha 7,2 ha,
- období založení 1932–1934,
- způsob založení: ve skupinách rozdílných velikostí a geometrických tvarů,
- druhová skladba:
 - a) v monokulturách,
 - b) ve směsi se smrkem ztepilým,
- antropogenní substrát:
 - a) jíly cyprisové série,
 - b) jíly cyprisové a vulkanodetrinitické série.

2) Dvory (Dukla)

- celková rozloha 95 ha,
- období založení 1963–1966,

- způsob založení: ve skupinách rozdílných velikostí a geometrických tvarů,
- druhová skladba:
 - a) v monokulturách,
 - b) ve směsích s listnáči (lípa srdčitá, habr obecný, javor klen),
 - c) ve směsi se smrkem ztepilým, borovicí lesní, borovicí černou, douglaskou tisolistou,
- antropogenní substrát:
 - a) porcelanity (tj. vypálené jíly cyprisové série zemními požáry),
 - b) jíly cyprisové série,
 - c) směsi porcelanitů a jílu cyprisové série.

3) Velký Riesel

- celková rozloha 23 ha,
- období založení 1963–1965,
- způsob založení: ve směsích,
- druhová skladba:
 - a) ve směsi s habrem obecným,
 - b) ve směsi s dubem letním,
 - c) ve směsi s lípou srdčitou,
- antropogenní substrát:
 - a) jíly cyprisové a vulkanodetrinitické série,
 - b) směs jílu cyprisové série a porcelanitu v poměru cca 3 : 1.

4) Antonín – 1. rekultivační lesnické arboretum

- celková rozloha 164 ha,
- období založení 1969–1974,
- způsob založení: ve skupinách různých tvarů a velikostí,
- druhová skladba:
 - a) v monokulturách,
 - b) ve směsích s listnáči a jehličnany (habr obecný, lípa srdčitá, javor klen a mléč, dub letní, zimní, borovice lesní, borovice černá, smrk ztepilý, olše lepkavá, jilm horský, douglaska tisolistá, borovice vejmutovka, smrk omorika, smrk černý, jedle obrovská, jedle řecká a další,
- antropogenní substrát:
 - a) jíly cyprisové série,
 - b) jíly cyprisové a vulkanodetrinitické série,
 - c) směsi obou výše uvedených jílu a porcelanitu.

5) Velká Loketská

- celková rozloha 502 ha,
- období založení 1989–1991,
- způsob založení: ve skupinách různých tvarů a velikostí,
- druhová skladba:
 - a) v monokulturách,
 - b) ve směsích s borovicí lesní, borovicí černou, borovicí pokroucenou, smrkem ztepilým,
- antropogenní substrát:
 - a) jíly cyprisové série,
 - b) jíly cyprisové a vulkanodetrinitické série,
 - c) kvartérní zeminy (písky, štěrkopísky).

Po roce 1995 byla prosperita modřinových populací ověřena rovněž v oblasti severočeské hnědouhelné pánve na výsypkách v oblasti Chomutovska (Pruněrov, Merkur, Březno).

Na vybraných výsypkách Vilém, Velký Riesel a Antonín byly vytvořeny pokusné plochy čtvercového tvaru o rozměru 10 x 10 m, na kterých byl dále prováděn monitoring zde rostoucích dřevin (viz tab. 2). V rámci tohoto monitoringu byl zjištěn spon jednotlivých dřevin, jejich věk, změřena jejich průměrná výška a na základě znalosti výsadbového sponu stanovena jejich mortalita. Na výsypce Vilém bylo vytvořeno 20 pokusných ploch (10 *Larix Ssp.* monokultury, 10 *Larix Ssp.* mixed with *Picea abies*). Na výsypce Velký Riesel bylo vytvořeno 30 pokusných ploch (10 *Larix Ssp.* mixed with *Carpinus betulus*, 10 mixed with *Quercus robur* and 10 mixed with *Tilia cordata*). Na výsypce Antonín bylo vytvořeno 100 pokusných ploch (10 *Larix Ssp.* monokultury, 10 *Larix Ssp.* mixed with *Tilia cordata*, 10 mixed with *Acer platanoides*, 10 mixed with *Alnus glutinosa*, 10 mixed with *Quercus robur*, 10 mixed with *Carpinus betulus*, 10 mixed with *Pinus sylvestris*, 10 mixed with *Pseudotsuga menziesii*, 10 mixed with *Picea omorika*, 10 mixed with *Ulmus glabra*).

Na všech třech vybraných výsypkách (Vilém, Velký Riesel, Antonín) byly provedeny odběry vzorků antropogenních sub-

strátů za účelem zjištění zastoupení základních chemických prvků a jejich vlivu na růst a vývoj modřínových populací. Tyto odběry byly provedeny na každém typu *Larix Ssp.* populace na příslušné výsypce.

4 Historický nástin

Základním vodítkem pro volbu jednotlivých způsobů rekultivace (zemědělská, lesnická, hydrická a tzv. ostatní) se staly vypracované generely rekultivací pro oblasti severočeskou [32] a sokolovskou [1]. Obsahem obou generelů byla hlavně problematika skrývaného nadloží ukládaného na výsypkách v obou revírech a jeho produkční schopnost. Všeobecně rekultivační systém, jenž byl zvolen v naší republice, byl ve srovnání s ostatními státy zabývajícími se podobnou problematikou (NSR, NDR, Polsko, Anglie apod.) zcela originální, a proto se začalo mluvit i o tzv. „české rekultivační škole.“

Zatímco v základní dendrologii a aplikovaných oborech existuje v naší i zahraniční literatuře určitý ustálený fond, obor rekultivační dendrologie nemá kromě některých dílčích

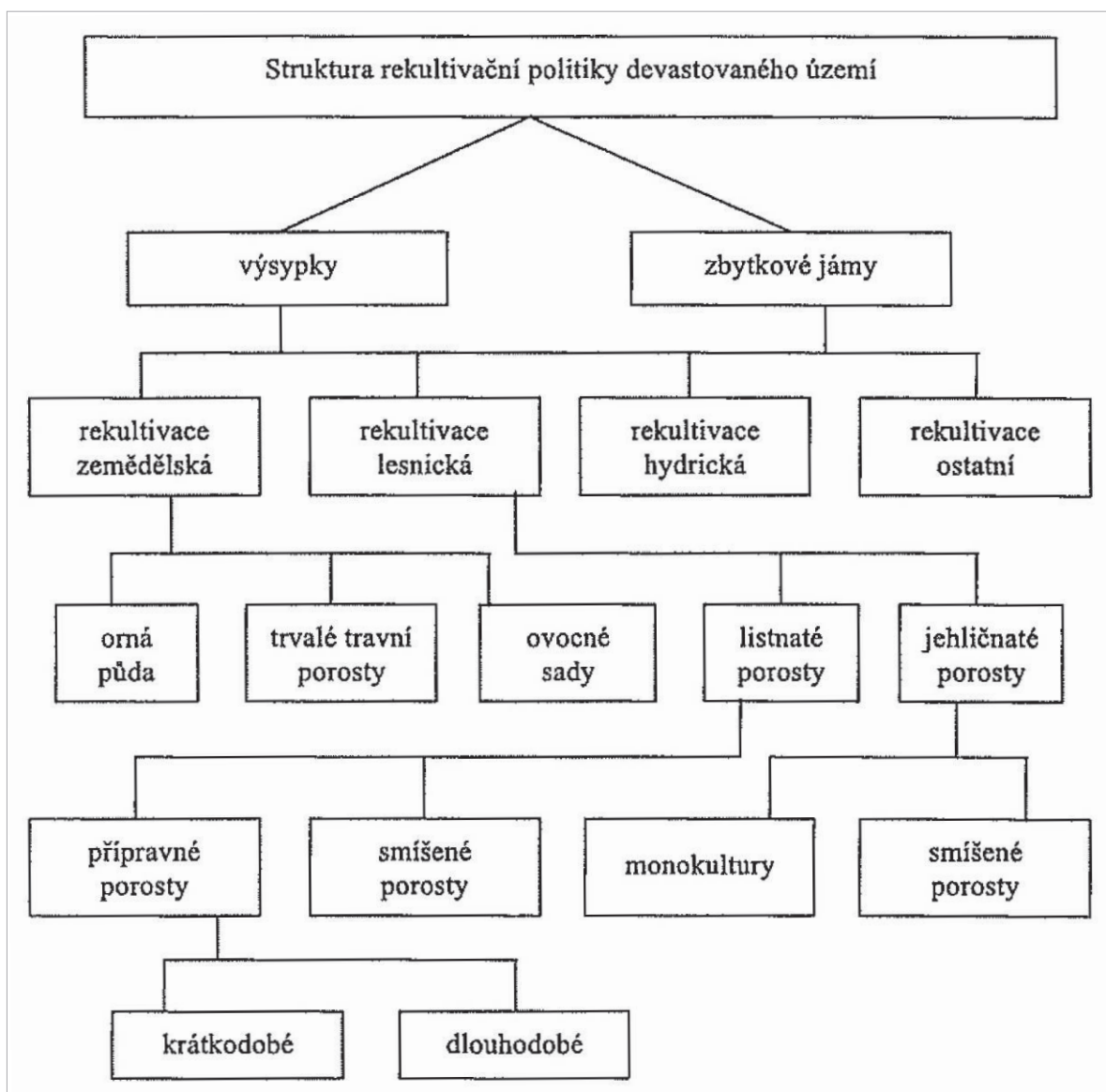


Schéma č. 1: Systém řešení rekultivační problematiky.



Obr. 1: Celkový pohled na lesnické rekultivační arboretum Antonín v bezprostřední blízkosti města Sokolova (v pravé dolní polovině snímku). Celková rozloha arboreta je 165 ha.

prací [3,4,6,7,8,9,12,13,17,28,32,33,34] potřebný dendrologický základ umožňující hlubší studium novodobé problematiky lesnické rekultivace antropogenních substrátů vyskytujících se v morfologických útvarech výsypek, odvalů, hald, složišť, odkališť, případně skládek tuhých odpadů sídelních obcí.

Je pochopitelné, že zpracování potřebných dendrologických poznatků, využitelných velkoplošným způsobem v rekultivační praxi, se již od prvopočátku očekávalo především od rekultivačního výzkumu [5,13,14,27,34,47]. Celkový systém řešení rekultivační problematiky, tj. těžba uhelné sloje, vznik antropogenních stanovišť ve formě výsypek, způsoby rekultivace zemědělské, lesnické, hydričké [10,11] a tzv. ostatní, je znázorněn v grafickém schématu č. 1.

Neodkladná potřeba stanovení optimálních dendrologických základů pro zakládání a pěstování lesa na výsypkových stanovištích koncem padesátých let minulého století vedla k zakládání celé řady rozsáhlých výzkumných ploch trvalého charakteru jak v oblasti severočeské, tak, a to zejména, v oblasti sokolovské hnědouhelné pánve (viz obrázky č. 1, 2, 3 a 4).

První pokusné plochy v severočeské pánvi byly založeny na výsypkách Lotta Marie, Úžín a Československé armády [33,34] pouze z listnatých druhů dřevin; v sokolovské pánvi na výsypkách Velký Riesel, Dvory a Medard pak částečně z listnatých, zejména však z jehličnatých dřevin [7,8,28,17] (viz obrázky č. 2, 3).

Z dendroekologických a rekultivačních hledisek poskytuje pro obnovu lesa na devastovaných stanovištích trvale neocenitelné služby jedinečné lesnické rekultivační arboretum na výsypce Antonín založené v letech 1968–1974 (viz obrázek č. 1).

K zakládání smíšených lesních kultur na výsypkách severočeské hnědouhelné pánve především v oblasti Chomutovska (výsypky Pruněrov, Merkur, Březno) [13] jsme přistoupili až po roce 1990 (viz obrázky č. 4, 5, 6), kdy byla i zde problematika lesnické rekultivace řešena podle osvědčených způsobů aplikovaných na výsypkách Sokolovska.

Zde je třeba poznamenat, že celý proces analytických a syntetických rekultivačních dendrologických základů je řešen

systémem i charakter nadloží (viz graf 1) - antropogenní substrát – voda – dřevina – ovzduší.

Získání vědecky podložených poznatků v pestrých a složitých „půdních“ (geologicko-petrografických) materiálech [29] (viz obrázek č. 7) byl úkol nelehký jak po stránce laboratorních analýz (minerologie viz tab. 1, půdní chemie viz tab. 2, půdní fyzika viz tab. 3, hydropedologie viz tab. 4, mikrobiologie viz tab. 5) [45], tak i dendrologických šetření. Vzhledem k rozpracovanosti problematiky pěstování modřínu na výsypkových stanovištích již od roku 1958 do současnosti v oblasti sokolovské hnědouhelné pánve uvádíme v tabelárním přehledu pedogenetický vývoj výsypkových substrátů pod pěstovanými porosty modřínu v monokulturách a ve směsích.

Taxativní výzkumy pěstování modřínu opadavého (*Larix decidua* Mill.), modřínu opadavého jesenického (*Larix decidua* var. *sudetica* Dom.) a v omezené míře modřínu sibiřského (*Larix sibirica* Ledeb.) a konečně modřínu dahurského (*Larix gmelinii* Rupr.) Kuzen. se na výsypkách Sokolovska provádějí postupně od roku 1964. Naše geobotanická šetření odvozená při pěstování modřínu v tzv. geologické epoše, tj. v počátečním období při zalesňování horninotvorných materiálů na výsypkách [12,24,25], jsou z rekultivačních dendrologických aspektů dosti významná, a to proto, že indikují interakci druhů



Obr. 2: Nejstarší porost modřínu opadavého sudetského (*Larix decidua* var. *sudetica*) v naší republice na výsypce Vilém. Antropogenní substrát – jíly cyprisosé a vulkanodetritické série.



Obr. 3: Porost modřínu opadavého sudetského (*Larix decidua* var. *sudetica*) založeného v roce 1968 v lesnickém rekultivačním arboretu Antonín s přirozenou obnovou douglasky tisolisté. Antropogenní substrát – směs jílu cyprisového a vulkanodetritického souvrství a uhelných mourů v poměru 2 : 1.

a potomstev dílčích populací na určitá vývojová stadia antropogenních substrátů v posloupnosti počínaje protopedoprofilu přes mezopedoprofilu až po telopedoprofilu (viz obrázek č. 7).

5 Stručná charakteristika antropogenních substrátů

Pedologickou charakteristikou výsypkových antropogenních substrátů rozumíme určité systematické třídění podle geologicko-petrografických genetických znaků skrývaných nadložních hornin (sedimentů) navrstvených na povrch výsypek. Tato charakteristika je založena na stálých i měnících se makroskopických vlastnostech, na chemických, fyzikálních a hydropedologických analýzách a produkčních vlastnostech výsypkových substrátů. Jako hlavní měřítko při zjišťování důležitých produkčních vlastností byly vzaty primární vlastnosti vyjádřené geologicko-petrografickým složením povrchových vrstev profilu a změny půdotvorných procesů vlivem půdotvorných účinků pěstovaných listnatých a jehličnatých dřevin a jejich směsí. Srovnáme-li chemismus antropogenních substrátů složených vesměs z jílu a jílovců cyprisové a vulkanodetritické série, šedých a žlutých jílu na všech zájmových výsypkách, zjistíme, že se v mnoha případech rozborů více nebo méně liší v

přímé závislosti na stupni desagregace (rozpadu) zpevněných forem jílovců kompaktních, jílovců s naznačenými plochami odlučnosti a jílovců lístkovité odlučnosti [47].

Desagregační a půdotvorný proces je vyjádřen ve změnách:

- chemizmu,
- fyzikálních vlastností,
- struktury a textury zemin,
- organické půdní složky,
- vodního, vzdušného a teplotního režimu (viz vybrané údaje uvedené v tab. 1–5).

Během 45letého sledování jednotlivých profilů pod rozdílně založenými modřínovými porosty byla věnována také pozornost zvětrávacímu procesu, hlavně u povrchových vrstev profilů (< 50 cm), které desagregaci nejvíce podléhají. Podle makroskopických změn se usuzuje, že k mechanickému rozpadu dochází pozvolna pouze do hloubky okolo 40 cm. Hlubší vrstvy profilů nevykazují téměř žádné makroskopické změny.

Na základě provedených makroskopických pozorování, fyzikálních laboratorních analýz i koeficientu hydraulické vodivosti (infiltrační schopnosti stanovené válcovými infiltrometry zaplavenou plochou) [20,22,32,34,39,40,41,46,47] během vegetačního období v jednotlivých letech lze odvodit tyto závislosti:

1. Desagregace kompaktních cyprisových jílovců i jílovců s naznačenými plochami odlučnosti nebo s lístkovitou odlučností představuje dlouhodobý půdotvorný proces. Nejdelší desagregační průběh vykazují kompaktní jílovce (jejich výskyt je však vázán na spodní bagrové řezy – těsně nad uhelnou slouj).
2. Se zvětšujícím se stupněm desagregace klesá infiltrace srážkové vody do hlubších vrstev profilů a teplota zemin, ale zvyšují se okamžitá vlhkost i maximální vodní kapacita [15].
3. Cyprisové nedesagregované jíly pocházející většinou z hlubších vrstev nadloží mají při neuspořádaném navrstvení na povrch výsypek, tj. z hlediska směru ploch vrstevnatosti v poloze horizontální i vertikální, větší obsah půdního vzduchu, vyšší teplotu, a tím i lepší infil-



Obr. 4: Pokusné plochy modřínu opadavého sudetského (*Larix decidua* var. *sudetica*) založené ve skupinách. Antropogenní substrát – směs šedých jílu a porcelanitů v poměru cca 1 : 3.



Obr. 5: Způsob pěstování modřínu opadavého sudetského (*Larix decidua* var. *sudetica*) ve směsi s lípou srdčitou a javorem kleinem v poměru 1 : 1. Antropogenní substrát – směs šedých a žlutých jílu.

trační schopnost srážkové vody jako jediného zdroje půdní vláhy.

- Desagregované formy cyprisových miocenních jílu působením srážkové vody na povrchu silně bobtnají, čímž



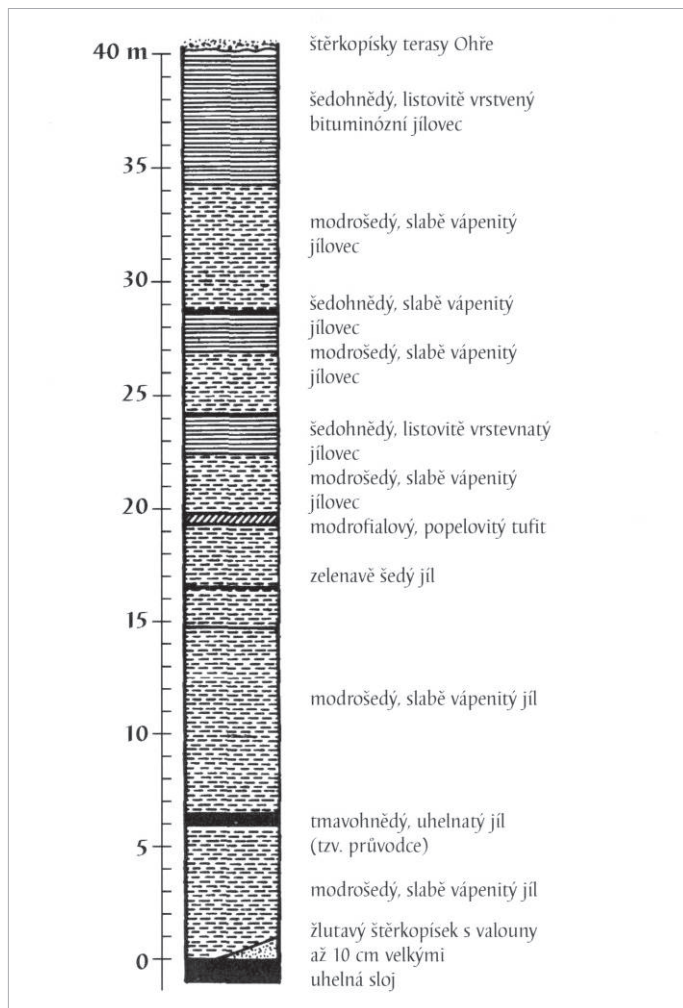
Obr. 6: Bloky jílovce nadložního souvrství částečně se rozpadající podle ploch vrstevnatosti. Lom (povrchový důl) Jiří, sv. od Sokolova.

dochází k zamokření. V opačném případě se při vysychání zase smršťují za vzniku velkého množství trhlin, které přispívají ke značným ztrátám vody z povrchových vrstev profilů.

- Ze zjištěných výsledků chemických analýz průběžně prováděných v období 1962–2012 vyplývá, že jde vesměs o jílovité antropogenní substráty s reakcí neutrální, mírně kyselou až mírně alkalickou v celé rhizosférické hloubce profilů a níže, neboť jde vesměs o analogický geologicko-petrografický a mineralogický substrát. Jelikož se na Sokolovsku jedná o substráty výsypky jílovité povahy (cca 90 %), není třeba se v budoucnu obávat podstatných změn v aciditě jílu cyprisové a vulkanodetritické série. Podobný průběh změn acidity z provedených chemických, fyzikálních a hydropedologických analýz budou mít i antropogenní substráty složené ze šedých i žlutých jílovců v oblasti Dolů Nástup Tušimice (výsypky Pruněrov, Merkur a Březno).
- Okamžitý obsah výměnných bází (S) hodnotíme na výsypce Dvory jako střední, na výsypkách Antonín, Velký Riesel a Velká Loketská jako vysoký až velmi vysoký. Kationtová výměnná kapacita (KVK), dříve označovaná symbolem (T), se pohybuje u všech zkoumaných profilů pod volenými směsmi modřínu s ostatními dřevinami (celkem 21) a pod „čistými“ porosty

Tab. 1: Mineralogické složení výsypkových substrátů.

Mineralogické a ostatní frakce	zastoupení v %
montmorillonit	30,4
illit	28,0
kaolinit	16,6
křemen	16,4
karbonáty	5,0
organika	3,6
Σ	100



Graf 1: Profilová charakteristika nadložních hornin (zemín) a uhelné sloje v oblasti sokolovské hnědouhelné pánve.

Tab. 2: Chemické vlastnosti výsypkových substrátů (Mehlich – údaje v %).

Číslo vzorku	pH		C _{ox}	H	CaCO ₃	Ca	Mg	K	P	S	T	V
	H ₂ O	KCl	%	Výměn.	%	mg/kg				mmol/100g		%
1	7,16	6,57	1,64	5,60	0,35	1 830	830	390	2	28,15	35,6	89,5
2	7,24	6,75	1,87	6,10	0,20	1 690	690	410	< 1	31,40	33,9	90,4
3	7,51	6,80	0,92	3,80	0,42	1 940	820	815	< 1	30,10	30,5	100,0
4	6,83	6,65	0,58	4,20	0,22	1 660	560	370	< 1	20,80	22,0	93,2
5	6,50	6,10	1,90	3,35	0,25	1 970	630	450	< 1	21,50	32,1	59,6
6	7,72	7,26	2,04	5,40	0,40	1 830	950	860	< 1	20,20	34,8	94,6
7	7,12	6,48	2,16	3,90	0,25	1 790	640	490	< 1	26,10	28,3	94,7
8	7,05	6,72	1,77	5,30	0,38	1 680	480	380	3	21,00	34,7	89,3

Tab. 3: Fyzikální vlastnosti (momentální vlhkost W a maximální kapilární nasáklivost N) výsypkových substrátů.

Výsypka	Hloubka odběru (cm)	Jaro		Léto		Podzim	
		W	N	W	N	W	N
Vilém	0–5	47,40	50,40	28,50	49,35	36,20	49,95
	5–10	44,30	49,50	32,00	50,20	47,34	50,40
	10–20	42,90	50,60	53,10	51,40	46,90	50,92
	20–40	37,80	48,30	42,00	50,00	44,40	51,55
	40–60	43,90	47,20	43,15	48,60	41,80	47,15
	60–80	39,30	41,60	46,00	50,30	46,25	50,02
	80–100	42,00	45,00	44,20	48,00	42,65	47,03
Velký Riesel	0–5	22,10	26,40	13,35	29,00	21,30	17,52
	5–10	26,80	29,30	18,10	30,90	18,89	26,70
	10–20	35,10	31,35	28,40	39,65	21,14	29,10
	20–40	39,20	51,45	31,55	42,30	32,55	41,36
	40–60	42,80	47,70	40,15	45,80	38,19	44,28
	60–80	45,00	49,45	42,30	49,00	42,10	46,80
	80–100	40,15	45,10	38,10	46,50	37,45	43,95

Tab. 4: Hydropedologické vlastnosti výsypkových substrátů.

Hloubka profilu [cm]	Maximální kapilární vodní kapacita (% obj.)	Bod vadnutí (% obj.)	Využitelná vodní kapacita (% obj.)	Objemová hmotnost [g.cm ⁻³]
0–5	36,70	23,92	12,81	1,20
5–10	37,85	28,93	9,02	1,43
10–20	36,75	28,91	10,44	1,47
20–40	30,52	24,21	6,35	1,74
Zrnitostní rozbor				
[cm]	< 0,01 mm	0,01–0,05 mm	0,05–0,1 mm	0,1–2,0 mm
0–10	73,7	13,7	5,5	7,1
10–20	78,9	15,2	3,6	2,2
20–40	52,3	15,2	6,8	25,7

v rozpětí od 24 do 32 mmol/100 g. Tyto hodnoty naznačují, že jde o vysokou až velmi vysokou KVK. Velmi příznivý sorpční komplex kromě jiného, podle našich podrobných šetření v letech 1960–1985, výrazným způsobem ovlivňuje aciditu substrátů způsobenou imisní zátěží SO₂ [10,28].

7. Obsah organické půdní složky stanovený C_{ox} je u výsypkových substrátů dvojího původu:

- primárního, obsaženého v nadložní jílovité hmotě,
- sekundárního, postupně dodávaného vegetačním krytem.

Tab. 5a: Mikrobiologické vlastnosti výsypkových substrátů – KTJ/g substrátu - výsypka

Číslo vzorku	Doba odběru	Hloubka odběru [cm]	Masopeptonový agar aerobní		Thorthonův agar aerobní		Jensenův agar	Asbyho agar	% vlhkosti
			Baktérie	Spóry	Baktérie	Aktinomycety	Plísně	Azotobacter	
3	duben	0–7	8,98.10 ⁶	6,64.10 ⁴	3,59.10 ⁷	7,18.10 ⁶	2,60.10 ⁵	< 1	44,42
	květen		2,01.10 ⁷	3,47.10 ⁵	1,29.10 ⁷	N	8,28.10 ⁴	< 1	40,24
	červen		2,82.10 ⁷	4,97.10 ⁵	2,43.10 ⁷	4,14.10 ⁵	1,72.10 ⁵	< 1	39,63
	červenec		3,00.10 ⁶	9,24.10 ⁴	7,06.10 ⁶	7,51.10 ⁴	1,50.10 ⁵	< 1	33,44
	srpen		7,40.10 ⁶	6,72.10 ⁴	1,89.10 ⁷	2,24.10 ⁵	1,53.10 ⁵	< 1	33,07
	říjen		1,26.10 ⁷	9,13.10 ⁴	6,77.10 ⁶	4,72.10 ⁵	8,50.10 ⁴	< 1	36,46
	průměr		1,33.10 ⁷	1,93.10 ⁵	1,78.10 ⁷	1,50.10 ⁶	1,50.10 ⁵	< 1	37,86
4	duben	7–30	2,70.10 ⁶	5,18.10 ³	1,12.10 ⁷	2,16.10 ⁵	9,85.10 ³	< 1	30,45
	květen		1,13.10 ⁶	4,61.10 ⁴	5,19.10 ⁶	1,46.10 ⁵	7,24.10 ³	< 1	31,66
	červen		1,06.10 ⁷	3,60.10 ⁴	1,97.10 ⁷	1,50.10 ⁵	1,46.10 ⁴	< 1	33,39
	červenec		2,73.10 ⁶	1,05.10 ⁴	3,61.10 ⁶	8,11.10 ⁵	3,17.10 ³	< 1	32,18
	srpen		4,00.10 ⁶	8,44.10 ⁴	8,22.10 ⁶	4,52.10 ⁵	3,54.10 ³	< 1	33,69
	říjen		3,20.10 ⁶	4,17.10 ⁴	3,87.10 ⁶	2,98.10 ⁵	1,06.10 ⁴	7,00.10 ⁰	32,87
	průměr		4,06.10 ⁶	3,73.10 ⁴	8,63.10 ⁶	3,45.10 ⁵	8,16.10 ³	1,67.10 ⁰	32,20
5	duben	30–60	3,59.10 ⁵	4,30.10 ²	1,63.10 ⁶	7,89.10 ⁴	4,81.10 ³	2,90.10 ¹	30,31
	květen		7,03.10 ⁵	1,78.10 ³	3,34.10 ⁶	7,10.10 ⁴	1,78.10 ³	< 1	29,58
	červen		1,61.10 ⁶	1,44.10 ³	3,10.10 ⁶	2,16.10 ⁵	5,26.10 ³	< 1	30,60
	červenec		4,60.10 ⁵	2,78.10 ³	3,38.10 ⁶	3,48.10 ⁴	1,18.10 ³	< 1	28,20
	srpen		2,57.10 ⁶	2,10.10 ⁴	7,89.10 ⁶	1,37.10 ⁵	2,40.10 ³	< 1	27,09
	říjen		9,68.10 ⁵	1,66.10 ⁴	1,67.10 ⁶	4,15.10 ⁴	2,00.10 ³	7,60.10 ¹	27,69
	průměr		1,11.10 ⁶	7,33.10 ³	3,45.10 ⁶	9,65.10 ⁴	2,90.10 ³	1,75.10 ¹	28,91

Tab. 5b: Mikrobiologické vlastnosti výsypkových substrátů – KTJ/g substrátu - výsypka Velký

Číslo vzorku	Doba odběru	Hloubka odběru [cm]	Masopeptonový agar aerobní		Thorthonův agar aerobní		Jensenův agar	Asbyho agar	% vlhkosti
			Baktérie	Spóry	Baktérie	Aktinomycety	Plísně	Azotobacter	
1	duben	0–20	5,5.10 ⁶	6,37.10 ³	1,14.10 ⁷	4,34.10 ⁵	2,75.10 ⁴	< 1	30,96
	květen		1,07.10 ⁷	4,12.10 ⁴	1,04.10 ⁷	2,21.10 ⁵	1,37.10 ⁴	< 1	32,08
	červen		1,29.10 ⁷	1,10.10 ⁴	1,85.10 ⁷	4,27.10 ⁵	1,66.10 ⁴	7,26.10 ²	29,72
	červenec		8,26.10 ⁶	2,41.10 ⁴	2,27.10 ⁷	1,38.10 ⁶	4,20.10 ³	< 1	27,39
	srpen		1,81.10 ⁷	3,22.10 ⁷	2,97.10 ⁷	2,12.10 ⁶	4,11.10 ³	< 1	29,42
	říjen		1,06.10 ⁷	7,32.10 ³	1,03.10 ⁷	5,53.10 ⁵	5,11.10 ⁴	< 1	27,62
	průměr		1,10.10 ⁷	2,03.10 ⁴	1,71.10 ⁷	8,55.10 ⁵	1,95.10 ⁴	1,21.10 ²	29,53
2	duben	20–60	3,30.10 ⁵	7,00.10 ¹	1,87.10 ⁶	4,21.10 ⁴	3,51.10 ³	7,00.10 ¹	28,79
	květen		1,08.10 ⁶	8,96.10 ³	2,28.10 ⁶	< 1	5,19.10 ³	2,10.10 ¹	29,73
	červen		2,66.10 ⁶	6,58.10 ³	2,52.10 ⁶	< 1	5,04.10 ³	2,10.10 ¹	28,59
	červenec		3,86.10 ⁶	7,86.10 ³	1,17.10 ⁷	2,66.10 ⁴	3,00.10 ³	1,53.10 ²	24,94
	srpen		4,99.10 ⁵	3,94.10 ³	3,15.10 ⁶	6,56.10 ⁴	1,77.10 ³	5,97.10 ²	23,80
	říjen		2,44.10 ⁶	2,84.10 ⁴	4,88.10 ⁶	2,71.10 ⁴	5,53.10 ³	1,30.10 ¹	26,19
	průměr		1,81.10 ⁶	9,30.10 ³	4,40.10 ⁶	2,69.10 ⁴	4,00.10 ³	1,45.10 ²	27,00

Průměrný obsah u zkoumaných profilů se pohybuje v širokém spektru, a to od 0,9 do 3,7 C_{ox}.

Obsah přijatelných živin, stanovený podle Mehlicha, je ve volených porostních skladbách modřínů na jednotlivých výsypkách na základě stanovených průměrných hodnot chemických prvků vyhodnocen v tabulce 6.

Hodnocení uvedených obsahů jednotlivých prvků je následující:

- Ca - vysoký až velmi vysoký,
- Mg - velmi vysoký,
- K - vysoký až velmi vysoký,
- P - nízký.

Tab. 6: Chemismus výsypkových substrátů.

Výsypka	Ca [mg·kg ⁻¹]		Mg [mg·kg ⁻¹]		K [mg·kg ⁻¹]		P [mg·kg ⁻¹]	Stupeň desagregace
	Od	Do	Od	Do	Od	Do		
Antonín	1 620	1 930	560	1 230	260	370	< 1	Velmi nízký až nízký
Dvory	1 530	1 750	490	710	350	410		Střední
Velká Loketská	1 910	2 467	620	960	320	480	2	Nízký
Velký Riesel	2 467	3 418	470	690	305	460	< 1	Střední

Obecně lze obsah Mg ve všech profilech na výsypkách Sokolovska složených z jílu cyprisové a vulkanodetritické série označit přímo za lukrativní (výjimečný). Velmi vysoký obsah Mg se zásadním způsobem podílí na:

- příznivých sorpčních vlastnostech substrátů,
- snížení zhoubného vlivu SO₂ na asimilační orgány (zejména u jehličnatých dřevin),
- změně barvy jehlic.

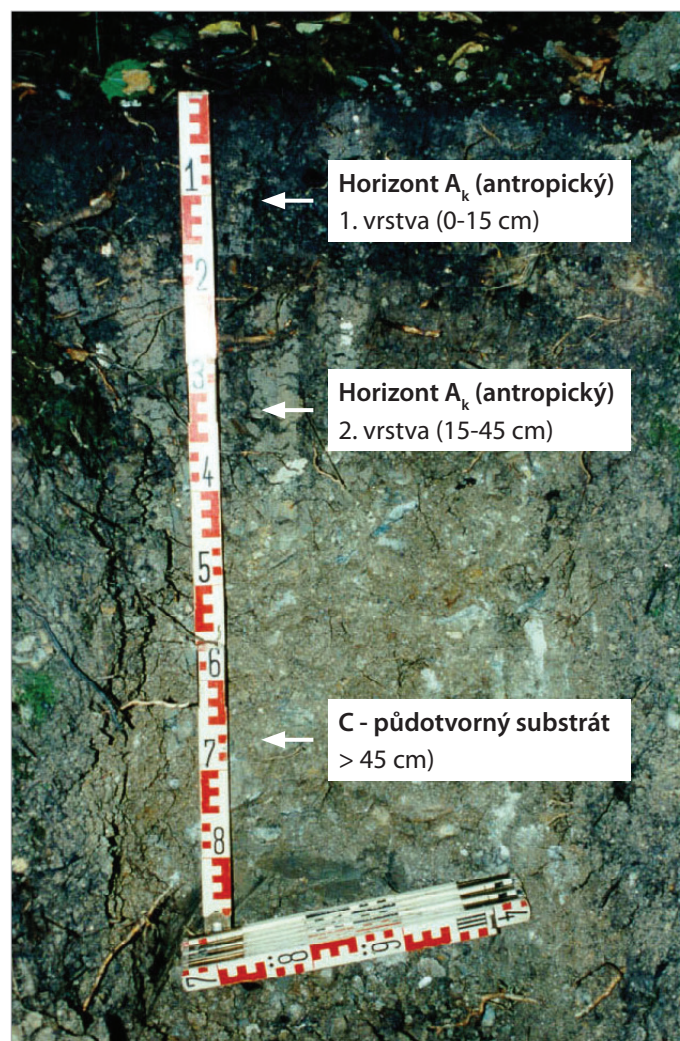
Vysoký obsah Mg u tohoto typu antropogenních půd většinou způsobuje i barevné odstíny jehlic (modrozelené až šedozeleň). Tyto barevné změny se nejmarkantněji projevují u borovice lesní, modřínu opadavého jesenického, douglasky tisolisté, smrku omoriky a smrku černého. Vysoký obsah Mg, příp. jeho fyto-toxická, je eliminován poměrně vysokým obsahem Ca.

6 Výsledky

Z předchozích kapitol je zřejmé, že pěstování modřínů (*Larix Mill.*) na antropogenních substrátech Sokolovska má v podmínkách České republiky nejstarší tradici. Vůbec nejstarší zdroje informací o modřínu jsou z roku 1514 [2]. Rovněž je známa i skutečnost, že modřínu opadavému byla věnována dostatečná pozornost již po dlouhá léta na rostlých lesních půdách [2,44,43,51,52]. Základními rekultivačními kritérii životaschopnosti jednotlivých druhů a variet modřínů jsou jejich ekovalence, mortalita, růst a vývoj. Mortalita na všech pokusných výzkumných, poloprovozních a provozních plochách byla podle statistických výpočtů poměrně malá, pohybovala se okolo 12 až 21 %, a proto není předmětem našeho hodnocení. Znalost ekovalence dřevin patří všeobecně k nejslabším článkům lesnické dendrologie, zakládání a pěstování lesa. Nízká mortalita, zdravotní stav a nerušený vývoj založených kultur modřínů na všech sledovaných výsypkách (Antonín, Dvory, Velká Loketská, Velký Riesel, Pruněrov, Merkur) velmi jednoznačně dokumentují skutečnost, že modřín je v severozápadních Čechách (kraj Karlovarský a Ústecký) velmi perspektivní dřevinou i v oboru lesnické rekultivace výsypkových stanovišť. Založené kultury modřínů jednotlivě smíšené (tj. 1 : 1) s dřevinami listnatými nebo jehličnatými (*Tilia cordata*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Alnus incana*, *Alnus glutinosa*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Pinus nigra*, *Pinus contorta*, *Pinus strobus*, *Pseudotsuga menziesii*, *Abies grandis*) nebo vysazené ve skupinách různých velikostí a geometrických tvarů (obrázky č. 6, 7) mají již od prvopočátku vesměs větší přírůstek než ostatní výše jmenované dřeviny. Výjimkami jsou *Pseudotsuga menziesii*, *Abies grandis*, *Pinus sylvestris* a *Alnus incana*, avšak pouze v období prvního decennia. Za základní indikátor růsto-

vé schopnosti se zejména v mladém věku považuje výškový přírůstek. Pro zajímavost uvádíme v tab. 7 vývoj vzrůstu u *Larix decidua* var. *sudetica* na zkoumaných výzkumných plochách (výsypky Antonín, Dukla, Velká Loketská, Velký Riesel, Vilém – Sokolovsko a Merkur – Chomutovsko), včetně charakteru antropogenních substrátů, volby sponu, mortality a stáří porostů.

Z tabelárního přehledu vyplývá, že *Larix decidua* var. *sudetica* na všech výzkumných plochách (s výjimkou šterko-písků) vykazuje velmi dobrý přírůstek. Porovnáme-li jednotlivé taxony modřínů (*Larix gmelinii*, *Larix decidua* var. *sudetica*, *Larix decidua*, *Larix sibirica*), zjistíme určité rozdíly, které jsou dány genetickou výbavou jednotlivých druhů, charakterem



Obr. 7: Makroskopický vzhled vývoje antropogenního substrátu na výsypce Velký Riesel.

Tab. 7: Průměrný výškový vzrůst *Larix decidua* var. *sudetica* na jednotlivých výsypkách.

Výsypka	Antropogenní substrát	Spon [m]	Mortalita [ks]	Stáří porostu [roky]	Průměrná výška [m]
Antonín	Jílovce s lístkovitou odlučností	1 × 1	19	10	7,4
	Směs jílovců s lístkovitou odlučností a jílovců částečně se rozpadajících	1 × 1,5	19	10	6,6
Dvory (Dukla)	Porcelanity	1 × 3	12	43	20,2
Velká Loketská	Jílovce s lístkovitou odlučností	1 × 1,5	16	17	8,7
	Směs jílovců s lístkovitou odlučností a jílovců částečně se rozpadajících	1 × 1	28	17	8,1
	Štěrkopísky (terasy Ohře)	1 × 1	21	17	5,9
Velký Riesel	Směs jílovců s lístkovitou odlučností a jílovců částečně se rozpadajících	1 × 2	22	42	18,3
Vilém	Směs jílovců s lístkovitou odlučností a jílovců částečně se rozpadajících	1 × 2	nezjištěno	72	26,8

antropogenních substrátů a rozložením atmosférických srážek ve vegetačním období jako jediného zdroje půdní vláhy.

Z hlediska vhodnosti volby listnatých dřevin v jednotlivých variantách míšení (v poměru 1 : 1) s *Larix* spp. vychází toto pořadí:

1. modřín a habr obecný,
2. modřín a olše šedá,
3. modřín a olše lepkavá,
4. modřín a jilm horský,
5. modřín a lípa srdčitá.

U skupinového míšení po vytvoření porostů javoru kleny, javoru mléče, jilmu horského, lípy srdčité apod. proniká pod jejich patro postupně modřín z přirozeného náletu.

Na výsypkových stanovištích se rovněž projevují určité rozdíly ve vzrůstu a vývoji modřínů v důsledku vlivu expozice. Ve většině případů vykazují lepší přírůst kultury modřínů založené na svazích se severní expozicí. Vzhledem k velmi dobrému přírůstu modřínů na většině výsypek Sokolovska a Chomutovska jsou jejich kultury málo náročné na ošetření okopáváním, příp. ožínáním. Pokud jsou kultury modřínů založené ve skupinách různých velikostí a geometrických tvarů, je jejich vzrůst a vývoj téměř nepřímě úměrný velikosti skupin. Nejlepší výsledky jsou dosahovány při pěstování modřínů v malých skupinách. Volba tvaru skupin kultur (obdélníková, čtvercová, trojúhelníková, kruhová) založených z listnatých dřevin a modřínů není rozhodující. Velmi zajímavé jsou výsledky vývoje přirozeného zmlazení. Hodnotíme-li stupeň přirozeného zmlazení u modřínů (malý, střední, vysoký), dostaneme toto pořadí:

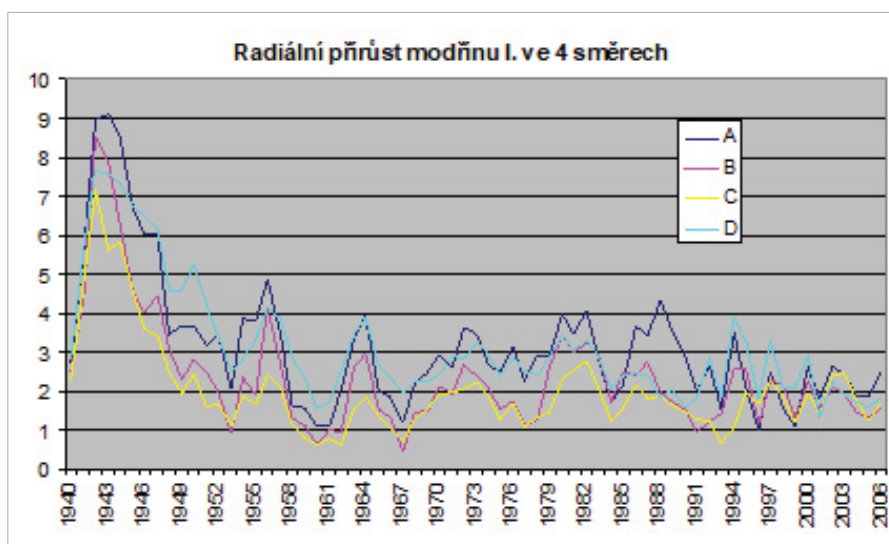
- 1) *Larix decidua* var. *sudetica*,
- 2) *Larix dahurica*,
- 3) *Larix decidua*,
- 4) *Larix sibirica*.

Přímo kolonizující zmlazení vykazují *Larix decidua* var. *sudetica* a *Larix gmelinii*. K dokreslení výše uvedených skutečností o pěstování modřínu na výsypkových stanovištích uvádíme v grafickém přehledu tloušťkový přírůst modřínu na výsypkových stanovištích (viz grafy 2–4).

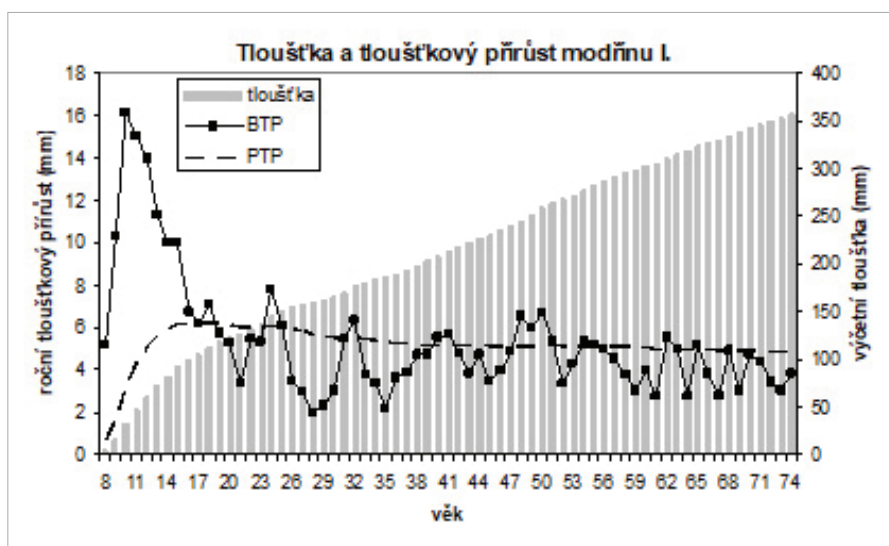
Růst byl v mládí velmi dynamický, s rychlým dosažením maximálních hodnot běžného tloušťkového přírůstu (10 let). Poté následoval poměrně prudký pokles, což se projevilo mj. tím, že průměrný tloušťkový přírůst kulminoval již ve věku 23 let. Růstové podmínky tohoto vzorníku lze označit jako průměrné, celkově tento vzorník dosáhl ve věku 74 let výčetní tloušťky 35,7 cm bez kůry.

7 Závěr

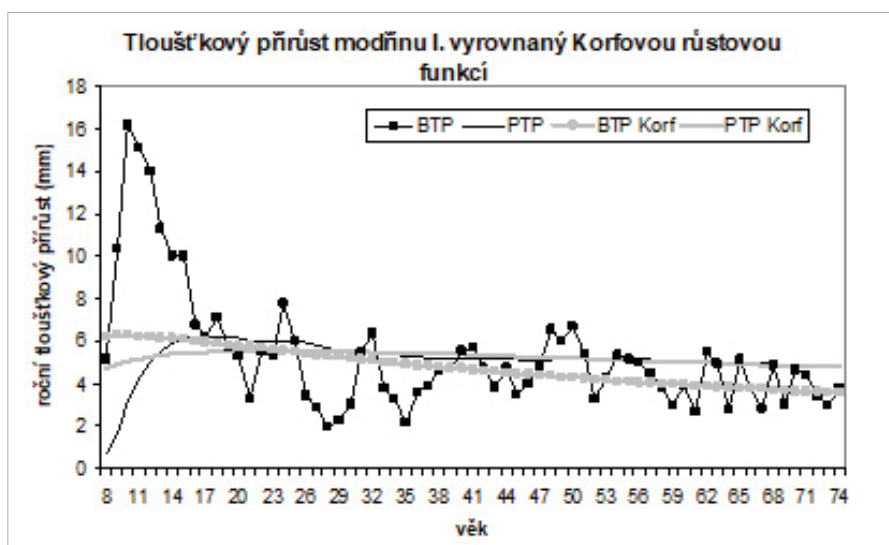
Lesnická rekultivace v severozápadních Čechách (Karlovarsko, Ústecko) na antropogenních substrátech vesměs složených z terciérních miocénních jílovců cyprické a vulkanodetritické série, porcelanitů, jílovců šedých a žlutých, příp. štěrkopísků, které jsou zanedbatelné (cca 2 %), patří mezi nejmladší obory pěstování lesa. Z našeho příspěvku vyplývá, že modřín, především jesenický, má na výsypkových stanovištích nejstarší tradici (vůbec nejstarší výsadby v rámci ČSR na výsypce Vilém realizované v roce 1934). Výzkumy lesnické rekultivace s pěstováním modřínů, zejména jesenického, prováděné již od roku 1961 jednoznačně prokázaly, že tato dřevina je velmi perspektivní i pro tak atypická stanoviště, jakými jsou stanoviště výsypková. Zástupci rodu modřín jako dřeviny výslovně slunné a zároveň vyžadující pohyblivý vzduch jsou pro většinu výsypek vhodnými druhy, protože převážná část výsypkových stanovišť dané podmínky splňuje. Variabilita modřínů a jejich ekovalence na testovacích výzkumných objektech je, jak bylo zjištěno, dosti odlišná a závislá především na výškové pásmosti v původních areálech výskytu. Rozpracovanost zakládání a pěstování modřínových kultur a porostů na výsypkových stanovištích je v současné době na takové úrovni, že může být použita bez jakýchkoliv dalších úprav a metodických pokynů ve velkoplošné rekultivační praxi. Od roku 1985 je reprodukční materiál pro pěstování sazenic modřínů prakticky zajišťován z rozsáhlých provozních výsadeb a v současnosti i přirozenou obnovou. V následujícím období bude hlavní náplní výzkumu mezidruhové křížení v rámci modřínů.



Graf 2: Tloušťkový přírůst modřinu I. zjišťovaný ve čtyřech na sebe kolmých směrech.



Graf 3: Běžný (BTP) a průměrný (PTP) tloušťkový přírůst modřinu I. a vývoj výčetní tloušťky.



Graf 4: Běžný a průměrný tloušťkový přírůst modřinu I. vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí

Literatura

- [1] BENEŠ, S., SEMOTÁN, J., VORÁČEK, V.: Klasifikace nadložních zemín pro účely rekultivace. Závěrečná zpráva VÚMOP, Praha, 1964.
- [2] CIESLAR, A.: Waldbauliche studien über die Lärche. Cbl. f. d. ges. Fw., 1904.
- [3] DAŇKO, V.N.: Ljupin mnogoletnij v lesnych kulturach pri rekultivacii zemel' na Ukraine. 1980.
- [4] DARMER, G.: Zur forstlichen Rekultivierung schwierigen Kippenboden in Braunkohlentagebauebeit. Forst u. Jagd Jg., 5, 1955.
- [5] DAVIS, G., MELTON R.E.: Trees for graden strip-mine spoils. The Pennsylvania State Forestry School Res. Paper, 32:, 1963.
- [6] DILLA, L.: Wo neue Walder waschen. Informationen Rheinbraun 2, Auflage Dezember, 1969.
- [7] DIMITROVSKÝ, K.: Příspěvek k poznání chemických vlastností zemín složených z cyprisových jííl na některých výsypkách v Sokolovském revíru. Vědecké práce VÚM, č. 7: 157–176, 1965.
- [8] DIMITROVSKÝ, K.: Význam olše lepkavé jako přípravné dřeviny pro výsypková stanoviště. Sborník ÚVTIZ - Meliorace 3, 2: 121–130, 1967.
- [9] DIMITROVSKÝ, K.: Výzkum lesnické rekultivace převýšených výsypek v oblasti Sokolovské hnědouhelné pánve HDBS. Závěrečná práva Výzk. ústavu meliorací, Zbraslav, 167 s., 1970.
- [10] DIMITROVSKÝ, K.: Lesnické rekultivace antropogenních půd v oblasti Sokolovského hnědouhelného revíru. Monografie Praha 1976a.
- [11] DIMITROVSKÝ, K.: Kulturní a estetický význam vody. Dům techniky ČVTS Praha, 1976b.
- [12] DIMITROVSKÝ, K.: Zemědělské, lesnické a hydričké rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Metodiky ÚZPI, 14., 1999.
- [13] DIMITROVSKÝ, K.: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Praha, 191 s., 2001.
- [14] DIMITROVSKÝ, K.: Kategorizační procesy obnovy krajiny postižené báňskou a ostatní průmyslovou činností. Dílčí záv. Zpráva, Praha, ČZU, 2005.
- [15] DIMITROVSKÝ, K., DOLEŽAL, F.: Infiltrační schopnost půd v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru a Krušných hor. Vědecké práce VÚM, 12, 1972.
- [16] DIMITROVSKÝ, K., DOLEŽELOVÁ, D., ELIÁŠOVÁ, B.: Lesnická typologie a její využití v lesnické rekultivaci antropogenních substrátů. In: Rozvoj lesnické typologie a její využití v lesnické praxi. Sborník referátů z konference u příležitosti nedožitých devadesátin pana Ing. Karla Plívy. Těchov-Čerhovice, 2012.
- [17] DIMITROVSKÝ, K., KOUTNÝ, D., VESECKÝ, J.: Rekultivační arboretum na Sokolovsku. Lesnická práce 3/1984.
- [18] DIMITROVSKÝ, K., JEHLIČKA, J., JETMAR, M., KUBÁT, J.: Geologickopedologické předpoklady výsypkových substrátů pro pěstování douglasky tisolisté a jedle obrovské. In: Neuhöferová P. (ed.): Douglaska a jedle obrovská – opomíjení giganti. Kostelec nad Černými lesy, 12.–13. 10/2006, KPL FLE ČZU v Praze a ČZU ŠLP V Kostelci nad Černými lesy, 2006a.
- [19] DIMITROVSKÝ, K., JETMAR, M., JEHLIČKA, J.: Kategorizační procesy obnovy krajiny postižené báňskou a ostatní průmyslovou činností. In: Neuhöferová, P. (ed.): Meliorace v lesním hospodářství a v krajinném inženýrství. Kostelec nad Černými lesy, 26.–27.1.2006, FLE ČZU v Praze a VÚMOP Praha, 143–160, 2006b.
- [20] DIMITROVSKÝ, K., KUNT, M.: Unikátní rekultivační lesnické arboretum na Sokolovsku slaví svou 36-letou existenci. In: Sborník referátů z 11. uhelné geologické konference. Přírodovědecká fakulta UK Praha, 2008.
- [21] DIMITROVSKÝ, K., KUNT, M.: Historie tvorby a ochrany krajiny na Sokolovsku. Zpravodaj Hnědé uhlí, 3/2013, 31–40, ISSN 1213–1660.
- [22] DIMITROVSKÝ, K., KUNT, M.: Revitalizace vodního režimu na výsypkách. Zpravodaj Hnědé uhlí, 1/2014, 39–49, ISSN 1213–1660.
- [23] DIMITROVSKÝ, K., KUNT, M., KUPKA, I.: Rekultivační dendrologie. In: Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť. Sborník referátů z konference, Kostelec nad Černými lesy: 21–26, 2008c.
- [24] DIMITROVSKÝ, K., KUNT, M., KUPKA, I., ŠTIBINGER, J.: Problematika obnovy lesů na výsypkových stanovištích, jejich vývoj, struktura a skladba. In: Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť. Sborník referátů z konference, Kostelec nad Černými lesy: 13–20, 2008b.
- [25] DIMITROVSKÝ, K., KUNT, M., PROKOPOVÁ, D., ŠTIBINGER, J.: Problematika obnovy lesů na výsypkových stanovištích, jejich vývoj, struktura a skladba. In: Sborník referátů. FŽP J. E. Purkyně Ústí nad Labem, 2008a.
- [26] DIMITROVSKÝ, K., NECHANICKÝ, M., KLOUBSKÁ, K.: Dendrologické aspekty pro zakládání lesních porostů na výsypkových stanovištích. In: 50 let sanace a rekultivace krajiny po těžbě. Sborník referátů, Teplice, 2001.
- [27] DIMITROVSKÝ, K., VESECKÝ, J.: Zásady zakládání a posuzování lesních porostů na výsypkách. Lesnická práce, 48: 72–76, 1969.
- [28] DIMITROVSKÝ, K., VESECKÝ, J.: Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. SZN, Praha, 1989.
- [29] HAVLENA, V.: Geologie uhelných ložisek 2. Nakl. Čs. akad. věd., Praha, 1964.
- [30] HIEKE, K.: Praktická dendrologie. SZN, Praha, 1978.

- [31] HRAŠKO, J.: Rozbory pôd. Slov. vydav. pôdohospodárekej lit., Bratislava, 1962.
- [32] JONÁŠ, F., SEMOTÁN, J.: Klasifikace nadložních zemin pro účely rekultivace v severočeském hnědouhelném revíru. VÚM, Praha, 1958.
- [33] JONÁŠ, F.: Rekultivace záruka obnovy průmyslové krajiny. Ochrana přírody, (1): 1961.
- [34] JONÁŠ, F., DIMITROVSKÝ, K.: Hydropedologická charakteristika výsypkových zemin v oblasti SHR a HDBS. Dílčí závěrečná zpráva, Výzkumný ústav meliorací, Praha, 1972.
- [35] KOZÁK, J.: Vliv agrotechnických opatření na změnu pedofyzikálních vlastností výsypkových půdotvorných substrátů převrstvených a nepřevrstvených orničními materiály. Studie VÚM Praha: 1995.
- [36] KUNT, M., DIMITROVSKÝ, J., MODRÁ, B., PROKOPOVÁ, D.: Rekultivace fytotoxických výsypkových substrátů. Obnova lesního prostředí při zalesňování nelesních a degradovaných půd. Sborník ČZU FLE, Kostelec n. Č. lesy 2007.
- [37] KUTÍLEK, M.: Hygroskopická půdní vláh a II. Vodohosp. čas. SAV, 10, 1, 2, II-29, 156–173, 1962a.
- [38] KUTÍLEK, M.: Vliv humusu na hygroskopickou půdní vláhu. Vodohosp. čas. SAV, 10 (3), 321–329, 1962b.
- [39] KUTÍLEK, M.: Stanovení specifického povrchu půd a zemin. Práce ČVUT, 1963.
- [40] KUTÍLEK, M.: Vodohospodářská pedologie. Praha, SNTL 1966, 2.vydání 1977.
- [41] KUTÍLEK, M., NIELSEN, D. R.: Soil hydrology. Geocology textbook, Catena Verlag, 38 162 Cremlingen Destedt, Germany, 98–102, 1994.
- [42] MAŘAN, B., KÁŠ, V.: Biologie lesa, I. díl. Pedologie a mikrobiologie lesních půd. Melantrich, Praha, 1948.
- [43] PEŘINA, V. at al.: Stav a vývoj lesů ČSSR. Sborník ČSAZ, 113: 86 s., 1987.
- [44] RUBNER, K.: Beiträge zur Verbreitung u. waldbaulichen Behandlung der Lärche. Thar Forstl. Jahrb., 82: 1939.
- [45] RŮŽEK, L., VOŘÍŠEK, K.: Vybrané kapitoly z pedobiologie a mikrobiologie. ČZU, Praha, 2003.
- [46] SEMOTÁN, J.: Rekultivační charakteristika terciérních jíílů pro tvorbu půd v oblasti Severočeské a Sokolovské uhelné pánve. Sborník Meliorace – ÚVTI 1/1: 13–24, 1965.
- [47] SEMOTÁN, J., DIMITROVSKÝ, K.: Charakteristika vodního režimu a propustnosti některých jílovitých výsypek v oblasti HDBS. Sborník referátů III. mezinár. symposia o rekultivaci, Praha, 1967.
- [48] SVOBODA, P.: Lesní dřeviny a jejich porosty. Část I. SZN, Praha, 1953.
- [49] SVOBODA, P.: Lesní dřeviny a jejich porosty. Část II. SZN, Praha, 1955.
- [50] SVOBODA, P.: Lesní dřeviny a jejich porosty. Část III. SZN, Praha, 1957.
- [51] ŠINDELÁŘ, J.: Přehled dosavadních výsledků výzkumu proměnlivosti modřinu opadavého a perspektivy dalšího šlechtění. Práce VÚLHM, 74: 7–48, 1989.
- [52] VINCENT, G.: Proč naše modřínová semena špatně klíčí? Lesnická práce, 17: 1938.