

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Strnady
Výzkumná stanice Opočno

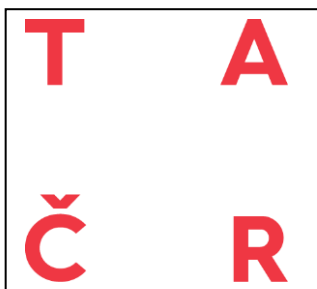
Kapitoly o sazenicích a půdách v lesních školkách

On-line verze

(s doplněními a úpravami ke dni **31. 12. 2022**)

Václav Nárovec

VÚLHM – VS Opočno, 2022



Projekt **Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek** (TH04030346) je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury České republiky v rámci Programu EPSILON.

Program **Epsilon**

Dedikace:

Publikace přísluší k řešení projektu „*Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek – druhá etapa*“ (**TH04030346**), který byl v letech 2019 až 2022 součástí 4. veřejné soutěže „*Programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje EPSILON*“. Projekt financovala Technologická agentura České republiky. Na finalizaci této publikace se podílel také dílčí výzkumný záměr „*Optimalizace pěstebních postupů obnovy lesa a zalesňování ve vazbě na změny prostředí*“ (institucionální podpora, **MZE-RO0118**).

Lektorské (recenzní) posouzení rukopisu knihy vypracovali:

Ing. Martin Dubský, Ph.D. (Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i. Průhonice)
Ing. Jiří Valtera (AGRO CS a. s. Říkov)

Autor a jeho adresa:

Ing. Václav Nárovec, CSc.
Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. – Výzkumná stanice Opočno,
Na Olivě 550, 517 73 Opočno, e-mail: narovec@vulhm.opocno.cz

Spoluřešitelé a ostatní přímí projektoví spolupracovníci:

Ing. Dušan Kacálek, Ph.D. (VÚLHM, v. v. i. – Výzkumná stanice Opočno)
Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D. (VÚLHM, v. v. i. – Výzkumná stanice Opočno)
Ing. Přemysl Němec, MBA (LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem)
David Šimek (VÚLHM, v. v. i. – Výzkumná stanice Opočno)

OBSAH

Obsah (3)

1. ÚVODEM (7)

2. VÝVOJ POŽADAVKŮ NA SADEBNÍ MATERIÁL LESNÍCH DŘEVIN (9)

- 2.1 Ohlédnutí do minulosti (norma ČSN 48 2211) (10)
 - 2.1.1 Norma ČSN 48 2211 z roku 1955 (11)
 - 2.1.2 Novela ČSN 48 2211 z roku 1962 (12)
 - 2.1.3 Novela ČSN 48 2211 z roku 1975 (12)
 - 2.1.4 Novela normy ON 48 2211 z roku 1988 (14)
- 2.2 Posttransformační období (norma ČSN 48 2115) (16)
 - 2.2.1 Norma ČSN 48 2115 z roku 1998 (17)
 - 2.2.2 Doplněk ČSN 48 2115/Změna 1 z dubna 2002 (18)
 - 2.2.3 Doplněk ČSN 48 2115/Změna 2 ze srpna 2010 (19)
- 2.3 Aktuálně platná norma ČSN 482115 z roku 2012 (20)
 - 2.3.1 Hlavní přínosy normy ČSN 48 2115 (20)
 - 2.3.2 Obecné požadavky na nadstandardní sadební materiál (21)
 - 2.3.2.1 Standardnost souborů sadebního materiálu (22)
 - 2.3.2.2 Standardnost individuálních školkařských výpěstků (22)
- 2.4 Soudobé požadavky na kvalitu sadebního materiálu lesních dřevin (23)
 - 2.4.1 Rozdíly mezi výpěstky obchodovatelné a standardní jakosti (25)
 - 2.4.1.1 Přípustné exteriérové a habituální odlišnosti u listnáčů (25)
 - 2.4.1.2 Deformace stonku nebo nedostatečné větvení u borovic a modřínů (25)
 - 2.4.1.3 Kmínek s několika terminálními výhony (výhony s více terminály) u douglasky (27)
 - 2.4.1.4 Kmínek a větve nedostatečně vyztřelé u modřínů, douglasky (27)
 - 2.4.1.5 Rozdíly u akceptace úprav kořenů a nadzemních částí rostlin tvarovým řezem (27)
 - 2.4.2 Předpoklady pro příští úpravy hledisek kvality v normě (27)
- 2.5 Uvádění sadebního materiálu do oběhu (29)

3. VÝVOJ NÁROKŮ NA KVALITU PŮD V LESNÍCH ŠKOLKÁCH (31)

- 3.1 Požadavky na půdy v lesních školkách do poloviny 20. století (31)
- 3.2 Preference z období 2. poloviny 20. století (34)
 - 3.2.1 Etapa zakládání místních lesních školek (34)
 - 3.2.2 Požadavky na stanoviště místních lesních školek (35)
 - 3.2.3 Počátky centralizace školkařské výroby u nás (35)
 - 3.2.4 Nové požadavky na mechanickou půdní skladbu (36)
 - 3.2.5 Etapa centralizace lesního školkařství u nás (37)
- 3.3 Preference z období přelomu milénia (38)
 - 3.3.1 Shrnutí nových preferencí pro volbu stanoviště lesní školky (40)
 - 3.3.2 Některé změny při užívání hnojiv (zákon o hnojivech a další) (41)
- 3.4 Preference půdního druhu z období posledních 10 let (43)

4. VÝVOJ SOUSTAV HNOJENÍ V LESNÍCH ŠKOLKÁCH (45)

- 4.1 Hnojení podle doporučení půdních zkušeben (46)
- 4.2 Některé transformační proměny (48)
- 4.3 Možnosti získávání dat o půdách (51)
 - 4.3.1 Zkušební laboratoř VÚLHM (Strnady) (52)
 - 4.3.2 Chemická (pedologická) laboratoř Ing. Josefa Tomáše (Opočno) (53)
 - 4.3.3 Chemické laboratoře ÚKZÚZ (Brno) (53)
 - 4.3.4 Laboratoře pedologických ústavů zemědělských univerzit (54)
 - 4.3.5 Laboratoře ostatních vědecko-výzkumných pracovišť (54)
 - 4.3.6 Některé další agrochemické laboratoře (54)
 - 4.3.7 Obecné požadavky na spolupracující laboratoře (54)
- 4.4 Pestrá mozaika individualizovaných soustav hnojení (56)
- 4.5 Vybrané okruhy problémů při péči o půdy (60)
- 4.6 Perspektivní soustavy hospodaření na půdách (61)
 - 4.6.1 Obecná vize udržitelného hospodaření na půdách (61)
 - 4.6.2 Obnova individuálního vztahu k půdě a krajině (63)
 - 4.6.3 Předpokládané budoucí změny (63)
- 4.7 Nové a starší literární zdroje (65)

5. **PŮDOOCHRANNÁ OPATŘENÍ V LESNÍCH ŠKOLKÁCH** (67)
 - 5.1 Minimalizování odnosu půdy ze školkařských polí (67)
 - 5.1.1 Ochrana pozemků před vodní erozí (68)
 - 5.1.2 Ochrana pozemků před větrnou erozí (68)
 - 5.2 Péče o půdní strukturu (69)
 - 5.2.1 Teorie struktury půdy (69)
 - 5.2.2 Rozpad strukturních agregátů (69)
 - 5.2.3 Ochrana půdy před zhutňováním (70)
 - 5.3 Minimalizace ekologické zátěže (71)
 - 5.3.1 Obecná teoretická a empirická východiska k eluci živin (72)
 - 5.3.2 Nitrátová směrnice a jiné legislativní rámce (73)
6. **PEDOLOGICKÁ ŠETŘENÍ VE ŠKOLKÁCH** (74)
 - 6.1 Koncepce půdní kontroly v podniku Lesoškolky s. r. o. (75)
 - 6.2 Využití půdní diagnostiky v soustavách hnojení (76)
 - 6.3 Některé zkušenosti a metodologická doporučení (76)
7. **INTERPRETACE VYBRANÝCH PŮDNÍCH INDIKÁTORŮ** (79)
 - 7.1 Půdní reakce (80)
 - 7.2 Zrnitostní půdní skladba (85)
 - 7.2.1 Novákova klasifikace půdních druhů (87)
 - 7.2.2 Soudobý klasifikační systém (87)
 - 7.2.3 Přepočty obsahu jílové frakce v půdě (88)
 - 7.2.4 Jiné zrnitostní klasifikace (88)
 - 7.2.5 Tradiční Kopeckého stupnice zkoušená v podmínkách *Lesoškolek* (90)
 - 7.3 Obsah rostlinám přístupných živin stanovený metodou *Mehlich III* (91)
 - 7.3.1 Obsah rostlinám přístupného fosforu (91)
 - 7.3.2 Obsah rostlinám přístupného draslíku, hořčíku a vápníku (91)
 - 7.4 Obsah organických látek v půdách školek (92)
 - 7.5 Obsah celkového dusíku v půdách školek (94)
 - 7.6 Kationtová výměnná kapacita v půdách školek (94)
8. **ZÁKLADNÍ AGROCHEMICKÉ VZTAHY** (dle učebních textů vysokých škol) (96)
 - 8.1 Složení půdy (96)
 - 8.1.1 Tuhá fáze půdy (96)
 - 8.1.1.1 Minerální podíl půdy (97)
 - 8.1.1.2 Organický podíl tuhé fáze půdy (98)
 - 8.1.2 Kapalná fáze půdy (100)
 - 8.1.3 Plynná fáze půdy (100)
 - 8.2 Vybrané půdní vlastnosti a jejich význam ve výživě rostlin (101)
 - 8.2.1 Sorpční schopnost půdy (101)
 - 8.2.1.1 Mechanická sorpce (102)
 - 8.2.1.2 Fyzikální sorpce (adsorpce) (102)
 - 8.2.1.3 Chemická sorpce (102)
 - 8.2.1.4 Fyzikálně-chemická (výměnná) sorpce (103)
 - 8.2.1.5 Biologická sorpce (103)
 - 8.2.1.6 Význam a využití sorpční schopnosti půdy (104)
 - 8.2.2 Reakce půdy a výživa rostlin (104)
 - 8.2.3 Pufrovací (ústoječivá, tlumivá) schopnost půdy (106)
 - 8.2.4 Redukčně-oxidační procesy v půdě (106)
 - 8.2.5 Biologická činnost půdy (107)
 - 8.3 Živinný režim půd (107)
9. **PRAVIDLA PRO ZÁKLADNÍ HNOJENÍ PŮD V LESOŠKOLKÁCH** (111)
 - 9.1 Role vápníku a vápnění půd (111)
 - 9.2 Specifická role fosforu a aplikace fosforečných hnojiv (114)
 - 9.3 Doporučení pro základní hnojení draselnými a hořečnatými hnojivy (115)
 - 9.4 Otevřené otázky kolem hnojení sírou a mikroelementy (117)
 - 9.5 Přepočtové koeficienty (118)

- 10. ZELENE HNOJENÍ V SOUSTAVÁCH HOSPODAŘENÍ (120)**
- 10.1 Historie zeleného hnojení v lesních školkách u nás (120)
- 10.2 Polyfunkční využívání kultur zeleného hnojení v *Lesoškolkách* (122)
- 10.3 Zařazování kultur zeleného hnojení jako hlavní plodiny (123)
 - 10.3.1 Souvztažné a podporující okolnosti (123)
 - 10.3.2 Ověřené sledy kultur zeleného hnojení (modelové příklady) (124)
- 10.4 Rámcové zásady pěstování vybraných plodin zeleného hnojení (127)
 - 10.4.1 Hlavní zásady při pěstování luskovin na zelené hnojení (127)
 - 10.4.1.1 Pracovní operace při pěstování hrachu (128)
 - 10.4.1.2 Pracovní operace při pěstování bobu (128)
 - 10.4.2 Pěstování vybraných druhů obilovin (128)
 - 10.4.2.1 Zásady pěstování žita setého na zelené hnojení (129)
 - 10.4.2.2 Zásady pěstování čiroku obecného na zelené hnojení (130)
 - 10.4.3 Zásady pěstování hořčice bílé na zelené hnojení (131)
 - 10.4.4 Zásady pěstování svazenky vratičolisté (132)

Shrnutí (134)

Summary (137)

SEZNAM CITOVANÉ A POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY (141)

SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ KNIZE PŘEDCHÁZELY (159)

SEZNAM PORADENSKÝCH ZPRÁV A STUDIÍ PRO PROVOZNI PRAXI (163)

Seznam použitých zkratk (166)

Zkratky vybraných analytických stanovení (168)

Vybrané chemické značky, chemické vzorce a názvy (zkratky) sloučenin (168)

VĚNOVÁNÍ

Připsáno vzpomínce na budovatele lesnických školkařských provozů u nás z řad vědeckých pracovníků Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, zejména pak na ideové lídry oboru pěstování lesa, na zakladatele moderního lesního školkařství, na propagátory integrované ochrany lesních dřevin ve školkách a realizátory terénní poradenské služby pro školkařské provozy, jakož i na čelní badatele v oborech aplikované fytopatologie, pedologie a ekofyziologie (včetně studia minerální výživy a techniky hnojení u juvenilních lesních dřevin ve školkách a kulturách). Jmenovitě na:

- doc. Ing. Vladimíra Peřinu, CSc. z Výzkumné stanice Opočno,
- Ing. Vratislava Duška, CSc. z Výzkumné stanice Opočno,
- Ing. Vlastislava Jančaříka, CSc. z útvaru ochrany lesa (Strnady),
- Ing. Theodora Lokvence, CSc. z Výzkumné stanice Opočno,
- Ing. Jana Maternu, CSc. z (dříve) oddělení/útvary lesního prostředí (Strnady) a na
- Ing. Jiřího Ledinského, CSc. z útvaru zkušebních laboratoří (Strnady), jakož i na
- doc. RNDr. Bohumíra Lomského, CSc. z (nyní) útvaru ekologie lesa (Strnady).

V našich vzpomínkách nelze vynechat ani připomenutí, že v letošním roce (2022) uplynulo již 100 let od vzniku pozdějšího Výzkumného ústavu lesní biochemie a pedologie v Praze-Dejvicích (uvádí se datum založení ústavu 30. 11. 1922, ale také se historici odkazují na 6. 12. 1922, kdy byl Dr. Ing. Antonín Němec jmenován přednostou biochemického oddělení Státních výzkumných ústavů lesnických v Praze), k jehož odkazu a získaným vědeckým výsledkům se nadále úzce váže i současná badatelská práce pracovníků resortního výzkumného ústavu ve Strnadech a jeho odborných útvarů¹.

¹ Na současných webových stránkách Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Strnady (<https://www.vulhm.cz>) jsou k dispozici četné podrobnosti z historie rozvoje oboru výživa a hnojení lesních dřevin (např. <https://www.vulhm.cz/o-ustavu/seznam-utvaru/ekologie-lesa/historie-utvaru-ekologie-lesa/>). Stránky zahrnují i krátké medailonky hlavních představitelů oboru včetně Dr. Ing. Antonína Němce, prvního přednosty Výzkumného ústavu lesní biochemie a pedologie v Praze (<https://www.vulhm.cz/o-ustavu/seznam-utvaru/ekologie-lesa/vyznamne-osobnosti-ekologie-lesa/>). Webové stránky útvaru pěstování lesa (Výzkumná stanice Opočno) nabízejí (<https://www.vulhm.cz/o-ustavu/seznam-utvaru/pestovani-lesa-vs-opocno/rozcestnik-stranek-utvaru-pestovani-lesa-1/>) rovněž celou řadu dílčích historických podrobností a vzpomínek na své bývalé představitele (<https://www.vulhm.cz/vzpominka-na-doc-ing-vladimira-perinu-csc-od-gustava-novotneho/>; resp. <https://www.vulhm.cz/ing-vratislav-dusek-csc-spoluzakladatel-moderniho-lesniho-skolkarstvi/>; resp. <https://www.vulhm.cz/ing-jiri-mottl-csc-prvni-reditel-lesnickeho-vyzkumneho-pracoviste-v-opocne/>; resp. <https://www.vulhm.cz/za-ing-vlastislavem-jancarikem-csc/>; atd.). [cit. 2022-07-31].

Motto

„Mnohými laiky a samozvanými „odborníky“ je omezená spotřeba hnojiv považována za značný klad, protože z jejich pohledu jsou hnojiva a hnojení opatřeními nevhodnými a pro životní prostředí škodlivými. Právě z hlediska udržitelného systému hospodaření je však zřejmé, jak krátkozraká a neopodstatněná jsou tato tvrzení, která ignorují základní zákonitosti koloběhu látek a živin v přírodě. Každý rozumný člověk by si měl být vědom skutečnosti, že čerpat lze jen z dostatečných zásob. I bohaté zdroje živin v půdě se po určité době spotřebují a je nutné je doplnit, aby byla zachována půdní úrodnost a kontinuita produkce. Málokdo pochybuje o tom, že do vyprázdněné chladničky je nutné dodat nové potraviny, ale v případech půdy se lidé domnívají, že odčerpané živiny se doplní z půdních rezerv.“

prof. Ing. VÁCLAV VANĚK, CSc. (2012)²

1. ÚVODEM

Půda je jedním z nejdůležitějších přírodních zdrojů a unikátním přírodním a historickým útvarům. Je vždy úzce spjata s konkrétním stanovištěm (ekosystémem) i s uplatňovaným hospodářským produkčním systémem. Inovace v systémech využívání (obhospodařování) půdy v zemědělské rostlinné výrobě již mnohokrát v minulosti sehrávaly klíčovou úlohu při uspokojování požadavků společnosti na potravinovou zajištěnost či na kvantitu a kvalitu další rostlinné produkce. Výnos zemědělských plodin proto také bývá hlavním měřítkem efektivní půdní úrodnosti. Nicméně v oblasti nazírání na kvalitu půdy se i tradiční obory zemědělské rostlinné prvovýroby (kam dnes již patří i lesní školkařství a veškeré podobné činnosti při obhospodařování a pěstování lesů) nyní ocitají na pomyslném rozhraní, neboť stojí před rozhodnutím (úkolem) inovovat či upravit své soustavy hospodaření na půdách tak, aby i v širších environmentálních souvislostech půda neohrožovala zdraví lidí, aby zajišťovala zdravý vývoj rostlin a živočichů, aby si jako nedílná součást agroekosystémů, lesních společenství, vodních i urbánních soustav (ekosystémů) zachovala svoji produktivitu a aby nadále byla základem pro naplňování všech navazujících mimoprodukčních rolí (funkcí či služeb), které od zemědělského půdního fondu, pozemků určených k plnění funkcí lesa a od dalších obhospodařovaných ploch soudobá společnost v České republice (ČR) očekává.

Předkládaná práce rešerší, excerpcí, kompilací a kritickou analýzou starších domácích literárních pramenů, ale i soudobě publikovaných zkušeností a závěrů z lesnického výzkumu a školkařské provozní praxe, stejně jako z konvenční zemědělské rostlinné výroby a také z ekologicky hospodařících zemědělských podniků, formuluje **ideová a metodologická východiska**, směřující k aplikacím perspektivních opatření na úseku hnojení a péče o úrodnost půd v lesnických školkařských provozech u nás. Vychází z formulací problémů a metodologie vědního oboru výživa a hnojení lesních dřevin. Usiluje přispět k uplatňování zásad správné agronomické praxe na pozemcích lesních školek, orientovaných na produkci prostokořenných juvenilních dřevin. Své návrhy a závěry koncipuje přednostně pro podmínky lesních školek založených na písčitéch sedimentech pleistocenních teras v České tabuli, kde v mechanické skladbě půd dominují zrna písků. Návrhy teoretických východisek a doporučení metodických postupů pro optimalizace soustav hnojení a hospodaření na písčitéch půdách lesních školek vycházejí jednak (#1) z experimentálního výzkumu pracovníků Výzkumné stanice Opočno (VS Opočno), dále (#2) ze získaných lokálních poznatků a ze zkušeností řešitelského týmu a (#3) především z poloprovozního ověřování technologických

² Citát od prof. Ing. Václava Vaňka, CSc. (Česká zemědělská univerzita v Praze) pochází z jeho předmluvy k publikaci *Výživa zahradních rostlin* (VANĚK V. et al. 2012, s. 5–6).

optimalizací, uskutečněných v letech 2019 až 2022 ve školkařských střediscích společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem. Tato společnost spolu s VS Opočno participuje na výzkumném projektu TH04030346 „*Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek – druhá etapa*“, finančně v letech 2019–2022 podporovaném Technologickou agenturou České republiky (TAČR). Hlavním řešitelem projektu je VÝZKUMNÝ ÚSTAV LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A MYSLIVOSTI, v. v. i. Strnady (zkr. VÚLHM; hlavní koordinátorka: Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.). Společnost LESOŠKOLKY s. r. o. (www.lesoskolky.cz; zástupce: Ing. Přemysl Němec, MBA) je s úlohou spolupracujícího výrobního podniku spoluřešitelem, přímým realizátorem inovativních řešení a uplatněných technologií i dalším příjemcem projektu. V textu této publikace se zkráceně uvádí také jen jako *Lesoškolky*.

Publikace naplňuje cíle projektu TH04030346 a předkládá (navrhuje) soudobé tuzemské školkařské praxi soubor zásad udržitelného hospodaření při hnojení na půdách lesních školek. Návrhy přihlížejí k Evropskou komisí (EK) prosazovaným iniciativám, strategiím a výhledům do budoucnosti (viz *Green Deal*, neboli *Zelená dohoda pro Evropu*). Přispívají také k tolik potřebným předchozím diskusím o budoucích možnostech rozvoje výrobních oborů/odvětví a o možných vývojových trendech v zemědělství a lesnictví jednotlivých členských zemí Evropské unie (EU). Podporují včasné zvažování některých reálných dopadů z centra EU direktivně prosazovaných opatření na klíčové oblasti hospodaření konkrétních států. Návrhy pro obhospodařování půd v lesních školkách sledují důležitý cíl, koncentrovaný do teze, že *půda má podporovat život*, přeneseně že moderní hospodaření na půdách má přispívat k větší biodiverzitě lokálních ekosystémů. V této formulaci je třeba spatřovat smysl všech dále uváděných proklamací, apelací a doporučení, a to jakkoliv je v této fázi našeho společného hledání východisek pro realizaci *Zelené dohody pro Evropu* zřejmé, že při stávajících pravidlech pro udržitelné hospodaření (zejména pro *ekologické zemědělství*, zkr. EZ) bude velmi nesnadné z nyní uplatňovaného intenzivního či tradičního modelu hospodaření ve školkách rychle konvertovat ke standardům ekologického hospodaření podle příštích závazných pravidel EZ a *Společné zemědělské politiky* (SZP). Kniha upozorňuje na nežádoucí stav, kdy hnojení půd v lesních školkách ČR leží na okraji zájmů oborů, jako je ekologie lesa, lesnická pedologie, popř. pěstování lesa, a kdy soustavy hnojení ve školkách se ubírají zcela individuálními směry.

Záměrem autora bylo i to, aby publikace obsahem i formou napodobila osnovu svého předchozího vzoru (NÁROVEC 2017*: *Východiska pro návrhy soustav hnojení a hospodaření na půdách lesních školek*)³. Práce je rozčleněna do deseti číslovaných kapitol (tematicky relativně příbuzných, ale také samostatných okruhů oboru výživa a hnojení rostlin), které shrnují dílčí oblasti realizovaných projektových analýz, syntéz a optimalizací. Týkají se vybraných úseků⁴ zajišťování fertility půd v lesních školkách společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. a udržitelného pěstování SMLD na minerálních půdách v rámci tuzemského školkařství.

³ Citace pramenů, jejichž autoři jsou členové řešitelského kolektivu (Jarmila Nárovcová, Václav Nárovec a Přemysl Němec) výzkumných projektů TAČR (především úkolů TA04021467 a TH04030346, ale také projektů TA02020335, TH02030253), jsou v textu předkládané publikace indexované hvězdičkou* a uvádí je samostatný přehled (*Seznam publikací, které knize předcházely*). Dvěma znaménky plus v horním indexu (++) jsou označeny prameny ze *Seznamu poradenských zpráv a studií pro provozní praxi*, které autor vypracoval.

⁴ Výběr a soupis domácích literárních pramenů si ovšem ponese některá omezení (např. z hlediska jejich snadné a reálné dostupnosti). *Seznam citované a použité související literatury* bude také v některých ohledech redukován (<250) a současně bude poznamenán i subjektivitou výběru, neboť přednost dostanou prameny (statě, referáty a přednášky), které odezněly na výročních školkařských seminářích Sdružení lesních školkařů ČR, dále odkazy na sborníky tuzemských lesnických spolků a významných agrárních organizací, články v časopisu *Lesnická práce*, práce zaměstnanců a spolupracovníků řešitelských organizací, tj. VÚLHM a *Lesoškolke*.

2. VÝVOJ POŽADAVKŮ NA SADEBNÍ MATERIÁL LESNÍCH DŘEVIN

V lesnické praxi se dlouhodobě respektuje zásada, že **zakládání lesů** jako obor, jehož podstatou je práce s dlouhověkými dřevinami a jehož nedílnou součástí je aspekt trvalosti, **nesnese generalizaci** ani stereotyp (VOLNÁ 1965, s. 349). S ohledem na fenomén globální klimatické změny (zkr. GKZ) a na pestré a dynamicky se měnící podmínky prostředí musí být nyní naopak oborem velmi tvárným a lokálně výrazně diferencovatelným. Od všech místně příslušných odborných lesních hospodářů (OLH), přímo zodpovědných za správu a rozvoj konkrétních lesních majetků v ČR, se vyžaduje připravenost pro vlastníky lesa dlouhodobě zajišťovat hospodářské výnosy (uspokojovat jejich produkčně definované požadavky), bezodkladně a včas zvládat všechna preventivní i asanační opatření na úseku ochrany lesů a souběžně při tom respektovat polyfunkční roli lesních ekosystémů včetně mimoprodukčních a celospolečensky významných užitků, vycházejících z podstaty existence vzrostlého lesa. Při strategickém i operativním rozhodování OLH se zřetelněji než kdykoliv dříve nyní žádá schopnost přizpůsobovat pěstební postupy a technologie zakládání lesa široké množině nejrůznějších budoucích stavů či předvídatelných okolností. OLH musí na lokální úrovni adekvátně (diferencovaně) aplikovat jak tradiční pěstební a ochranné lesnické poznatky (jež jsou dlouhodobě empiricky odzkoušené a praxí verifikované), tak musí **zohledňovat i nové exaktní závěry a predikované scénáře** (vč. zvažování všech prognóz o dopadech GKZ), které vyplývají z výstupů biologicky či environmentálně zaměřených vědních disciplín, smysluplně integrovaných do soudobých priorit aplikovaného managementu (rámcových zásad) ochrany lesa (včetně usměrnění myslivosti), ekologie lesa a především pak do plánů hospodářské úpravy lesů a také do realizací pěstování lesa jako nosných lesnických činností v místních poměrech (MACKŮ a KOSOVÁ 2020).

Dále je nutné zdůraznit specifikum lesnické školkařské produkce – sadebního materiálu. Oproti tradičním oborům zemědělské rostlinné výroby, kde finální produkci většinou představují jednoleté byliny a kde hlavní výnosový základ pěstovaných druhů rostlin tvoří jejich konkrétní (produktivně preferovaná) orgánová či nadorgánová struktura (např. zrno u obilnin, kořenová bulva u cukrovky, nadzemní stonky a listoví u píceňin atd.), tak produkcí lesního školkařství (které dnes do struktury zemědělské prvovýroby náleží) jsou celistvé a živé juvenilní víceleté dřeviny, které jako dlouhověké organismy teprve po výsadbě na trvalé stanoviště budou základem příštích lesních porostů. V rámci segmentu pěstování a zakládání lesů proto lesní školkařství plní důležitou roli mezičlánku, který je koncipován ve prospěch širších strategických cílů umělé obnovy lesů. Jako takové proto musí lesní školkařství a produkce SMLD co nejvíce naplňovat **výhledové požadavky**, které obory zakládání, pěstování a ochrana lesa v dané etapě rozvoje lesního hospodářství (LH) akcentují.

Hnojení půdy a pěstovaného SMLD proto dnes musí být navrhováno a realizováno nejen se zřetelem na spoluzodpovědnost za poškozování životního prostředí v místě výchozího pěstování SMLD (tj. v lesních školkách), ale také s ohledem na zdravý vývoj pěstovaných rostlin na trvalém stanovišti a na účelovost zajišťované produkce sadebního materiálu ve smyslu následující interpretace: „*Kvalita SMLD je účelová. ... Je určována mírou, do jaké daný SMLD naplňuje individuální cíle hospodaření.*“ (cit. GLERUM et al. 1980, s. 297)⁵.

⁵ Pracovní definice pro kvalitu sadebního materiálu lesních dřevin, kterou přijalo jednání IUFRO konference „Techniques for Evaluating Planting Stock Quality“, uskutečněné ve dnech 13. až 24. srpna 1979 na Novém Zélandu (Rotorua, Palmerston North, Christchurch), zní: "The quality of planting stock is the degree to which that stock realises the objectives of management (to the end of the rotation or achievement of specified sought benefits) at minimum cost. Quality is fitness for purpose." (GLERUM C., CLEARY B., WILLÉN P., FRY G. 1980).

Takové ideové i praktické pojetí bylo tradiční součástí chápání úlohy lesního školkařství u nás již před desítkami let. Dnes je pro ně zažitý výraz „*fitness for purpose*“ („vhodnost, resp. způsobilost pro daný účel“), převzatý z terminologie pro systémy managementu jakosti v anglofonní oblasti. Při soudobém a legislativně závazném posuzování SMLD *obvyklé obchodní jakosti* (podle ustanovení přílohy č. 5 k vyhlášce č. 29/2004 Sb.) proto nutně narážíme také na povinnost hodnotitelů, aby uváděná jakostní kritéria SMLD byla brána do úvahy zvláště se zřetelem na posuzovaný druh lesnický využívaný dřeviny a s ohledem ke vhodnosti sadebního materiálu pro daný účel zalesňování.

V praktické rovině takové pojetí akcentuje hledisko, kde je kvalita SMLD významným prostředkem k tomu, aby se s co nejnižšími náklady dosahovalo individuálně definovaného cíle umělé obnovy lesa nebo zalesňování (tytéž přístupy v praxi popsali již např. ZACHAR 1965; LOKVENC 1984; ZEZULA 1997; KOTRLA a INDRA 2000; MAUER a JURÁSEK 2015; SVOBODA et al. 2015; BURDA 2019; NĚMEC 2016, 2019* a mnozí další). Lpění některých zástupců pěstební praxe i na nicotných a účelu neadekvátních morfometrických detailech při přejímkách SMLD by tedy rozhodně nemělo být dominantním přístupem při **naplňování ideálu** co nejnižší ekonomické náročnosti a co nejširších biologických racionalizací (včetně podpory co nejširší genetické rozmanitosti) v rámci zakládání a umělé obnovy lesa v soudobé tuzemské lesnické praxi (uvádějí NÁROVCOVÁ a NÁROVEC 2020*).

K předpokladům úspěšného zakládání lesních porostů nicméně i vždy v minulosti (LOKVENC 1980) neodmyslitelně patřilo (a nadále patří) použití kvalitního SMLD. Je přirozené, že problematika určování a hodnocení požadované kvality SMLD, resp. vnímání nežádoucích jakostních znaků u SMLD nemůže být univerzálně platnou či statickou záležitostí. Týká se to i podmínek a centrálních regulací při uvádění SMLD do oběhu, které do našeho právního rámce vstoupily v období kolem let 2002–2004 v souvislostech s přípravou a přijetím ČR mezi členské země EU. Nicméně i kdykoliv jindy v minulosti podléhaly kvantifikace kritérií, užívaných při posuzování kvality SMLD, relativně častým korekturám (cf. MAUER 1998). Větší či menší úpravy tuzemských celostátně platných normativních pravidel pro segmentaci a kvalitu SMLD obvykle přicházejí každou dekádu. Při ohlédnutí do minulosti to bylo v roce 1955, 1962, 1975, 1988, 1998, 2002, 2010 a naposledy v roce 2012. V průběhu 57 let (období 1955 až 2012) se tedy v ČR uskutečnily novelizace technických norem o SMLD celkem sedmkrát, tj. s průměrným časovým intervalem cca 8 let. Doposud největší časová prodleva mezi jednotlivými dílčími novelizacemi norem byla 13 let (MARTINEC 2019). Následující statě této publikace přináší detailní popis nejdůležitějších vývojových změn na úseku preferencí u kvality SMLD pro obnovu lesa v ČR.

2.1 OHLÉDNUTÍ DO MINULOSTI (NORMA ČSN 48 2211)

V poválečném lesním školkařství Československých státních lesů⁶ bývala kritéria, způsob hodnocení a samotná interpretace kvality SMLD záležitostí pouze individuálního názoru přímých provozních pracovníků jednotlivých lesních závodů nebo ostatních (nižších) organizačních složek státních lesů. Celostátně platné měřítko pro objektivní porovnávání produkce SMLD z lesních školek zpočátku dokonce ani neexistovalo. To platilo až do poloviny 50. let minulého století. Výchozím jednotícím měřítkem pro posuzování kvality SMLD se stala až československá státní norma ČSN 48 2211 *Sazenice lesních dřevin* z roku

⁶ Lesní semenářství a pěstování sazenic lesních dřevin, jakož i obchod s nimi, upravoval zákon č. 65/1950 Sb., o hospodaření lesními semeny a sazenicemi ze dne 18. května 1950; ještě předtím pak vládní nařízení č. 350/1940 Sb., o uchování a vypěstění dědičně hodnotného dorostu stromového v lese.

1955 (VYDAVATELSTVÍ ÚŘADU PRO NORMALIZACI 1956). Ta byla v roce 1962 novelizována normou s pozměněným (rozšířeným) názvem na ČSN 48 2211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin* (VYDAVATELSTVÍ ÚŘADU PRO NORMALIZACI A MĚŘENÍ 1963). Později byla ČSN 48 2111 z roku 1962 upravována ještě dvakrát (1975, 1988). Po roce 1998 na ni přímo navázala ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin*.

2.1.1 Norma ČSN 48 2211 z roku 1955

Nosnou ideou normy ČSN 48 2211 *Sazenice lesních dřevin* bylo usnadnit lesnické praxi **třídění SMLD rozdílné jakosti**. Norma⁷ byla Úřadem pro normalizaci v Praze schválena 29. 9. 1955, měla 8 číslovaných stran a celkem 29 ustanovení (dílčích článků). Vstoupila sice v platnost 1. 4. 1956, ale až do 31. 12. 1956 byla stanovena lhůta pro její postupné zavedení do praxe, takže závaznou pro organizace lesního hospodářství se stala až 1. ledna 1957.

Norma z roku 1955 za *sadební materiál* chápala „sazenice a řízky, používané k zalesňování a umělé obnově lesa“ (článek 2), přičemž sazenicemi byly míněny „mladé rostliny, buď vyrostlé ze semene, nebo vzniklé vegetativním množením“ (čl. 1). Již v tomto období tedy pravděpodobně vznikl základ pro názvoslovné užití pojmu *sazenice* v širším i užším smyslu slova⁸. Podle jakosti se sazenice lesních dřevin podle této normy dělily na jakost I a II (čl. 10). Sadební materiál horší než jakost II nesměl být používán ani k zalesňování ani k umělé obnově lesa (čl. 12). Zařazení do jakosti I a II se řídilo znaky, které norma stanovila diferencovaně pro 7 druhů jehličnatých dřevin a pro 14 druhů listnatých dřevin (společnou skupinu představovali dub letní a d. zimní, lípa srdčitá a l. velkolistá, olše lepkavá a o. šedá; ale např. pro javor mléč a javor klen bylo kritérium průměru kořenového krčku rozdílné – dvouletý až tříletý javor klen musel mít pro zařazení do jakosti I tloušťku kořenového krčku 7 mm, zatímco od dvouletého javoru mléče bylo žádaných 8 mm).

Vnějšími (jen vizuálně odhadovanými a tedy do jisté míry i subjektivně hodnotitelnými) jakostními znaky bylo množství jemných kořenů (v tehdejší názvoslovné soustavě uváděné jako „kořenové vlásky“ – hodnotily se např. ve stupních „husté“ a „řidké“), taktéž se např. u jehličnanů hodnotil podíl listového aparátu na stavbě nadzemní stonkové části (stanoveno poměrem 1/3 až 3/4), posuzovala se tzv. průběžnost hlavní nadzemní osy (nevyžadovala se však např. u modřínu evropského) a podmínkou býval vyvinutý a vyzrálý terminální pupen na vzrůstném výhonu (přítom absence zdřevnatělého výhonu nebo vyzrálého terminálního pupene znamenala přeřazení do jakosti II).

O procentovém zastoupení jakostí se mohl odběratel s objednavatelem při objednávce individuálně domluvit (čl. 11). Implicitně zásilka sazenic jakosti I mohla obsahovat nejvýše 5 % sazenic jakosti II (čl. 22). Z dodávek sadebního materiálu se vždy vyřazovaly sazenice se silně poškozenou kořenovou soustavou (KS) nebo nadzemní částí (NČ), rovněž sazenice napadené nemocemi a škůdci a také sazenice s malým podílem kořenového vlášení (čl. 14).

⁷ Z analýzy dostupných dat v archivu Výzkumné stanice Opočno lze odvodit, že na vzniku této (i následné) verze normy se autorsky nepodílel žádný ze zaměstnanců tehdejšího lesnického výzkumného pracoviště v Opočně.

⁸ Kolem roku 2015 bylo diferencované a významově širší užívání pojmu *sazenice* jako synonyma pro *sadební materiál lesních dřevin* zcela běžné a nijak neobvyklé (cf. JURÁSEK 2015). Provozní praxe navrhovala (NĚMEC 2016) splynutí pojmu sazenice v užším smyslu slova s pojmem semenáček, aby se nehromadila v expediční a evidenční praxi některých lesních školek četná nedorozumění při uvádění pěstebních vzorců SMLD odlišných subkategorií. Týkaly se zejména krytokořenného sadebního materiálu (zkr. KSM). Problematice se samostatně věnoval i seminář České lesnické společnosti (podrobnosti viz KULHANOVÁ 2016; také MAUER 2016 aj.).

2.1.2 Novela ČSN 48 2211 z roku 1962

Po sedmi letech prodělala výchozí norma z roku 1955 novelizaci (VYDAVATELSTVÍ ÚŘADU PRO NORMALIZACI A MĚŘENÍ 1963). Název se rozšířil na *Semenáčky a sazenice lesních dřevin*, označení normy ČSN 48 2211 zůstalo zachováno. Norma byla koncipována do podmínek početné skladby dosud necentralizovaných tzv. místních lesních školek, které tradičními technologiemi výsevů semen/plodů do minerální půdy nebo školkováním semenáčků na venkovní záhony zajišťovaly SMLD zpravidla jen pro nejbližší organizační jednotky státních lesů (polesí, lesnické úseky). Rozšíření názvu odpovídalo skutečnosti, že kromě sadebního materiálu pro umělou obnovu a pro zalesňování norma nově specifikovala i požadavky na semenáčky určené pro školkování (čl. 12). Norma neplatila pro poloodrostky a odrostky, ani pro sadební materiál topolů a vrb a rovněž ani pro sazenice, vypěstované vegetativním množením. Novinkou bylo i to, že se dodavatelům ukládala povinnost expedovaný sadební materiál vybavovat průvodním listem (čl. 13). Nadále platilo pravidlo, že **sadební materiál se označoval dvěma třídami jakosti** (nyní byly ale označovány arabskými číslicemi)⁹. Sadební materiál, který nesplňoval požadavky alespoň jakosti 2, se k umělé obnově nepoužíval (čl. 2). Ministerstvo zemědělství, lesního a vodního hospodářství mohlo případně vyloučit užití SMLD jakosti 2 pro umělou obnovu.

2.1.3 Novela ČSN 48 2211 z roku 1975

V 1. polovině 70. let minulého století tehdejší podniky státních lesů již začaly postupně přistupovat k naplňování podnikových koncepcí výstavby centralizovaných provozů lesního školkařství. Proměny v celém školkařském segmentu byly hlavními důvody, proč bylo nutné přepracovat normu ČSN 48 2211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin*. Tohoto úkolu se ujmulí LOKVENC a MICHALEC (1975). Důvodem byly jak nové požadavky ze strany zalesňovací praxe (např. vzrůstaly nároky na přepravu a balení SMLD), tak dynamický rozvoj tehdejších školkařských technologií (především to byl nástup pěstování semenáčků z výsevů na rašelinové pěstební substráty, využívání fóliových krytů, dále rozvoj a výroba různých typů obalených semenáčků nebo obalených sazenic v umělých obalech).

Novelizovaná norma ČSN 48 2211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin* ze dne 18. 7. 1975 měla 40 číslovaných článků. Jedenáct závěrečných článků (V. oddíl, čl. 30–40) se věnovalo balení, dopravě a skladování školkařských výpěstků. Zahrnovala např. požadavek, aby na ložných plochách železničních vagonů a nákladních aut nebyl SMLD uskladňován (přepravován) ve vodorovné poloze (kořeny k sobě) ve vrstvách (včetně prokladů) větších než 150 cm. Norma z roku 1975 již nadobro **opustila původní logiku** dvou diferencovaných jakostních skupin, když nadále ponechala již pouze jedinou jakostní třídu (standard). U normy z roku 1975 proto také pravděpodobně můžeme hledat základy toho, že naplnění normou uváděných kvalitativních požadavků na SMLD se začalo v profesionálním slangu i v písemných (formálních) dokumentech označovat za *standard SMLD*. V textu normy se to projevilo např. v tabulce č. 1, která nese označení *Rozměry standardních semenáčků lesních*

⁹ Nesplňovaly-li semenáčky a sazenice v některém ukazateli hodnoty stanovené pro jakost 1, zařadily se do jakosti 2. Závaznými ukazateli jakosti byly zejména hodnoty výšek kmínku (NČ), kvalita kořenových systémů (KS) a zdravotní stav (čl. 11). Ani u jakosti 2 se nesměly vyskytovat jedinci se značně mechanicky poškozenou NČ, se zjevným a trvalým poškozením od škůdců a od onemocnění, s potrhávanými kořeny nebo s KS s malým množstvím jemných kořenů (čl. 16). Hlavními biometrickými ukazateli jakosti SMLD pro umělou obnovu a pro zalesňování byla minimální tloušťka kořenového krčku (KK) a výška hlavní osy NČ, a to diferencovaně pro výpěstky různého věku a způsobu pěstování (vyjadřovaného pomocí tzv. pěstební vzorce).

dřevin (tamtéž, s. 3). Semenačky, které požadovaná kritéria normy nesplňovaly, byly sice protikladně označovány jako *nestandardní*, ale neznamenalo to jejich bezpodmínečné a úplné vyřazení z dalšího potenciálního použití. Zejména u cenných druhů a ekotypů dřevin bylo žádoucí (možné) je nadále použít k zaškolování, podřezání nebo přesazení do obalů, tedy k dalšímu cyklu pěstování výsadbyschopných sazenic a poloodrostků.

Norma z roku 1975 neuváděla pravidla (požadavky) pro odrostky, ale ani pro vegetativním způsobem množený sadební materiál topolů a stromových vrb (pro ty sloužila samostatná oborová norma ON 48 2330). Hlavní měřitelné znaky (tj. výšku NČ a jí odpovídající nejmenší tloušťku KK dosaženou při určitém nejvyšším stáří) rozváděla ve dvou tabulkách. Byly to rozměry standardních semenáčků lesních dřevin pro školování a zalesňování (v normě jako tab. 1) a rozměry sazenic pro zalesňování (v normě jako tab. 2). U semenáčků pro školování se předpokládalo takové ruční vyřídění, které by dovolovalo po zaškolování (nebo osazování obalů) výškovou vyrovnanost pěstované produkce. Odchyly od průměru byly povolené jen v rozsahu $\pm 10\%$, což je vždy relativně **velmi přísný požadavek**. Pro obalené semenáčky platily tytéž rozměry, jako byly u prostokořenných semenáčků. Obalené sazenice pro zalesňování musely mít nejmenší výšku nadzemní části 16 cm (všechny listnáče, borovice a jedle bělokorá), resp. 26 cm (jedle obrovská, douglaska tisolistá, modřín evropský a smrk ztepilý). U prostokořenných výpěstků (sazenic) při splnění nejmenší tloušťky KK (3 mm u borovice lesní, borovice černé a u douglasky; 4 mm u listnáčů, smrku, modřínu a u jedle bělokoré) postačovala výška nadzemní části od 10 cm výše (borovice, jedle bělokorá), resp. od 16 cm (jedle obrovská, douglaska, modřín a všechny listnáče), nebo také od 20 cm výše (smrk ztepilý). Základní představu o požadovaných rozměrech sazenic pro obnovu lesa a pro zalesňování, uskutečňované u nás v 70. a 80. letech minulého století (tj. v období rozšiřující se imisní kalamity a narůstajících úkolů v pěstební i těžební činnosti), nabízí tabulka 1-1.

Při zpětném (soudobém) ohlédnutí se na morfologické parametry standardního SMLD a na tehdejší jednotně ustanovené hodnoty minimálních tlouštěk kořenových krčků u všech druhů listnatých dřevin dohromady, které do normy vnesli LOKVENC a MICHALEC (1975), se neodbytně vkrádá otázka, nakolik se toto segmentační zjednodušení stalo komplikujícím momentem pro produkci SMLD v reálných provozech tuzemského lesního školkařství na počátku 80. let minulého století (tj. v etapě masivního budování a uvádění do provozu nových centralizovaných školkařských podniků). Dosahování tehdejší normou požadovaných hodnot nejmenších tlouštěk KK by totiž ani dnes u některých druhů listnatých dřevin nebylo snadno splnitelným zadáním.

Tabulka 1-1. Hlavní morfologické parametry a doplňující ukazatele standardních sazenic u sdružené skupiny všech listnatých dřevin a také u smrku ztepilého diferencované do odstupňovaných výškových tříd I. až VI. u sadebního materiálu expedovaného z lesních školek podniků státních lesů v 70. a 80. letech minulého století (výběr z primárních dat a interních archivů zpracovatelů normy ČSN 48 2211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin*; zpracovatelé: Theodor Lokvenc a Miroslav Michalec, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady)

DŘEVINA nebo SKUPINA DŘEVIN	Výšková třída	Výškové rozpětí nadzemní části sazenic (cm)	Nejmenší tloušťka kořenového krčku (mm)	Největší stáří sazenic (doplňující ukazatel)
LISTNÁČE	I.	10 až 15	–	–
	II.	16 až 25	4	2
	III.	26 až 35	5	3
	IV.	36 až 55	6	4
	V.	56 až 75	9	5
	VI.	76 až 120	11	5
SMRK ZTEPILÝ	I.	–	–	–
	II.	20 až 25	4	3
	III.	26 až 35	5	4
	IV.	36 až 55	6	5
	V.	56 až 75	7	5

2.1.4 Novela normy ON 48 2211 z roku 1988

V závěru etapy centrálně řízeného lesního hospodářství u nás (v roce 1988) znovu vyvstala potřeba novelizovat normu ČSN 48 2211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin*. Garantovali ji přední tuzemští představitelé resortního školkařského výzkumu: Ing. Vratislav Dušek, CSc. a Ing. Vlastislav Jančařík, CSc. z Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti (DUŠEK a JANČAŘÍK 1988). Jejich návrhy standardů totiž znovu respektovaly (zavedly) přístupy známé již z předchozích etap hledání optimálních řešení kvantifikace parametrů výsadbyschopného SMLD. Základem diferenciací rozměrů standardních sazenic a poloodrostků jehličnatých i listnatých dřevin byly tentokrát **konkrétní technologie** pěstování. Novinkou bylo třídění SMLD do dvou výškových tříd (I. třída byla ta nižší; II. třída zahrnovala vyšší nároky na výšku NČ). Rozpětí výšek NČ ve výškových třídách se lišilo u jednotlivých dřevin podle způsobu pěstování, takže nebylo pro žádnou ze skupin uniformní (spíše bylo až cíleně individuální). Různým rozpětím výšek NČ jednotlivých dřevin (u listnáčů ale slučovaných do širších skupin „blízkých“ druhů dřevin – dohromady tak byly např. javory, jasany a jilmy) pak byly přizpůsobeny minimální tloušťky KK. Podrobnosti přibližuje tabulka 1-2.

Tabulka 1-2. Morfologické parametry standardních semenáčků a sazenic vybraných druhů lesních dřevin různého stáří, uplatněných technologií pěstování a odstupňovaných výškových tříd I. a II. podle oborové normy ON 48 2211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin* z roku 1988 (schválena 5. 12. 1988 a její účinnost započala 1. 1. 1990; zpracovatelé: Vratislav Dušek a Vlastislav Jančařík, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady)

Druh dřeviny	Věk a způsob pěstování v lesních školkách – pěstební vzorec dle pravidel z 80. let minulého století ¹⁾	Rozlišovaná výšková třída u expedované produkce			
		I.		II. (vyšší výšková třída)	
		Minimální tloušťka kořenového krčku (v mm)	Rozpětí výšek nadzemní části (v cm)	Minimální tloušťka kořenového krčku (v mm)	Rozpětí výšek nadzemní části (v cm)
Borovice lesní	2/0	4	15-24	4	>25
	1/1-2'	4	15-24	5	>25
	1-1/1°	4	15-19	4	>20
Buk lesní	1/0	3	10-17	4	>18
	1-1'-1	3	20-24	4	>25
	1/2'/2'	7	40-49	8	>50
Dub letní a dub zimní	1/0	5	15	3	10
	2/0	5	15-24	6	>25
	1/2-2'	7	25-34	8	>35
	1/2'/2'	6	35-49	7	>50
Habr obecný	1/0	3	10-17	4	>18
	2/0	4	18-24	5	25-60 ³⁾
	1-2/3-3'	5	30-39	6	>40
Javor klen a javor mlčč	1/0	2,5	12-14 ²⁾	3	>15
	2/0	4	25-34	5	35-60 ³⁾
	1/1-2	4	25-34	5	>35
Jedle bělokorá	3/0	4	10-14	4	>15
	2-3'/2-3	6	20-24	7	>25
Lípa srdčitá a velkolistá	1/0	4	10-14 ²⁾	5	>15
	2/0	5	15-24	6	>25
	1/2'/2'	6	35-49	7	>50
Olše lepkavá a olše šedá	1/0	3	12-14 ²⁾	3	>15
	2/0	3	25-49	4	>50
	1-2'/2-2'	4	35-54	5	>55
Smrk ztepilý	3'/0	4	20-24	4	>25
	2/2-3'	5	25-34	6	>35
	1-2/2/2-3'	6	35-54	7	>55

Vysvětlivky:

¹⁾ Číselný údaj v pěstebním vzorci (zlomku) před lomítkem (v čitateli) uváděl věk (počet vegetačních period) před školkováním nebo před osazením obalu a za lomítkem (ve jmenovateli) počet vegetačních period po zaškolování nebo po osazení obalu. Součet obou čísel (před i za lomítkem) znamenal celkový (fyzický) věk expedovaného sadebního materiálu. Jsou-li čísla bez doplňujícího znaku, šlo o tradiční pěstování ze sítě na venkovních záhonech; znak ' za číslicí vyznačoval podřezávání kořenů, znak ° za číslicí specifikoval pěstování v obalech a pomlčka mezi číslicemi udávala rozpětí doby pěstování. Dvě lomítka specifikovaly poloodrostky.

²⁾ Platilo pro semenáčky, které se mohly použít výhradně ke školkování.

³⁾ Aby se předešlo vysazování výpěstků s nepříznivým poměrem nadzemní a kořenové části, u víceletých semenáčků dřevin, vyznačujících se ve 2. vegetačním období rychlým růstem (výškou) hlavní osy, byla II. výšková třída omezena rozpětím, tj. stanovením nejvyšší délky (výšky) hlavní osy.

Doplňující poznámku si na tomto místě zaslouží upřesnění, že novelizace požadavků na standardní SMLD se v roce 1988 již znovu nekonstituovala do podoby československé státní normy, ale do dokumentu o úroveň nižšího – do oborové normy ON 48 2211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin*. Byl to však jen logický krok, který nazrával již několik předchozích desetiletí, během nichž téměř všechny původně československé státní normy v oboru lesnictví (mívají počáteční číselný znak 48) postupně přecházely do režimu oborových norem. Na pozbyvání platnosti mnoha v lesnictví tradičních („federálních“) československých státních norem se podílelo i vydávání různorodých nových („národních“) ministerských směrnic, nařízení a instrukcí. Příkladem může být např. pro lesní školkařství zcela zásadní dokument, který vydalo Ministerstvo lesního a vodního hospodářství České socialistické republiky v roce 1977: *Instrukce pro lesní školky státních organizací lesního hospodářství* (MLVH 1977). Instrukcemi podobného typu a zaměření se u podniků státních lesů např. iniciovalo a podporovalo rychlejší uskutečňování centralizací školkařské výroby. Souběžně se tak zároveň ukončovala platnost celé řady školkařských (či jiných) norem. *Instrukce pro lesní školky...* kupříkladu nahradila normu ČSN 48 2310 *Lesní školky* z roku 1963.

Oborovou normu ON 48 2211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin* připravilo Odvětvové normalizační středisko pro lesní hospodářství a myslivost při Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady. Schválena byla 5. 12. 1988 a její účinnost byla datována od 1. 1. 1990. Předpis měl 68 číslovaných ustanovení (článků) a byl uspořádán v pěti hlavních oddílech. Články 20 až 27 popisovaly standardní semenáčky (prostokořenné i krytokořenné) určené ke školkování, k osazování obalů a popř. k zalesnění. Články 30 až 37 definovaly standardní sazenice a poloodrostky pro obnovu lesa (zalesňování).

S normou ON 482211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin* pro SMLD (DUŠEK a JANČAŘÍK 1988), kterou můžeme zjednodušeně (hovorově) uvést i pořadím jako „4. generaci“ normy, byla v úzké a přímé vazbě vytvořena také oborová norma ON 48 2410 *Zalesňování a péče o kultury a mlaziny* (LOKVENC et al. 1988). Obě byly v Odvětvovém normalizačním středisku pro lesní hospodářství a myslivost při VÚLHM Strnady projednávány souběžně (tj. dne 5. 12. 1988). S ohledem na rok svého publikování (1989) se oboje však již nestaly zásadními dokumenty, které by v závěru milénia v ČR reálně změnily technické požadavky na SMLD a které by revidovaly dosavadní způsoby zakládání lesních porostů v ČR. V polistopadových celospolečenských zvratech (završených rozdělením bývalého federativního Československa na dva samostatné státy) a v překotných transformačních proměnách tuzemského lesního hospodářství na počátku 90. let minulého století (završených vznikem státního podniku Lesy České republiky) naopak rychle upadnuly v zapomnění. Znovu připomínány (či předkládány k provoznímu využití) bývají teprve až o čtvrtstoletí později (např. SVOBODA et al. 2015).

2.2 POSTTRANSFORMAČNÍ OBDOBÍ (NORMA ČSN 48 2115)

Přijmeme-li názor, že obsahová posloupnost čtyř předchozích prezentovaných norem řady 48 2211 (nejprve ČSN, později ON) představuje čtyři individuální „generace“ (soubory) požadavků, jimiž se v 37letém období (počínaje rokem 1955 a konče rokem 1992) u nás nahlíželo na kvalitu SMLD, resp. na standardnost u výpěstků lesního školkařství, pak českou technickou normu ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* z dubna roku 1998 lze interpretovat také jako výchozí podobu 5. generace pravidel, kterou se na úseku stanovení kvality a požadovaných standardů u SMLD tuzemské LH řídilo.

Kontinuita i rozdílnost (přeneseně) „generačních“ přístupů a dobově přijímaných pravidel pro posuzování kvality SMLD proto nadále dokládají a předznamenávají, že nahlížení na kvalitu SMLD nebude nikdy ukončeným procesem a že bude trvalou součástí hledání role a identity tuzemského lesního školkařství v rámci soudobých úkolů polyfunkčního obhospodařování krajiny a zejména pak při pěstování lesů na pozemcích určených k plnění funkcí lesa (zkr. PUPFL), v moderních provozních systémech zakládání lesních porostů a v soustavách trvale udržitelného hospodaření v lesích a na jejich půdách.

Transformační období 90. let minulého století vneslo do segmentu zakládání lesů řadu nových situací a přineslo zcela novou právní úpravu pro hospodaření v lesích. Základem této úpravy bylo přijetí zákona č. 289/1995 Sb., *o lesích a o změnách a doplnění některých zákonů (lesní zákon)* a jeho prováděcích předpisů. Mezi nimi se zakládání lesních porostů týkala především vyhláška č. 82/1996 Sb., *o genetické klasifikaci, obnově lesa, zalesňování a o evidenci při nakládání se semeny a sazenicemi lesních dřevin*. Při úpravách právního řádu v ČR se již tehdy přihlíželo k předpokládanému budoucímu vstupu ČR mezi členské země EU. Proto je i tato skutečnost zmíněna v preambuli nové české technické normy ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin*, kterou v roce 1998 vydal Český normalizační institut (ČNI). Zpracovatelem této (do nových poměrů tržní ekonomiky koncipované) řady technických norem pro zalesňování a pro obnovu lesa v ČR byl Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, útvar pro pěstování lesa (Výzkumná stanice Opočno) spolu s Ústavem zakládání lesů Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně.

2.2.1 Norma ČSN 48 2115 z roku 1998

Pro řešení dodavatelsko-odběratelských vztahů se nová norma (podobně jako již norma ČSN 48 2211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin* z roku 1975) odvolávala (viz čl. 2) na zásady statistické přejímky podle ČSN 01 0255 *Statistická kontrola jakosti*. Ve článku 3 pak norma nabízela upřesněné názvoslovné definice pro všechny hlavní subkategorie SMLD (jsou to definice pro semenáčky, sazenice, poloodrostky, odrostky atd.). Díkce mnoha dalších ustanovení této nové normy si rovněž nesla podobu a návaznost s normou z roku 1975. Bylo to jistě i vlivem toho, že na vypracování obou těchto pravidel se jako člen autorského kolektivu nemalou měrou spolupodílel Ing. Theodor Lokvenc, CSc., významný vědecký pracovník a odborník na zalesňování z Výzkumné stanice Opočno.

Hlavním přínosem normy z roku 1998 bylo definování parametrů tzv. standardního sadebního materiálu (cf. MAUER 1998). Norma se stala metodologickým východiskem pro analytickou práci Zkušební laboratoře č. 1175.2 *Školkařská kontrola*. Tato laboratoř na přelomu milénia na VS Opočno teprve vznikala (JURÁSEK 1998). Norma proto uvádí i řadu doprovodných ukazatelů standardní kvality SMLD, přičemž nevynechává ani základní přehled laboratorně zjišťovaných fyziologických charakteristik SMLD (viz Příloha B na stranách 15 až 17 normy). Za zásadní praktický přínos normy pak je nutné interpretovat rovněž požadavky Přílohy A, které se týkají přípustných odchylek tzv. architektiky kořenových systémů u standardního sadebního materiálu smrku ztepilého a také u dřevin s kůlovým kořenovým systémem. Příloha A tvoří normativní součást požadavků, vyžadovaných od standardního SMLD, a nachází se v osnově normy na stránkách 11 až 14. Je výstupem realizačního týmu specialistů, vedeného prof. Ing. Oldřichem Mauerem, DrSc. Zásadní přepracování se v roce 1998 v normě dotknulo také způsobu označování sadebního materiálu tzv. pěstebním

vzorcem. Předchází tradiční lomítka, které znaly generace lesních školkařů v předchozích desetiletích, se po vzoru zahraničních zvyklostí začalo nahrazovat symboly +, resp. – (znak „+“ pro školkování a přesazení do obalu; znak „–“ pro podřezání kořenů).

Vyzdvihnout na normě ČSN 48 2115 z roku 1998 lze i obecnou zásadu, že požadavky na standardní SMLD norma vztahovala společně na všechny prostokořenné i krytokořenné výpěstky, stejně tak na sadební materiál generativního i vegetativního způsobu pěstování a rovněž i na sadební materiál pěstovaný zaškolčováním nebo zakořeňováním z náletových semenáčků (blíže čl. 6.1). Norma připouštěla u standardního výsadby schopného SMLD úmyslné tvarování koruny (čl. 6.7). Úmyslné zkracování nadzemní části (NČ) jako opatření pro úpravu proporcionality NČ vůči kořenové soustavě (KS) norma dovolovala (čl. 6.9) u listnatých dřevin a u modřínu. U prostokořenného SMLD se vyžadoval úměrný výškový přírůst, přičemž délka terminálního výhonu z posledního roku pěstování neměla u smrku ztepilého a douglasky tisolisté přesahovat polovinu celkové výšky NČ (čl. 6.5).

Mají-li se na normě z roku 1998 hledat nějaká konkrétní dobová specifika a jedinečnosti, pak lze určitě jmenovat důraz, který se začal klást na kvalitu kořenových systémů školkařských výpěstků a na jejich proporcionalitu vůči nadzemní části výpěstků. Nicméně v mnoha tradičních náležitostech (kritériích) pro hodnocení kvality SMLD má tato norma především důslednou konzervativní podobu a vyznačuje se věcnou a obsahovou kontinuitou, když v novém tržním prostředí připomíná již všechna praxe dostatečně ověřená a známá pravidla hodnocení kvality a posuzování jakosti u výsadby schopného SMLD určeného k obnově lesa a k zalesňování. Dokonce bychom při důsledném porovnávání morfologických parametrů (vnějších rozměrů), které tato norma požadovala, s údaji (morfologickými a jakostními parametry), které vyžadovaly normy z let 1962 a 1975, mohli snadno dospět i k závěru, že dnešní vnější rozměry SMLD, platné pro standardní výpěstky lesního školkařství, jsou v řadě ohledů (přeneseně) „méně náročnější“, než jaké bývaly u podniků státních lesů vyžadovány v 60. a 70. letech minulého století. Dříve se sice oproti dnešku tolik nehledělo na výšku nadzemní části (jako *standard* dnes zpravidla preferujeme SMLD vyšší), ale v 60. letech minulého století byla vyžadována minimální tloušťka kořenového krčku např. u tříletých sazenic smrku, modřínu, borovice i buku o 1 mm vyšší a u některých listnáčů (duby, javory, olše) až o 2 až 3 mm vyšší, než je tomu dnes. Pro úplnost je ovšem nutné současně doplnit, že pozdější úpravy vnějších rozměrů standardních semenáčků, sazenic a poloostrodků lesních dřevin z konce 80. let minulého století již tyto rozdíly zredukovaly (cf. DUŠEK a JANČAŘÍK 1988).

2.2.2 Doplněk ČSN 48 2115/Změna 1 z dubna 2002

Mezi odběrateli a dodavateli SMLD bylo po publikování ČSN 48 2115 v roce 1998 dohodnuto tříleté adaptační období. Bylo to nutné s ohledem na víceleté fáze pěstování školkařské produkce. Po lesních školkařích se chtělo, aby se v nových podmínkách tržní ekonomiky technologicky přizpůsobili změněným požadavkům na standardní produkci SMLD. Státní podnik Lesy České republiky (LČR) proto ve smlouvách se svými obchodními partnery začal dodávky SMLD dle ČSN 48 2115 z roku 1998 vyžadovat až od 1. ledna 2001 (blíže např. KOTRLA a INDRA 2000). Plná realizace nových obchodních podmínek si však již během úvodního roku 2001 vyžádala, aby některá ustanovení normy byla znovu podrobněji interpretována, upřesněna a dále obsahově doplněna. Tohoto zadání se v dubnu 2002 zhostila novelizace, vydaná Českým normalizačním institutem jako ČSN 48 2115/Změna Z1 *Sadební materiál lesních dřevin*.

Například původní odkaz na ČSN 01 0255 *Statistická kontrola jakosti* již tehdy pozbyl svoji aktuálnost (tato norma již nebyla platná). Důležitým doplněním byla Příloha C „Zásady xylometrického měření objemů částí rostlin“. Praxe u odběratelů a dodavatelů SMLD si vyžádala nové specifikace rozměrů a upřesnění ostatních morfologických parametrů (včetně poměru KS/NČ) především pro sazenice s výškovým rozpětím 51 až 70 cm a také pro

poloodrostky (obecně se jako *poloodrostky* tehdy chápaly školkařské výpěstky s výškou nadzemní části 51 až 120 cm vypěstované zpravidla dvojnásobnou úpravou kořenových systémů prostřednictvím školkování, podřezáváním kořenů nebo přesazením do pěstebních obalů). Naprosto zásadní úpravou se pak stal požadavek školkařské praxe, aby třídění SMLD ve školkách mohlo být prováděno s dovolenými délkovými (u výšky NČ a tloušťky KK) či objemovými (parametry KS) tolerancemi. Znamenalo to, že u většiny rozpětí výšek NČ (s výjimkou těch nejnižších) byla nyní přípustná tolerance až ± 5 cm, takže smluvně požadované výškové rozpětí 26–35 cm nově splňovala i vytríděná produkce s výškami NČ od 21 do 40 cm. U tloušťky KK se nově začala tolerovat odchylka až 10 % směrem dolů (nově tak požadavek nejvyšší tloušťky KK 5 mm splňoval i výpěstek s tloušťkou 4,5 mm) a u minimálních poměrů KS/NČ mohla být odchylka až 20 % směrem dolů.

Věcné upřesnění se dotknulo rovněž záměrných zásahů do KS i NČ školkařských výpěstků tvarovým řezem. Oproti předchozímu obecnému konstatování, že tvarování výpěstků řezem je dovoleno, popř. že se přímo doporučuje, nyní ČSN 48 2115 Změna 1 požadavky upřesnila tak, že tvarováním koruny se rozumí zkracování nebo odstraňování jen bočních větví, a to výhradně řezem tzv. *na větvní kroužek*. Tento řez neměl mít průměr větší než 6 mm (čl. 6.7). Tentýž rozměr platil pro maximální tloušťku řezu u kořenů (10 mm pak platilo pouze u poloodrostků s výškou NČ nad 81 cm). Záměrné krácení nadzemní části řezem, aby se upravila (vyrovnala) disproporcionalita vůči objemu KS, se nově mohlo týkat terminálního výhonu pouze u břízy, jeřábu a olše (čl. 6.9). Četná doplnění si vyžádala také Příloha A, popisující tvary nadzemních částí a přípustnou architekturu kořenových systémů.

Popis všech provedených úprav a doplňků, které přinesl doplněk ČSN 48 2115/Změna 1, byl zaznamenán v *Komentáři k ČSN 48 2115 Sadební materiál lesních dřevin*. Jeho autorem byli JURÁSEK a kol. (2002), vydavatelem ČNI. V různých jiných souvislostech o problematice posuzování a hodnocení kvality SMLD referovaly během prvního desetiletí 21. století také četné jiné prameny. Jednalo se převážně o příspěvky ve sbornících, které připravovalo a vydalo Sdružení lesních školkařů ČR (SLŠ ČR). Novela normy z roku 2002 pak měla pro zalesňovací praxi ten stěžejní význam, že **se stala předlohou a etalonem** pro podzákonné právní předpisy k zákonu č. 149/2003 Sb., o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (*zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin*). Přijetí tohoto zákona, pro který se v praxi vžilo označení ZORM, přímo souviselo se vstupem ČR mezi členské země EU.

2.2.3 Doplněk ČSN 48 2115/Změna 2 ze srpna 2010

Po 8 letech opět nazrála doba k přizpůsobení normy požadavkům praxe. Pomocí doplňku ČSN 48 2115/Změna 2 se nově upravoval např. způsob zápisu pěstebních vzorců, měnily se některé kvalitativní parametry pro SMLD standardní kvality v tabulce 1A (v normě) a došlo také k doplnění rozměrů u SMLD subkategorie odrostků. Délkové a objemové toleranční meze se znovu upravovaly např. u borovice lesní a borovice černé, když byly v kategorii semenáčků za standardní považovány již výpěstky od 7 cm výšky NČ výše (doposud od 10 cm výše). U stanoveného minimálního podílu objemu jemných kořenů vůči objemu celého KS se nově tolerovala odchylka až 20 %, avšak výjimkou v tomto směru byla produkce semenáčků listnatých dřevin s výškou NČ 36 až 50 cm, kde se nové tolerance neuplatnily.

2.3 AKTUÁLNĚ PLATNÁ NORMA ČSN 48 2115 Z ROKU 2012

Po roce 2010 se opakovaně ukázalo jako nanejvýš potřebné, aby se norma podrobila ještě další, a to kompletní revizi. Nebylo to z důvodů obsahových neshod, nýbrž z důvodů ryze pragmatických. Studium ustanovení normy totiž v této fázi již vyžadovalo čtení a neustálé porovnávání textů tří dokumentů současně, neboť doplňky normy z roku 2002 a 2010 (Změna 1 a Změna 2), publikované Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví (ÚNMZ), byly koncipovány (editovány a vytištěny) způsobem, že uváděly pouze upozornění, která ustanovení se změnila, a že u dílčích pasáží odcitovaly vždy jen novou podobu textů pozměněných ustanovení. Pro aplikační sféru (školkařskou a zalesňovací praxi) bylo takové publikační řešení (přeneseně i ve skutečnosti) *obtížně uchopitelné*.

Soupis původních tří normativních textů do jediného souborného dokumentu provedli JURÁSEK et al. (2012). V osnově normy pozměnili pořadí kapitol a doplnili normu o nové odkazy na legislativu a související mezinárodní dokumenty z období kolem let 2011–2012. Došlo také na upřesnění výkladu některých obecných pojmů, úpravu názvosloví a technologických definic. Podrobněji se specifikovala např. *technologie stříhu vzduchem*. Doplnila se též definice pro poloodrostky (nyní se již vyžadovala i od listnatých druhů dřevin dvojnásobná úprava kořenových systémů). U poloodrostků listnatých druhů dřevin se změnilo rozpětí výšek NČ až na 81 až 120 cm, neboť výškové rozpětí 51–80 cm se nově přiřadilo krytokořeným semenáčkům listnatých dřevin. Rozšířil se výpis příkladů tzv. pěstebních vzorců. Novinkou bylo důsledné rozlišování, zda producent u krytokořených výpěstků deklaruje využití technologie stříhu vzduchem (ve vzorci se v takovém případě objevuje písmeno „v“; původně užívaný symbol „k“ byl ponechán již jen pro případy, kdy technologie stříhu vzduchem uplatněna nebyla). Revidované znění české technické normy ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* z listopadu 2012 vstoupilo v platnost již 1. prosince 2012 (viz Oznámení č. 114/12 Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, zveřejněné dne 8. listopadu 2012 ve Věstníku ÚNMZ č. 11/2012).

V červnu 2013 se poté schválením novely *zákona o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin* (ZORM) Senátem Parlamentu ČR završilo tehdejší 3leté období projednávání této novely, která následně do oblasti uvádění SMLD do oběhu přinesla také řadu novinek (KRNÁČOVÁ 2013). Byl to např. od všech členských zemí EU vyžadovaný *Národní program ochrany a reprodukce genofondu lesních dřevin*¹⁰. Nicméně samotný úsek posuzování kvality standardního SMLD se touto novelou ZORM neměnil.

2.3.1 Hlavní přínosy normy ČSN 48 2115

ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* ve znění z listopadu 2012 je nadále platným dokumentem technické normalizace pro praktické hodnocení kvality SMLD. Přes předchozí fáze dílčích přestaveb (Změna Z2 v roce 2010) a také přes kompletní revizi (v roce 2012) se tento dokument přenesl v ideovém uspořádání, které mu v roce 2002 vtisknula ustanovení ČSN 48 2115 *Změna Z1* (aut.: JURÁSEK et al. 2002). Zachovává si výchozí členění SMLD do subkategorií semenáčků, sazenic, poloodrostků a odrostků, stejně tak se i nadále užívají příslušné a na přelomu milénia praxí vyžádané délkové a objemové tolerance u hlavních morfologických znaků standardního SMLD. Změnu v subkategoriích semenáčků a sazenic nepřinesly ani pozdější návrhy z praxe *Lesoškolek* (NĚMEC 2016), aby jednoletá krytokořená

¹⁰ Aktuálně platný *Národní program ochrany a reprodukce genofondu lesních dřevin na období 2019–2027* byl signován ministrem zemědělství dne 17. 12. 2018 (Ministerstvo zemědělství: Č. j. 69922/2018-MZE-16212).

produkce výpěstků listnatých dřevin při využití technologie stříhu vzduchem nesla označení *sazenice* (podrobnosti o této iniciativě a návazné diskusi k ní viz např. KULHANOVÁ 2016; MAUER 2016; ČEŠKA 2016 a jiní).

K nejdůležitějším ustanovením normy ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* také patří podrobný popis všech hlavních požadavků na tzv. standardní sadební materiál lesních dřevin, který se považuje za obecný výchozí předpoklad pro založení kvalitních lesních porostů. Požadavek používat k obnově lesa a k zalesňování SMLD, který splňuje požadavky standardní kvality podle ČSN 48 2115, je nově (od roku 2015) zakotven také v ustanovení článku 5.1 normy ČSN 48 2116 *Umělá obnova lesa a zalesňování* (MAUER a JURÁSEK 2015).

Pokud bychom měli aktuálně platnou českou technickou normu ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* z roku 2012 popsat v kontextu s podobnými pravidly, která se užívají v zemích jako je Německo, Nizozemí, Francie aj., tedy v zemích s moderním a rozvinutým lesním či okrasným školkařstvím, pak tuzemský koncept se ve svých hlavních rysech (přístupech) nijak neodlišuje od těchto zahraničních vzorů (etalonů). Soubor respektovaných (vyžadovaných) morfologických a fyziologických parametrů (hlavně maximální věk, výška NČ, tloušťka KK, proporcionalita NČ/KS, dobrý zdravotní stav, nepřipustné tvarové deformace atd.) bývá u norem tohoto druhu zpravidla velmi podobný. Způsoby označování produkce pěstebními vzorci a některá pravidla pro třídění a balení SMLD si v zahraniční legislativě samozřejmě nesou znaky regionálních (národních) zvyklostí. Jedná se zpravidla o diferenciaci při třídění do konkrétních výškových či jakostních tříd dle různého účelu a uplatnění SMLD. Ve většině evropských zemích nicméně zatím mívá trh se SMLD jen vnitrostátní charakter a nevzniká proto naléhavá potřeba tyto individuální rozdíly mezi členskými zeměmi EU stírat unijní harmonizací legislativních předpisů nebo ujednocováním obsahu evropských technických pravidel pro obchodování s reprodukčním materiálem lesních dřevin (zkr. RMLD).

2.3.2 Obecné požadavky na standardní sadební materiál

Při posuzování kvality SMLD se bere na zřetel zejména věk a způsob pěstování školkařských výpěstků. Rozlišují se hlavní dva technologické rámce: pěstování prostokořenného sadebního materiálu (PSM) nebo krytokořenného sadebního materiálu (KSM). U standardních výpěstků SMLD musí vždy odpovídat dosažené rozpětí výšek jejich nadzemních částí a také nejmenší tloušťky jejich kořenových krčků parametrům, normou stanoveným diferencovaně pro PSM nebo KSM (odlišených mimo jiné i užíváním číselným znakem).

Při interpretaci standardní kvality SMLD se užívají dvě odlišná ohniska pohledu:

- Při matematicko-statistickém hodnocení standardní kvality SMLD **na úrovni souborů** (tedy prakticky vždy při uvádění SMLD do oběhu) je množina hodnotících kritérií aplikovatelná výhradně jen na pět hlavních, tzv. neopomenutelných znaků (specifikovány budou v následném textu). Jsou-li do kontroly kvality SMLD zahrnuta i hlediska individuálního posuzování dalších morfologických znaků (vč. ukazatelů fyziologické kondice školkařských výpěstků a znaků jejich genetické konstituce), jedná se o tzv. komplexní hodnocení kvality SMLD.
- Ve druhém ohnisku pohledu je na standardnost nahlíženo pouze **na úrovni jedince**, tj. jednotlivé rostliny, přičemž norma k hodnocení standardnosti daného konkrétního školkařského výpěstku nabízí široké množství dílčích morfologických kvalitativních ukazatelů. Jejich kvantifikace je založena většinou na vizuální kontrole snadno rozlišitelných vnějších znaků, popř. je doplněna přeměřením některých délkových, objemových či hmotnostních veličin pověřenou zkušební laboratoří.

2.3.2.1 Standardnost souborů sadebního materiálu

Norma ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* v platném znění za **standardní soubor SMLD** považuje takový, který obsahuje nejméně 95 % standardních jedinců. K parametrům pro hodnocení standardu a pro výpočet limitního podílu nestandardních výpěstků (5 %) náleží podle normy těchto pět neopomenutelných znaků:

- tloušťka kořenového krčku;
- výška nadzemní části;
- maximální věk;
- nepřipustné deformace kořenových systémů;
- poměr objemu kořenů k objemu nadzemních částí (zkr. KS/NČ, popř. zkr. K/N).

Velikost rozborového vzorku (četnost výběrového souboru podrobně analyzovaných a posuzovaných jednotlivých rostlin) pro zhodnocení standardní kvality souborů SMLD je nejméně 200 kusů školkařských výpěstků. Množství rozborových vzorků se určuje podle homogenity a početnosti hodnocené školkařské produkce. Norma stanoví, že jeden rozborový vzorek SMLD (à 200 ks jedinců) může charakterizovat školkařskou produkci nejvýše na výměře 0,25 ha produkční plochy lesní školky, resp. že je možné jím postihnout nejvýše soubor 50 tisíc kusů expedovaného sadebního materiálu.

2.3.2.2 Standardnost individuálních školkařských výpěstků

Pro to, aby školkařské výpěstky lesních dřevin mohly být při individuálním posuzování ve Zkušební laboratoři č. 1175.2 *Školkařská kontrola (ZL ŠK)* zařazeny mezi **standardní jedince**, musí splňovat následující normativní požadavky a tato povinná základní hlediska:

- Vyžadována je u nich absence vizuálně patrných příznaků (symptomů) vodního stresu a poruch ve výživě (viz čl. 6.3 normy).
- U prostokořenného sadebního materiálu (s výjimkou douglasky tisolisté a jedle obrovské) je to absence narašených pupenů v době jarní výsadby (čl. 6.4 normy).
- Musí pro všechny základní typy školkařských technologií splňovat limitní hodnoty, týkající se dosaženého stáří výpěstků, výšky jejich nadzemní části a tloušťky kořenového krčku (blíže čl. 6.6 a tabulka 1 normy).
- Musí vykazovat pro daný rostlinný druh typické větvení stonku, zejména pak zachovávat průběžnost kmínku a relativně pravidelné postavení bočních prýtů na hlavní ose (čl. 6.7 normy). Popis přípustných a nepřipustných tvarových odchylek přitom u jednotlivých dřevin podrobně rozvádí a znázorňuje příloha A normy.
- Pro zhodnocení rizika potenciálního vzniku tvarových deformací hlavní osy školkařských výpěstků v důsledku proliferace letních (proleptických, jánských) prýtů je při hodnocení standardnosti souborů do oběhu uváděného sadebního materiálu normou povoleno, aby standardní soubory (u jehličnatých druhů dřevin) zahrnovaly až 20 % jedinců, u nichž v důsledku tvorby letních prýtů není v daný okamžik hodnocení zcela jednoznačně zřejmé, který z vrcholových prýtů převezme dominantní (apikální) roli. V případě vyššího podílu jedinců s letními prýty u jehličnanů norma doporučuje individuální odborné posouzení pověřeným pracovištěm (viz strana 21 normy).

- Tvarování nadzemních částí školkařských výpěstků je normou povoleno (čl. 6.7). Rozumí se jím zkracování nebo **odstraňování bočních prýtů řezem**, přičemž za přípustnou je považována čerstvá rána, jejíž průměr není větší než 6 mm.
- Kořenový systém standardních výpěstků musí mít úměrnou velikost (objem či hmotnost) vůči nadzemní části a musí zahrnovat odpovídající množství jemných kořenů (tj. kořenů slabších než 1 mm). Pro oba tyto ukazatele norma podrobně specifikuje limitní hodnoty (blíže čl. 6.9 a tabulka 4 normy).
- Kořenová soustava výpěstků nesmí vykazovat příznaky mechanického poškození (výjimkou je úmyslné zkracování kořenů, přičemž maximální tloušťka zkracovaných kořenů nesmí být větší než 6 mm) a musí zaručovat mechanickou stabilitu rostlin. Nepřípustné tvarové vady kořenových soustav a naopak přehled přípustných odchylek od jejich přirozeného utváření jsou v normě popsány v závazné příloze A.
- Vyžadována je také absence příznaků abiotického poškození výpěstků (viz čl. 6.15 normy) nebo jejich napadení biotickými škodlivými činiteli. Výjimky upřesňuje vyhláška Ministerstva zemědělství č. 29/2004 Sb. ze dne 20. ledna 2004, *kteřou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin*.
- U KSM musí být školkařské výpěstky ve školkách pěstovány pouze takovými technologickými postupy, které zamezují deformacím kořenů. Kořenový bal krytokořených školkařských produktů, vypěstovaných v pevných obalech (tzv. sadbovačích), se po vytažení z obalu nesmí rozpadat (musí být soudržný) a musí být přiměřeně vlhký (čl. 6.12 normy).
- Přehled pěstebních obalů KSM, u kterých byla ověřena biologická vhodnost pro užití v tuzemském lesním školkařství, uvádí tzv. *Katalog biologicky ověřených obalů pro pěstování krytokořeného sadebního materiálu lesních dřevin* (zkráceně *Katalog obalů*). Ten je prezentován na webových stránkách pověřeného zkušebního pracoviště v Opočně (dostupné na World Wide Web: <http://vulhm.opocno.cz/sluzby4.html>)¹¹.

2.4 SOUDOBÉ POŽADAVKY NA KVALITU SADEBNÍHO MATERIÁLU LESNÍCH DŘEVIN

Dokument *Strategie resortu Ministerstva zemědělství České republiky s výhledem do roku 2030* (MZE 2016) připomíná důležitou okolnost, totiž že jednostranné přenesení odpovědnosti za odbyt školkařských výpěstků jen na stranu producentů SMLD znamená komplikaci, neboť „není dostatečně nastaven systém smluvního pěstitelství sadebního materiálu tak, aby měli lesní školkaři záruku odběru vypěstovaného sadebního materiálu“ (ibid., s. 72–73). Praktická realizace odbytu SMLD (a návazně fungování celého konceptu posttransformačního lesního školkařství, který se od 90. let minulého století v ČR dominantně prosazoval) v jednotlivých školkařských provozech dnes vychází z individuálně nastavených podmínek dodavatelsko-odběratelských vztahů účastníků uvádění SMLD do oběhu. Provozy obchodních lesních školek zde vůči ostatním úsekům zakládání lesních porostů vystupují jako relativně samostatné technologické rámce (oddělené „pěstební mezistupně“), vložené mezi úsek lesního semenářství (resp. zajišťování RMLD) a mezi vlastní výkony při zakládání lesů (obecně zalesňování)¹². Lesní školkařství se zde přizpůsobuje požadavkům svých odběratelů a jimi vymezeným individuálním nárokům na vnější design a kvalitu SMLD. V poměrech otevřené soutěže na tuzemském oligopolním trhu nutně takové školky usilují o dosažení maximálního množství tržně uplatnitelné produkce SMLD. Zároveň (až na výjimky) dopředu

¹¹ O základních obrysech činnosti Zkušební laboratoře č. 1175.2 *Školkařská kontrola* již referovalo množství individuálních přednášek a článků od jejích zakladatelů (JURÁSEK 1998, 2001, 2003); pro SLŠ ČR naposledy např. NÁROVCOVÁ (2022*), nyníjší vedoucí tohoto zkušebního pracoviště.

¹² Pojmy *zalesňování* a *umělá obnova lesa* předkládaná práce užívá jako synonyma; významově je nerozlišuje.

neznají, kdo bude odběratelem jejich produktů, resp. koncovým uživatelem pěstovaného SMLD, a kde (na jakém zalesňovaném stanovišti) jejich výpěstky naleznou finální uplatnění. Právě tento model kooperací účastníků uvádění SMLD do oběhu je momentem, který tak ochotně vkládá mezi pěstitele a odběratele SMLD buď obecná pravidla technických norem, nebo naopak individualizované obchodní podmínky s přesnými jakostními specifikacemi pro dodávaný SMLD (cf. PAŘÍZEK et al. 2020; FLORA 2021; NÁROVEC 2021* aj.).

Problém multikriteriálních pohledů na kvalitu a standardy SMLD, který v podmínkách zalesňovací praxe v ČR postupně od 90. let vzniknul a rozvinul se, spočívá navíc i v tom, že nazírání provozní lesnické praxe na aktuálně platnou normu ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* (aut.: JURÁSEK et al. 2012) si u dominantních odběratelů SMLD často nese znaky rozhodovacích a hierarchických schémat z doby, kdy pomocí nejrozličnějších resortních směrnic, oborových instrukcí, metodických pokynů a celostátních norem bylo odvětví LH ze strany MLVH usměrňováno a řízeno (viz např. *Instrukce pro lesní školky státních organizací lesního hospodářství z roku 1977*). Důsledkem tohoto návyku je, že výkonná lesnická praxe již od roku 1998, kdy norma vznikala (aut.: JURÁSEK et al. 1998, později JURÁSEK et al. 2002, 2010, 2012), nadále nahlíží na tuto normu jako na dokument té nejvyšší důležitosti. Ani po roce 2004, kdy vstoupil zákon č. 149/2003 Sb., *o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin; zkr. ZORM)*, a jeho prováděcí předpisy v platnost, nedošlo u řady lesnických subjektů ke změně postojů, které by při vyjednávání dodacích podmínek u SMLD zohlednily, že zákonné a podzákonné právní předpisy ČR by měly mít při určování kvality SMLD přednost před ustanoveními tuzemských technických norem¹³.

Právním předpisem ZORM byla do legislativy České republiky implementována evropská směrnice Rady 1999/105/ES ze dne 22. prosince 1999 *o uvádění reprodukčního materiálu lesních dřevin na trh* (angl.: Council Directive 1999/105/EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material). Nejdůležitějším podzákonným právním předpisem k ZORM je vyhláška Ministerstva zemědělství č. 29/2004 Sb., *kteřou se provádí zákon č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin*, ve znění pozdějších předpisů (dále uváděná jako „vyhláška č. 29/2004 Sb.“). Citovaná vyhláška užívá výhradně jen pojmy „*sadební materiál obvyklé obchodní jakosti*“, nebo synonymně „*rostliny/části rostlin obchodovatelné jakosti*“. V české technické normě ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* (aut.: JURÁSEK et al. 2012) se naproti tomu uplatňuje jen pojem „*standardní sadební materiál lesních dřevin*“. Ten ovšem ve vyhlášce č. 29/2004 Sb. nenajdeme. Proto NÁROVCOVÁ a NÁROVEC (2019*) doporučili, aby oba užívané pojmy (tj. SMLD *obvyklé obchodní jakosti* a SMLD *standardní jakosti*) zůstaly jako individuální specifikace nadále zachovány a aby byly praxí užívány diferencovaně, a to především ke zdůraznění a vyjádření rozdílů, která kvalitativní hlediska byla primárně užitá při třídění SMLD u dodavatelů. Bazální požadavky na kvalitu SMLD jsou v takovém případě vznášeny prostřednictvím prováděcí vyhlášky č. 29/2004 Sb. k ZORM (tzv. *obvyklá obchodní jakost/obchodovatelná jakost*). Nadstandardní k nim jsou pak požadavky, které ukládá norma ČSN 48 2115 *Sadební*

¹³ Z hlediska závaznosti norem platí v ČR všeobecná zásada, že technické normy nenahrazují právní předpisy. Normy nejsou obecně závazné, dokud na jejich konkrétní ustanovení přímo neodkazují právní předpisy. Jen zcela výjimečně přitom nastávají situace, aby právní předpisy ze závazňovaly danou normu jako celek. Většinou je závaznost ustanovení norem omezena v rozsahu přesně vymezených dílčích specifikací, stanovených právním předpisem. Na nezávaznost české technické normy ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* konečně již odkazoval i výchozí rozklad (popis) od tehdejších iniciátorů a spoluvůrců normy ČSN 45 2115 z roku 1998 (ŘEŠÁTKO 1998, s. 6–7; MAUER 1998, s. 52–53; JURÁSEK 1998, s. 10).

materiál lesních dřevin. Požadavky na SMLD *standardní jakosti* jsou (v porovnání k SMLD s obchodovatelnou jakostí) tedy mnohem náročnější a vedou při třídění ve školkách k vyššímu stupni uplatňované selekce. Nutně ji musí dávat přednost ty obchodní lesní školky, jejichž produkce nachází uplatnění u těch odběratelů, kteří žádají SMLD *standardní jakosti*.

Do podmnožiny SMLD *obvyklé obchodní jakosti* se tříděním naopak dostane daleko větší podíl výpěstků, vyzvedávaných z produkčních ploch lesních školek. Je tomu proto, že vyhláška č. 29/2004 Sb. (resp. její příloha č. 5) na rozdíl od české technické normy diferencovaně u některých rodů dřevin zohledňuje reálnou variabilitu habituálních a anatomických znaků školkařských výpěstků. Při třídění výhradně jen dle morfologických a habituálních hledisek ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* bývá běžnou situací, že nemalý podíl (zpravidla až třetina) výpěstků z produkce, vyzvednuté ze záhonů lesních školek, nenajde po vytrídění SMLD na žádanou výškovou třídu další uplatnění (cf. BURDA 2019; ČEŠKA 2019; NĚMEC 2019* aj.). Tím se pravděpodobně naplňují přinejmenším teoretické předpoklady pro zužování rozmanitosti (diverzity) SMLD, užitého k obnově lesů.

2.4.1 Rozdíly mezi výpěstky obchodovatelné a standardní jakosti

2.4.1.1 Přípustné exteriérové a habituální odlišnosti u listnáčů

U výpěstků listnáčů se odlišný rozsah aplikované morfometrie při individuálním posuzování kvality SMLD dle hledisek prováděcí vyhlášky č. 29/2004 Sb. a podle ustanovení normy ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* projevuje v několika dílčích hlediscích. Příloha č. 5 k prováděcí vyhlášce č. 29/2004 Sb., která pro jednotlivé rody dřevin určuje *nepřípustné vady sadebního materiálu obvyklé obchodní jakosti*, totiž nepovažuje u skupiny tvrdých a měkkých listnáčů za nepřipustnou exteriérovou, habituální či morfologickou vadu těchto pět situací (viz řádky „b“ a „d“ až „g“ v příloze č. 5, resp. zde v jejím opisu v tabulce 2-3:

- deformace kmínku (silné zakřivení) (řádek b),
- kmínek s několika terminálními výhony, resp. výhony s více terminály (řádek d),
- nedostatečnou vyzrálou (zdrěvnatění) kmínku či větví (řádek e),
- hlavní osu (kmínek) bez zdravého terminálního pupene (řádek f) a
- chybějící nebo nedostatečné větvení stonku (řádek g).

2.4.1.2 Deformace stonku nebo nedostatečné větvení u borovic a modřínů

Grafické specifikace v příloze č. 5 k vyhlášce č. 29/2004 Sb. (kde přítomnost křížků vždy znamená vyřazení dané skupiny rostlin z obchodovatelné jakosti) připouštějí chybějící nebo nedostatečné větvení stonků u juvenilních školkařských výpěstků dřevin rodů *Larix* (modřín) a *Pinus* (borovice). U obou dřevin příloha č. 5 k vyhlášce č. 29/2004 Sb. (viz absence křížků na řádce b) připouští navíc i silné zakřivení hlavní vzrůstné osy (deformace kmínku). Opět se jedná o projev rozcházejícího se (diferencovaného) chápání požadavků na morfologické a exteriérové znaky mezi SMLD *standardní jakosti* a u SMLD *obchodovatelné jakosti*.

Tabulka 2-3. Úplný přepis aktuálně platné přílohy č. 5 k vyhlášce č. 29/2004 Sb., která se v legislativě označuje „Nepřípustné vady sadebního materiálu obvyklé obchodní jakosti“

Vady bránící tomu, aby byly rostliny považovány za odpovídající obvyklé obchodní jakosti		Rod jedle, smrk	Rod modřín	Rod borovice	Rod douglaska	Tvrdé listnáče	Měkké listnáče	Rod topol
a)	Mladé rostliny s nezaceleným poraněním ¹⁾	+	+	+	+	+	+	+
b)	Deformace kmínku (silné zakřivení) ²⁾	+			+			+
c)	Sadební materiál s více kmínky ²⁾	+	+	+	+	+	+	+
d)	Kmínek s několika terminálními výhony (výhony s více terminály) ²⁾	+	+	+				+
e)	Kmínek a větve nedostatečně vyztřelé	+ ³⁾		+ ³⁾				+ ⁴⁾
f)	Kmínek bez zdravého terminálního pupene	+ ³⁾	+ ³⁾	+ ³⁾	+ ³⁾			
g)	Chybějící nebo nedostatečné větvení	+			+			
h)	Silné, životnost snižující poškození jehlic nejmladšího ročníku	+		+	+			
i)	Poškozený kořenový krček ⁶⁾	+	+	+	+	+	+	+ ⁵⁾
j)	Poškozený kořen ⁶⁾	+	+	+	+	+	+	+ ⁵⁾
k)	Hlavní kořen silně deformovaný ²⁾	+	+	+	+	+	+	
l)	Chybějící nebo silně poškozené ²⁾ jemné kořeny	+	+	+	+	+ ⁷⁾	+	
m)	Sadební materiál vykazující vážné poškození škodlivými organismy	+	+	+	+	+	+	+
n)	Fyziologické poškození v důsledku vyschnutí, přehřátí, výskytu plísni apod. ²⁾	+	+	+	+	+	+	+

¹⁾ S výjimkou řezných ran po odstranění nadbytečných výhonů nebo dvojitých vrcholů, poranění větví a ran způsobených při odběru řízků
²⁾ Detailní popis viz ČSN 48 2115 (vztahuje se k výsadbyschopnému sadebnímu materiálu)
³⁾ Pokud nebyly rostliny odebrány ze školky během vegetačního období
⁴⁾ S výjimkou klonů *Populus deltoides angulata* a balzámových topolů a jejich hybridů
⁵⁾ S výjimkou sazenic topolů zastřižených ve školce
⁶⁾ S výjimkou prýtových řízků
⁷⁾ S výjimkou dubu červeného

Kritéria musí být posuzována vzhledem k danému druhu lesní dřeviny a vzhledem ke vhodnosti sadebního materiálu pro účely zalesňování.

Pozn.: znaménko + vyřazuje rostlinu z obchodovatelné jakosti.

Sazenice topolů nemají obvyklou obchodní jakost, pokud vykazují také některou z níže uvedených vad:

- a) jejich dřevo je starší než 3 roky,
- b) mají méně než pět dobře vyvinutých pupenů,
- c) mají jiná poškození než tvarovací řezy.

2.4.1.3 *Kmínek s několika terminálními výhony (výhony s více terminály) u douglasky*

Stonek s několika terminálními výhony u douglasky tisolisté a u rodů listnatých dřevin nepatří (viz příloha č. 5 k vyhlášce č. 29/2004 Sb.) k vadám, které by byly překážkou pro zařazení výpěstků mezi rostliny *obvyklé obchodní jakosti*. Při akceptaci daného hlediska opět dojdeme k rozdílu při vyřídění na podskupiny SMLD *standardní* versus *obchodovatelné jakosti*.

2.4.1.4 *Kmínek a větve nedostatečně vyzrálé u modřínů, douglasky*

Do vad SMLD *obvyklé obchodní jakosti* (vyhláška č. 29/2004 Sb.) u modřínu, douglasky a u listnatých dřevin nejsou zahrnuty rostliny s nedostatečně vyzrálou hlavní osou nebo jejím laterálním větvením. Rozdílný pohled na úroveň zdřevnatění (lignifikace) terminálního prýtu u výsadbyschopného modřínu a listnatých dřevin, určených pro podzimní výsadby, je dalším příkladem diferenciací jakostních znaků u SMLD obou kvalitativních kategorií (skupin).

2.4.1.5 *Rozdíly u akceptace úprav kořenů a nadzemních částí rostlin tvarovým řezem*

V poznámce ¹⁾ pod přílohou č. 5 k vyhlášce č. 29/2004 Sb. (viz tabulka 2-3) nacházíme doklad o tom, že přítomnost záměrně vytvořených řezných ran po odstranění nadbytečných výhonů či při jiných případech tvarového řezu obecně *obchodovatelnou kvalitu* SMLD nesnižuje. Dřívější výklad pro standardizované hodnocení kvality SMLD podle ČSN 48 2115/Změna Z1 *Sadební materiál lesních dřevin* z roku 2002 ovšem popisuje možnosti uplatnění tvarového řezu odlišně. Oproti předchozímu obecnému konstatování, že tvarování výpěstků řezem je dovoleno (viz norma ČSN 48 2115 z roku 1998), to byla novelizace ČSN 48 2115/Změna Z1 z roku 2002, která požadavky upřesnila tak, že tvarování koruny se rozumí výhradně jen zkracování nebo odstraňování bočních větví, a to metodou tzv. *na větevní kroužek*. Tento řez nemá mít ovšem průměr větší než 6 mm (tentýž radiální rozměr platí i pro maximální tloušťku řezu u zkracovaných kořenů a 10 mm pak platí pro kořeny SMLD pouze u subkategorie poloodrostků s výškou nadzemní části nad 81 cm). Záměrné krácení nadzemní části SMLD řezem tak, aby se upravila (vyrovnala) disproporcionalita objemu nadzemní části vůči objemu kořenové soustavy, se nově (po roce 2002) může týkat také terminálního letorostu, avšak jen u některých dřevin – akceptováno je pouze u bříz, jeřábů a olší (viz JURÁSEK a kol. 2002: *Komentář k ČSN 48 2115...*).

2.4.2 *Předpoklady pro příští úpravy hledisek kvality v normě*

Ve střednědobém časovém horizontu se v rámci EU pravděpodobně nebude iniciovat, připravovat a ani uskutečňovat unijní ujednovení požadavků na morfologickou kvalitu SMLD prostřednictvím evropských norem (EN) nebo podobných celoevropských direktiv. Z hlediska možných adaptací lesních dřevin a ekosystémů na GKZ se nicméně v posledním období v rámci zemí střední a východní Evropy studují možnosti a limity např. některých případů mezistátních (příhraničních) přenosů RMLD/SMLD, tedy změna přístupů ke genetické kvalitě. Aktuální informace tohoto druhu praxi poskytují např. přednášky a referáty, prezentované na školkařských konferencích (LONGAUER et al. 2019; POUPON et al. 2020).

Roli standardů SMLD, definovaných normou ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin*, je třeba ovšem chápat také jako nezastupitelnou platformu pro analytické komparace SMLD ve Zkušební laboratoři č. 1175.2 *Školkařská kontrola* (zkr. ZL ŠK). Od roku 2014 je tato laboratoř jediným oprávněným odborným pracovištěm pro posuzování kvality SMLD v ČR dle direktiv ZORM a ve smyslu předpisů Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (zkr. OECD). Nabízí se proto také možnost, že příštím směrem rozvoje (a obsahových úprav) technické normy ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* se stanou implementace nových vědeckých poznatků z oblasti přístrojových kvantifikací vybraných ukazatelů fyziologické kondice SMLD (cf. MARTINCOVÁ et al. 2018), které ZL ŠK při VS Opočno v posledním období rozvíjí a poloprovozně používá.

Realizačním výstupem se zcela konkrétním (záměru plně odpovídajícím) názvem výsledku („*Návrh změny vyhlášky č. 139/2004 Sb. a ČSN 48 2115*“) zakončovali HOUŠKOVÁ a MAUER (2019) řešení výzkumného projektu QJ1520080 *Optimalizace umělé obnovy lesa v České republice* z let 2015–2018 (podrobnosti viz RVVI 2019). Ani zde ale nezazněly rozsahem významnější návrhy na přepracování struktury stávajících morfologických parametrů a patofyziologických znaků u SMLD standardní jakosti.

Kompletní přestavba pravidel normy ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* pro požadované morfometrické jakostní parametry SMLD je za situace vleklé kůrovcové kalamity v lesích střední Evropy málo pravděpodobnou aktivitou také u dominantních odběratelů SMLD v ČR (cf. ÚHUL 2018, 2019, 2020, 2021). Stávající normy jejich zájmům totiž nadále plně vyhovují (cf. LESY ČR 2020, s. 60–61). Za budoucí novelizaci normy o SMLD se tedy zatím vyslovují jen individuální aktéři uvádění SMLD do oběhu. Optimalizační návrhy jsou vesměs uváděny jen v souvislostech s oprávněnou potřebou zvyšování produktivity práce při třídění SMLD ve školkách (NĚMEC 2019*, s. 4–6), popř. s nadčasovou vizí na co nejvyšší využití potenciálu disponibilního genetického spektra, kterou soubory primární produkce RMLD/SMLD ve školkách nabízejí (BURDA 2019, s. 36–38). U vnějších znaků SMLD a u hodnot jejich morfometrických parametrů, které norma ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* dnes zahrnuje, proto lze v nejbližší etapě uvažovat pravděpodobně jen o některých dílčích doplněních či o drobných úpravách¹⁴.

Novelizace pravidel pro segmentaci a kvalitu SMLD v ČR nadále závisí především na ochotě lesnických subjektů s rozhodujícím vlivem na odbyt produkce SMLD přistoupit ke změnám jakostních (třídících) parametrů poptávaného SMLD. Dříve či později se standardizovaný SMLD změn v nahlížení na strukturu a na rozsah normou vyžadovaných (neopomenutelných, normativních a doplňujících) morfologických a dalších parametrů u SMLD bezesporu dočká. Podle sdělení zástupců MZe (Ing. Vlasta Knorová – ústní sdělení ze dne 29. 6. 2022) ke vzniku nových pravidel pro třídění SMLD formou aktualizovaného znění české technické normy ČSN 48 2115 ale možná dojde již v příštím roce (2023), neboť MZe chce vyslyšet připomínky z praxe, že stávající pravidla brzdí rozvoj produktivity práce ve školkách při výchozím třídění SMLD. Je to také velké množství nyní užívaných hledisek pro selekci SMLD standardní jakosti a stejně tak nezvykle široké rozměrové tolerance a početné výjimky z obecných pravidel u různých druhů dřevin, subkategorií a typů SMLD, které ztěžují rozhodování pracovníků ve školkách.

¹⁴ Je perspektivní, aby problematika kvality SMLD byla podrobena korekcím přinejmenším ve smyslu ujednocení pojmů, profilací jednotných ideových přístupů k vlastníkům lesa různých kategorií a dále z hlediska naplnění perspektivních adaptačních a preventivních opatření ve školkách vůči předpokládaným dopadům GKZ.

2.5 UVÁDĚNÍ SADEBNÍHO MATERIÁLU DO OBĚHU

Krajními formami tržních situací je na straně jedné *dokonalá konkurence*, na straně druhé *monopol*. Obojí ovšem představují situace spíše jen vzácné, které dovolují především teoretický přístup při analýzách trhu. Ve vyspělých tržních ekonomikách je dalece nejobvyklejším případem tzv. *oligopol*, tedy trh v podmínkách nedokonalé konkurence. Oligopolní trh bývá odrazem předchozího vývoje výrobních podmínek. Charakterizuje jej převaha několika málo firem, dodávajících na trh rozhodující část produkce. Oligopolní trhy existují v široké škále konkrétních podob, kde významné postavení mají také technologické podmínky, úroveň uplatnění vědecko-technického rozvoje, stupeň koncentrace odvětví, charakter poptávky po produktech či službách včetně stability této poptávky atd. Soudobé lesní školkařství v ČR, zejména pak pěstování a odbyt SMLD subkategorie KSM, naplňuje analytické znaky oligopolu (BURDOVÁ a BŘEZINA 2020). Dominantní vliv na cenotvorbu školkařských produktů a na získávání další převahy nad ostatními tu má jen několik málo dodavatelských firem, které uvádějí na trh rozhodující část školkařské produkce, poptávané vlastníky a správci lesa bez vlastní školkařské výroby a potřebného hospodářského zázemí. Je-li cena školkařských výpěstků, nastolená dominantními producenty, utvářena na vyšší hladině, je to výhodou i pro firmy z okrajového spektra výrobních podniků, neboť jim poskytuje příležitost k tomu, aby se do stanovené ceny SMLD nákladově (obrazně) *vtěsnaly* i při splnění náročných požadavků trhu na kvalitu školkařských výpěstků.

Sadební materiál (SMLD) *obchodovatelné jakosti* či po dohodě *standardní jakosti* ale není výhradním artiklem, užívaným při obnově lesa a při zalesňování v ČR (FLORA 2021). Takovou konkrétní povinnost odborným lesním hospodářům (OLH) žádná závazná ustanovení lesního zákona neukládají. Navíc od OLH takovou povinnost nevyžaduje ani ZORM a jeho prováděcí předpisy. Týká se to těch situací, kdy se v zalesňovací praxi nenaplnuje základní legislativní předpoklad pro uplatnění produkce SMLD *obchodovatelné jakosti* – *uvádění SMLD do oběhu*¹⁵. Proto je všeobecnou praxí u producentů SMLD, kteří neuvádějí SMLD do oběhu, že nemusejí na ustanovení ČSN 48 2115, ale ani na ZORM a jeho prováděcí vyhlášku, brát zřetel, když hledají pro své vlastní školkařské výpěstky uplatnění při obnově lesa, který mají ve vlastní správě.

Ať už mluvíme o *obchodovatelné jakosti*, nebo o *standardní jakosti*, obojí jsou legislativně závazné výhradně jen za podmínky *uvádění SMLD do oběhu*. V takovém případě nemůže výrobní praxe zvolit např. postup, který se jeví rovněž jako perspektivní a při kterém by předmětem směny byl nestandardizovaný, tj. netříděný SMLD (neboť s takovou alternativou ZORM a jeho prováděcí předpisy zatím nepočítají, resp. ji nezmiňují). Ale jakmile pěstitel SMLD nebude svoji rostlinnou produkci *uvádět do oběhu* (tj. když bude např. používat vypěstovaný SMLD jen v rámci vlastní výrobní činnosti), pak pro něj dokonce nemusejí být formálně (tj. legislativně a normativně) závaznými žádné morfologické a patofyziologické požadavky na používaný SMLD (ČEŠKA 2019). V konkrétních poměrech lesních majetků je totiž určení výsadby schopnosti SMLD nadále plně a výhradně jen v kompetenci OLH.

¹⁵ Uváděním do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin se podle § 2 odst. n) zákona č. 149/2003 Sb. rozumí: „*nabízení reprodukčního materiálu k prodeji, prodej nebo dodávka třetí osobě včetně dodávky na základě smlouvy o poskytování služeb, anebo jakýkoliv jiný způsob převodu práva nakládat s reprodukčním materiálem na jinou osobu při podnikání, a dovoz za účelem prodeje anebo poskytování vzorků genetických zdrojů; za uvádění do oběhu se nepovažuje převod práva nakládat s reprodukčním materiálem, pokud jde o první převod tohoto práva z vlastníka zdroje reprodukčního materiálu na jinou osobu a vlastník zdroje reprodukčního materiálu ani jeho zaměstnanci se v souvislosti s tímto převodem nepodílí na produkci reprodukčního materiálu*“ (cit. ÚHÚL 2013).

OLH si jsou dnes vesměs vědomi generacemi prověřené skutečnosti, že pro rychlé dosažení obecných cílů umělé obnovy lesa, totiž s co nejmenšími ztrátami ze zalesnění včas dosáhnout fáze zajištěné lesní kultury (SVOBODA et al. 2015), má eminentní význam především **kvalita kořenových soustav** diferencovaně ve školcích pěstovaného a diferencovaně na trvalých stanovištích užitého SMLD. Důležité tedy je produkovat ve školcích SMLD v takové kvalitě, u které budou dosahované morfologické parametry kořenových soustav a nadzemních částí školkařských výpěstků cíleně harmonizovány s lokálně uplatňovanými technologiemi a podmínkami pro zalesňování (studii tohoto zaměření, kde se zdůrazňovala potřeba budoucí ztráty ze zalesňovaných imisních holin přenést raději do lesních školek, publikovali již na konci 80. let minulého století např. SAMEK et al. 1990). S rozdílnými požadavky na kvalitu kořenových soustav školkařských výpěstků (samozřejmě s nezbytným respektováním optimálních relací vůči ostatním morfologickým znakům SMLD, zejména vůči tloušťkám kořenových krčků a výškám nadzemní části) souvisí u vlastníků lesa a jejich OLH i individualizovaná poptávka po SMLD s morfometrickými, exteriérovými a dalšími odlišnostmi od standardu. Platí to i pro diferencovanou výživu SMLD, produkováného ve školcích na podkladě tzv. *smluvního pěstitelství*, které ještě nedávno bylo pro obnovu lesa a především pro vlastní úsek lesní školkařství v ČR důležitou strategickou vizí (cf. MZE 2016, s. 76–77).

Zřetel na dlouhodobého cíle lesnického hospodaření je důležitou součástí zakládání lesů. U výsadbyschopného SMLD je důležité všimnout si i odlišností, projevujících se v přístupech jednotlivých provozovatelů lesních školek k volbě a míře uplatňování intenzifikačních opatření, kam problematika udržování a zvyšování kulturní půdní úrodnosti hnojením bezzbytku náleží. Stejně jako v zemědělské rostlinné výrobě i v lesních školcích vedle sebe koexistují několikero **individuální přístupy**, které diferencují pěstování SMLD do odlišných pěstebně-produktivních přístupů (směrů, konceptů, ideových proudů, teorií apod.). Souběžně vymezují i odlišnou roli pro soustavy hnojení, a to napříč celou oblastí zajišťování výživy rostlin a zvyšování produktivity stanoviště lesní školky (školkařských polí) hnojením. Rozlišovacím kritériem pro přiřazení konkrétní školky do některého z koncepčních a realizačních okruhů (skupin) je rovněž míra praktického zachování kontinuity a vzájemné propojenosti všech dílčích (pod)oborů pěstování lesa, tedy návaznost lesního semenářství a školkařství na zakládání a obnovu lesních porostů. V tomto ohledu se v rámci tuzemského lesního školkařství v posledním desetiletí rozlišují především intenzivní, tradiční a alternativní modely pěstebních realizací, popř. různá jiná typová uspořádání či rozčlenění podle různých rolí školkařských provozoven (nebo jejich zařazení v rámci organizačních schémat) ve skladbě individuálních i holdingových podniků v transformovaném LH (díleč podrobnosti tohoto typu viz např. TĚRA 2014; ROZMÁNEK 2015; FOLTÁNEK 2016, 2018; NÁROVEC 2017*; KOZDEROVÁ 2019; BURDOVÁ a BŘEZINA 2020 a jiní).

* * *

Citát

„Zatímco zemědělci již po staletí vědí, že co člověk z půdy odebere, musí jí také vrátit, lesnictví tato diskuse teprve čeká.“

doc. RNDr. BOHUMÍR LOMSKÝ, CSc. (2014)¹⁶

3. VÝVOJ NÁROKŮ NA KVALITU PŮD V LESNÍCH ŠKOLKÁCH

Ztížené podmínky na zalesňovaných plochách, zejména na kalamitních holinách, stejně jako potřeba zvládnutí náročných zalesňovacích úkolů ve stanovených lhůtách a za současného nedostatku sezónních pracovních sil, již mnohokrát v minulosti (popsali např. RŮŽIČKA 1922, 1935; LOKVENC 1984; SIMANOV 2015, 2016 a četní další autoři) znamenaly zvýšenou poptávku po vyšším podílu kvalitního krytokořenného i vyspělého prostokořenného sadebního materiálu. Obojí kladlo v provozní školkařské praxi zvýšené nároky na efektivní půdní fertilitu (úrodnost) a na její soustavné udržování. Dobové postupy péče o půdy ve školkách (počínaje poválečným obdobím po roce 1945) byly zpravidla nejvíce limitovány dostupností organických a minerálních hnojiv, popř. dostupností laboratorních půdních analýz pro lesnický provoz a disponibilitou odborných interpretačních postupů pro hodnocení kvality půd a organických zemin či substrátů ve školkách (ZAVADILOVÁ 1955, 1973; LEDINSKÝ 1975, 1977, 1980; DUŠEK 1985, 1989; VAVŘÍČEK 2011; VAVŘÍČEK a KUČERA 2017 aj.).

3.1 POŽADAVKY NA PŮDY V LESNÍCH ŠKOLKÁCH DO POLOVINY 20. STOLETÍ

Především v důsledku naléhavé potřeby rychlého zalesnění rozsáhlých kalamitních holin po četných větrných, sněhových a kůrovcových kalamitách se od poloviny 19. století ve střední Evropě rozšiřovala umělá obnova lesa sadbou (SIMANOV 2016, s. 170). Počátkem 20. století se neblahé (kalamitní) situace v lesích (tentokrát především pod vlivem mniškových holožírů) znovu zopakovaly (např. MARESCH 1922) a s nimi i vzrostla poptávka po SMLD. Vlastníci lesů si sadební¹⁷ materiál pro umělou obnovu lesa tehdy zajišťovali jednak nákupem sazenic z komerčních školek, jednak pěstováním ve vlastních (dočasných nebo i trvalých) školkách, popř. také vyzvedáváním semenáčků lesních dřevin z přirozeného zmlazení a jejich přesazením. Vysoká cena sazenic z obchodních školek, jejich hromadné a někdy opožděné dodávky, stejně jako i rizika spojená se zapařením nebo zaschnutím sazenic při dlouhé dopravě do místa určení, přivedly postupem doby vlastníky lesních majetků k zakládání malých lesních školek o výměře někdy jen několika arů, avšak téměř na každém lesnickém úseku. Tyto školky měly již více či méně trvalý charakter a v souvislosti s tím jim byla na úseku zachování a udržování půdní úrodnosti také věnována větší či menší péče. Malé **dočasné lesní školky** (tzv. *semeniště* o velikosti několika arů), určené pro vypěstování jedné nebo dvou generací sazenic (tedy vyžadující zachování „*provozuschopnosti*“ po období cca 2 až 6 let), se zakládaly v bezprostřední blízkosti zalesňovaných ploch a s jejich zalesněním také ztrácely svoji funkci. V těchto dočasných školkách se zpravidla cílevědomě nehnojilo. K jejich zakládání se využívaly minerálně bohaté, dostatečně humusem zásobené lesní půdy charakteru hlinitých písků nebo písčitých hlín s příznivou sypkou (drobtovitou) strukturou (někde ovšem vylepšovanou vyzrálým kompostem s příměsí vápna), umožňující zpracování

¹⁶ Citát doc. RNDr. Bohumíra Lomského, CSc., bývalého ředitele VÚLHM, v. v. i. Strnady, byl převzat z úvodu k publikaci *Vápnění lesů v České republice* (ex ŠRÁMEK et al. 2014, s. 5).

¹⁷ V tehdejší lesnické nomenklatuře se přednost dávala pojmu sadbový/výsadbový (školkařský) materiál.

půdy ručním nářadím. Po vyčerpání zásob živin z půdy (což lesnický personál individuálně posuzoval dle dynamiky nárůstu nadzemní či podzemní biomasy u produkovaného sadebního materiálu), resp. s dokončeným zalesněním kalamitních ploch byla dočasná školka většinou sedmým rokem zrušena (zalesněna) a na jiném vhodném místě v lese byla založena školka nová (FRIC 1930).

Pokud místní poměry nedovolovaly častou změnu místa školky, zakládaly se v lese i mimo les **stálé místní lesní školky** o velikosti 20 až 50 arů, výjimečně do 1 hektaru. Péče o produkční schopnost půd v těchto víceméně trvalých školkách byla velmi různorodá. Všeobecně bývala zdůrazňována potřeba zachovat jejich půdní úrodnost hnojením organickými i anorganickými hnojivy (MAŘAN 1933a; NĚMEC 1932). Avšak ze strany lesnické praxe zpočátku přetrvávala nedůvěra v používání zejména tzv. *strojených* hnojiv (dnes bychom je označili za *minerální* hnojiva; cf. KAVKA 1949, s. 13). V souvislosti s použitím hnojiv se poukazovalo (doslova) na *zchoulostivění* sazenic, vypěstovaných ve školkách za přebytku živin, a také na jejich následný špatný (obvykle *krnivý*) růst na pasekách; dále se argumentovalo rizikem pozdního ukončování růstu (vč. vyzrávání) nových výhonů a jejich poškozováním časným mrazem. Stranou nezůstaly ani otázky (argumenty) ekonomické rentability používání hnojiv ve školkách (podrobněji např. MAŘAN 1933a). Jak později uvedl NĚMEC (1942), především první kritická námitka (*zchoulostivění*) dospěla již ve 30. letech minulého století dokonce tak daleko, že některé školkařské závody tehdy zcela iracionálně doporučovaly a jako obzvlášť vhodné pro chudé lesní půdy propagovaly, nabízely a praxi dodávaly krnicí sazenice z nejhudších (degradovaných) půd svých obchodních lesních školek. Na problematiku úrodnosti půd a výživy semenáčků a sazenic v lesních školkách se proto ve třicátých letech minulého století rovněž soustředila hlavní pozornost pracovníků tehdejšího (v roce 1922 založeného) Výzkumného ústavu lesní biochemie a pedologie v Praze-Dejvicích (MAŘAN 1933b, 1934, 1935; NĚMEC 1937, 1941, 1942, 1950).

Z hlediska upřesnění kritérií vhodnosti půdních podmínek pro zakládání stálých lesních školek měl v období 30. let minulého století pro provozní praxi ústřední význam ucelený seriál článků, publikovaný v roce 1934 v časopise *Československý háj* pod názvem ***Kapitoly o půdě v lesních školkách*** (MAŘAN 1934). Tento seriál poprvé u nás podrobněji osvětlil zásady volby stanoviště pro založení školky, přičemž hlavní důraz se již tehdy kladl prioritně na fyzikální půdní vlastnosti. Autor tohoto seriálu (ibid.) upozorňuje na problematické důsledky volby půd těžkého nebo naopak lehkého zrnitostního složení při zakládání školek. Krajiní mezí podle něj mají být těžší hlíny (maximem je 40–50 % jílnatých částic menších než 0,01 mm) a humózní písky. Za optimální zrnitostní skladbu označuje půdy hlinito-písčité (tj. zeminy s podílem 11–20 % jílnatých částic v jemnozemi). Byl si ovšem vědom i toho, že takové zrnitostní optimum se na řadě lesních majetků nevyskytuje, takže připouští i středně těžké půdy hlinité, u nichž se za nejvýše možný podíl jílnatých částic v jemnozemi uvažovalo s hodnotou 45 %, navíc ale s podmínkou, že půda vykazuje drobtovitou agregaci půdních částic. V uváděném seriálu článků se na prvním místě ale vždy zdůrazňovalo kritérium mechanické (zrnitostní) půdní skladby a z ní návazně vyplývajících půdních fyzikálních charakteristik, a to nejen ve svrchní vrstvě půdy do 30 cm, ale i u hlouběji uložených půdních horizontů. Z hlediska vodovzdušného režimu půd se pro založení školky nejvíce preferovaly půdy s 25–35 % vodní kapacity a se vzdušnou kapacitou neklesající pod 10 % (za optimum se uvádělo rozpětí 15–20 % vzdušné kapacity). Pokud se týkalo obsahu rostlinám přístupného fosforu (P) a draslíku (K) v půdě (stanoveném ve výluhu 1% kyselinou citronovou), MAŘAN (1934) se odvolává na závěry výzkumu a doporučení Dr. Ing. Antonína Němce (NĚMEC 1932), že v lesních školkách nemá obsah těchto živin klesnout pod hraniční hodnoty 250 mg P₂O₅ a 160 mg K₂O v 1 kg jemnozemi minerální půdy.

S bližším upřesněním požadavků na kvalitu půdních podmínek při zakládání lesních školek se dále setkáváme až v roce 1948 v monografii *Hnojení lesních kultur – lesní školky* (NĚMEC 1948). Tehdy se jednalo o období, kdy se u nás postupně přecházelo na budování lesních školek s víceméně trvalým charakterem pěstování sadebního materiálu a kdy se upouštělo od (přeneseně) „*toulavého*“ pěstování sadbového materiálu v dočasných školkách. NĚMEC (1948) při formulacích svých doporučení pro školkařskou výrobní praxi vycházel jednak ze závěrů předchozích vlastních výzkumů (NĚMEC 1937, 1941, 1942 aj.), ale rovněž excerpoval a přejímal poznatky a zkušenosti svých spolupracovníků z dejvického ústavu, resp. Českého vysokého učení technického. K nim patřil i Dr. Sergei Alexander Wilde (1898–1981), celosvětově významný lesnický pedolog, který v roce 1929 odcestoval z Prahy do Spojených států amerických a který tam poté v letech 1934 až 1969 působil jako vědec a vysokoškolský pedagog na Univerzitě ve Wisconsinu¹⁸ (WILDE 1938, 1946 aj.).

Pro stálé lesní školky NĚMEC (1948, s. 8) doporučuje vyhledávat stanoviště s příznivou texturou půdy a s dobrými nejen fyzikálními, ale nově rovněž i s příznivými chemickými vlastnostmi. Oproti půdám zemědělsky obdělávaným a pokrytých drnem pro založení školek mají být preferovány spíše lesní půdy. Upřednostňují se hlavně stanoviště v nedávné době odlesněná a tedy se zachovaným pokryvem hrabanky a humusu. Z hlediska zrnitostní skladby označuje NĚMEC (1948, s. 9) za nejvhodnější půdy hlinito-písčité nebo písčité hlíny s 15 až 20% obsahem částic jílu (<0,005 mm) a se stejným podílem prachových částic (zrna velikosti 0,005–0,05 mm), tj. půdy s maximálně 60 až 70% podílem částic písku (>0,05 mm). Lehčí půdy (s větším obsahem částic písku) doporučuje vylepšovat organickým hnojením, slínováním nebo i navážením hlíny. Upozorňuje, že velmi lehké půdy nejsou pro založení školky vhodné. Na opačné straně zrnitostního spektra pak za rozhodně nežádoucí označuje rovněž těžké jílnato-hlinité nebo jílnaté půdy, tj. půdy s podílem jílnatých částic (zrna s průměrem <0,01 mm) nad 50 %.

Z chemických vlastností půd v lesních školkách klade NĚMEC (1948, s. 10) důraz na půdní reakci. Za optimum označuje rozpětí mezi 5 až 6 pH (stanovené v H₂O). Také doporučuje, aby kationtová výměnná kapacita (stanovená ve výluhu CaCl₂, pufovaném na pH 7) nabývala hodnot kolem 8 až 15 mval·100⁻¹ gramů půdy. Svrchní orniční vrstva půdy lesní školky by měla dále obsahovat minimálně 0,10 % celkového dusíku (N_t stanovený dle Kjeldahla) a nejméně 4 mval celkového obsahu výměnných bází na 100 gramů půdy za předpokladu, že kationtová výměnná kapacita je nižší než 10 mval·100⁻¹ gramů půdy (viz WILDE 1946). Z jiné části textu monografie (NĚMEC 1948, s. 172) také vyplývá, že za optimální hladinu (koncentraci) fosforu v půdách lesních školek má tuzemský provozní personál při pěstování smrkových sazenic považovat obsah 160 mg P₂O₅ v 1 kg půdy a pro (obecně na živiny náročnější) listnaté dřeviny 250 mg P₂O₅·kg⁻¹, u draslíku pak obsah 130 mg K₂O·kg⁻¹ (smrk) až 160 mg K₂O·kg⁻¹ (listnaté dřeviny)¹⁹. U obou živin se jedná o analytická stanovení koncentrací živin ve výluhu půdy 1% kyselinou citronovou, která byla v aplikované lesnické pedologii u lesnických specialistů na hnojení půd v lesních školkách rozšířeným vyluhovacím činidlem ještě o půlstoletí později, tj. až do poloviny 90. let minulého století (viz např. MATERNA 1963; REMENÁR 1979; GRUNDA a ŠARMAN 1980; ŠARMAN 1984; DUŠEK 1985; LEDINSKÝ 1987, 1991 a jiní).

¹⁸ Univesity of Wisconsin-Madison odkazuje na plodný profesní a přebohatý osobní život svého významného pedologa např. na svých webových stránkách <https://soils.wisc.edu/sergei-alexander-wilde/> [cit. 2022-01-01].

¹⁹ Při vyjádření (přepočtu) jako zásoby živin na 1 ha pozemku se jedná o minimální množství od 80 kg rostlinám přístupného fosforu (P₂O₅) a od 170 kg draslíku (K₂O) na 1 ha školkařského pole (cf. NĚMEC 1948, s. 10).

3.2 PREFERENCE Z OBDOBÍ 2. POLOVINY 20. STOLETÍ

Popis požadavků na stanoviště a půdy v lesních školkách z etapy kolektivního vlastnictví půdy a výrobních prostředků u podniků státních lesů si zaslouží zevrubný rozbor především z toho zřetele, že řada z tehdy založených lesních školek dodnes figuruje mezi školkařskými provozovny, které aktuálně produkují SMLD i pro soudobou obnovu lesa. Těmto provozům byl v 68. ročníku *Lesnické práce* věnován ucelený seriál článků (DUŠEK a JANČAŘÍK 1989), kde autoři příspěvků (vedoucí pracovníci těchto provozů) zaznamenali celou řadu důležitých postřehů z oblasti stavu a metod udržování půdní úrodnosti²⁰.

3.2.1 Etapa zakládání místních lesních školek

K 1. lednu 1946 činila výměra kalamitních holin a ostatních nezalesněných produktivních ploch v Československu přes 245 tisíc ha, z toho v českých zemích přes 150 tisíc ha. Pro urychlené zalesnění těchto holin nebyl k dispozici potřebný výsadbový školkařský materiál. Výměra lesních školek byla velmi nízká a dosahovala k 1. lednu 1946 celkových 1644 ha, z toho v českých zemích 1222 ha a na Slovensku pouze 422 ha. Zakládání nových lesních školek v poválečném období započalo značně chaoticky a nesystematicky (zpravidla bývalo pouze věcí osobního názoru vedoucího polesí či lesníka a výsledek poté býval úměrný jejich odborné kvalifikaci a praktickým zkušenostem). Situace se nezlepšila ani zakládáním tzv. *velkoškolek* v období zvýšeného zalesňování nelesních půd v pohraničních oblastech (školký tehdy bývaly zakládány na nevhodných nelesních půdách; k dispozici nebyla vhodná mechanizace pro obhospodařování větších výměr školkařských polí; ekonomickou rentabilitu snižovaly vysoké náklady na založení školek i na jejich provoz atd.). Po roce 1952 v lesním školkařství negativní roli sehrálo nejen **nové organizační rozčlenění** provozních jednotek lesního hospodářství (faktické oddělení úseku pěstování lesů od těžby dříví), ale i překotné socialistické soutěžení mezi pracovními kolektivy jednotlivých školek, které reálně vyústilo v soutěž o maximální produkci semenáčků z hektaru školkařské plochy při současném snižování nákladů. Opomíjení péče o půdu (to obvykle bývala ona „úspora“ nákladů) znamenalo rychlé snížení produkčního potenciálu obhospodařovaných půd, brzké označení školky za „přestárlou“ či „vyčerpanou“ a její následné zrušení, neboť již nesplňovala předpoklady pro dosažení soutěžených „milionových“ produkcí sadebního materiálu z 1 ha. V prvních poválečných letech tak např. dosahovala průměrná produkce z 1 ha školkařské plochy kolem 140 tisíc kusů sazenic, do roku 1950 se zvýšila na 163 tisíc kusů sazenic a v letech 1952 až 1957 se již pohybovala mezi 250 (r. 1952) až 335 (v r. 1954) tisíci kusy na 1 ha (viz *Statistická ročenka Republiky československé 1958*, s. 242). Jednotné měřítko pro objektivní porovnávání produkce zpočátku dokonce ani neexistovalo a vytvořila je až teprve československá státní norma ČSN 48 2211 *Sazenice lesních dřevin* z roku 1955. Pojem výsadbyschopná školkařská produkce proto býval pouze záležitostí subjektivního názoru pracovníků jednotlivých lesních závodů. Jisté „zklidnění“ do překotného zakládání (a rušení) lesních školek i do jejich provozu postupně přinesly i další státní technické normy, zejména **ČSN 48 2310 *Lesní školky*** (platná od 1. 1. 1955) a **ČSN 48 2320 *Práce v lesních školkách*** (platná od 1. 4. 1959). Uvedené normy mimo jiné stanovily požadavky na výběr stanoviště pro založení lesní školky (ČSN 48 2310, čl. 16 až 22) a lesnickému provozu navíc i povinnost doložit vhodnost volby místa školky pedologickým rozbořem (ČSN 48 2320, čl. 39).

²⁰ Ing. Vratislav Dušek, CSc. z Výzkumné stanice Opočno, který byl iniciátorem odkazovaného seriálu článků o školkařských velkoprovozech, byl v letech 1988–1989 řešitelem resortního výzkumného úkolu R-331-109/02 na téma optimalizace hnojení a výživy sazenic v lesních školkách. Dané téma sám navrhnul a propagoval.

3.2.2 Požadavky na stanoviště místních lesních školek

V roce 1954, kdy vznikala ČSN 48 3210 *Lesní školky*, se jednalo jednak o zakládání *místních lesních školek* (s produkční plochou obvykle od 0,20 do 1,00 ha), jednak také o zakládání tzv. *oblastních školek* (obvykle s produkční plochou větší než 1 ha), určených pro pěstování sadbového materiálu pro určité pěstební oblasti či pro tzv. podnební stupně. Pokud se týkalo půdních podmínek, výše citovaná norma ČSN 48 3210 *Lesní školky* výslovně uváděla (viz její čl. 21), že obojí školky „*se nezakládají na půdách kamenitých, na půdách zmokřelých, na půdách s nepříznivými fyzikálními vlastnostmi (např. na těžkých uléhavých půdách nebo na půdách kyselých) a na půdách chudých na živiny*“. Norma z roku 1954 rovněž uváděla, že „*podkladem pro určení způsobu meliorace půdy a postupu melioračních prací jsou výsledky půdního průzkumu*“ (čl. 48).

Novelizace této ČSN z roku 1963 zopakovala požadavek na předchozí pedologický průzkum stanoviště a pro volbu místa k založení školky stanovila skupinu půdních druhů vhodných a naopak půdních druhů nevhodných. Za vhodné uvádí na prvním místě půdy písčito-hlinité, dále hlinito-písčité, písčito-humusovité a lehčí hlinité půdy. Za nevhodné označuje sterilní písčité půdy, těžké hlinité a jílovité půdy, půdy kamenité nebo náchylné k zamokření a stanoviště s mělkým půdním profilem.

Novelizované znění normy ČSN 48 3210 z roku 1963 kladlo velký důraz také na zajištění předpokladů pro **uplatňování mechanizačních prostředků** při hlavních školkařských pracích. Jednalo se tehdy pro šíři záhonů 1,00 metru (5řádkové uspořádání) především o malotraktor typu TN-4K2-10 a při 7řádkovém uspořádání záhonů (šířka 1,46 m) o nosič nářadí RS-09 (detaily SIMANOV 2015, s. 25–27)²¹. Těmto preferencím odpovídalo i plošné (dispoziční) a organizační uspořádání lesních školek. Norma uváděla čtyři hlavní typy lesních školek (1. *semeniště* do 0,20 ha, 2. *místní lesní školka* s celkovou výměrou nad 0,50 ha, 3. *soustava školek* s výměrou jednotlivé školky od 0,30 ha, 4. *oblastní školka*). Vytvořila základ pro organizační a strukturální přestavbu našeho lesního školkařství směrem k centralizaci tuzemské školkařské výroby v 70. letech minulého století (cf. DUŠEK 1963).

3.2.3 Počátky centralizace školkařské výroby u nás

Zakotvení požadavků na volbu stanoviště při zakládání lesních školek do ČSN 48 3210 *Lesní školky* z roku 1954 (i do její pozdější novelizace z roku 1963) bylo mimo jiné motivováno snahou centrálních orgánů alespoň částečně omezit tehdejší **živelné zakládání školek** bez náležitého stanovištního průzkumu a bez komplexního posouzení všech rozhodujících (i ekonomických) činitelů. Zavedení obou těchto norem do provozní praxe podniků státních lesů probíhalo nicméně jen pozvolna, takže i v následujících letech (tj. i po roce 1960) bylo naše lesní školkařství nadále svědkem překotného rušení původních a naopak zakládání nových lokálních školek, a to na celostátní úrovni v rozsahu desítek až stovek hektarů ročně.

Jak popsal Ing. František Kotyza, přední školkařský specialista na resortním Ministerstvu lesního a vodního hospodářství (MLVH), zakládání místních školek bývalo v 60. letech

²¹ Autor výmluvně (na str. 27) popisuje i důsledky nečekaného ukončení výroby nosiče nářadí RS-09 v roce 1970 pro tuzemské školkařství. Zatímco nosič nářadí měl provozní hmotnost cca 1,1 tuny, nově zaváděné univerzální kolové traktory ji měly nejméně 4krát vyšší (5,0 tuny), čímž předznamenal předpoklady pro zhutňování půd školek.

minulého století v mnoha případech pouze věci osobního názoru vedoucího polesí nebo lesníka. Velmi často proto docházelo k zakládání školek na nevhodných půdách a také v klimaticky extrémních polohách (KOTYZA 1963). Vysoký rozsah tehdejšího budování nových místních školek dokládá skutečnost, že v období let 1956–1960 u nás došlo k založení asi 1400 ha nových školek, přičemž za stejné období byly zrušeny školkařské provozy o celkové výměře cca 700 ha. Hlavní resortní strategií MLVH pro období let 1961–1965 proto bylo omezit zakládání školek na nevhodných stanovištích a zcela vyloučit unáhlené rušení tzv. školek „*přestárých a vyčerpaných*“, které by bylo možné účelnou meliorací uvést do stavu plné produkce (KOTYZA 1961).

Protagonista centralizací provozů lesního školkařství a ústřední osobnost tehdejšího resortního školkařského výzkumu na Výzkumné stanici Opočno, Ing. Vratislav Dušek, CSc., přitom již v téže době označuje (DUŠEK 1963) ustanovení ČSN 48 2310 z roku 1963 o tom, že školky je vhodné zakládat na písčito-hlinitých, hlinito-písčitých až lehčích hlinitých půdách, za povšechné, neboť se v něm podle jeho názoru nepřihlíží k jednotlivým typům školek. Uvádí, že „*u oblastních školek by se mělo totiž stát všeobecně platnou zásadou, že je budeme zakládat jen na lehkých písčitých, nejvýše hlinito-písčitých půdách s podílem částic pod 0,01 mm v jemnozemi do 20 %. Tato podmínka by měla být pokud možno dodržována také u soustav školek*“. Z ukazatelů pro posuzování vhodnosti půdních poměrů pro založení školek stojí podle citovaného autora (DUŠEK 1963) na prvním místě mechanická (zrnitostní) skladba půdy, dále hloubka půdního profilu, umožňující vytvoření ornice o mocnosti 25 až 30 cm, a až poté půdní typ, obsah humusu a koncentrace živin v půdě. Výsledky chemických rozborů půd nesměly být nadřazovány nad hledisko mechanické půdní skladby, neboť chemismus půd mělo být možné upravovat na žádoucí úroveň hnojením (totéž uvádějí KOTYZA 1970 a jiní).

3.2.4 Nové požadavky na mechanickou půdní skladbu

Se stejným názorem se setkáváme i v následujícím období, které lze charakterizovat jako období uskutečňování centralizace školkařské výroby. KOTYZA (1970) v publikaci *Moderní lesní školkařství* kompletuje základní kritéria pro posuzování nejvhodnějších půdních podmínek pro zakládání školek. Za rozhodující považuje opět mechanickou skladbu půdy (s výjimkou výsevových školek, kde předpokládá pěstování semenáčků na organických substrátech). Avšak v **prosazování zrnitostně lehkých půd ve školkách** s tradičním pěstováním SMLD na minerální půdě jde ještě dál než předchozí práce (cf. DUŠEK 1963). Za nejvhodnější KOTYZA (1970) nově označuje půdy písčité až hlinito-písčité s podílem částic do 0,05 mm²² v rozsahu 12 až 20 %, maximálně 25 %. Pro plochy určené ke školkování připouští nejvýše 30% podíl částic I. a II. zrnitostní frakce dle Kopeckého (tj. sumy částic do průměru <0,05 mm). Obsah živin v půdě není podle jeho názoru rozhodující, neboť jej lze snadno upravit hnojením. Z ostatních půdních faktorů přihlíží k hloubce půdního profilu, půdnímu typu, hloubce hladiny spodní vody, obsahu humusu v půdě (požadavkem je docílit minimální podíl 3 % H_{ox} v orníční vrstvě) a k půdní reakci. Pokud se týká půdní reakce, autor (KOTYZA 1970, s. 92) doporučuje pro zakládání školek vylučovat pozemky s alkalickými nebo převápněnými půdami s pH 6,50 a vyšším. Blíže však již nespecifikoval, který analytický postup stanovení půdní reakce má konkrétně na mysli. V kontextu s tehdejší laboratorní praxí v pedologických laboratořích lze odvodit, že se nejpravděpodobněji jednalo o výměnnou půdní reakci, stanovenou ve vyluhu chloridem draselným (KCl).

²² Radikální úprava právě tohoto parametru znamenala, že vyžadovaný limit 20–25 % se už netýkal samotných jílnatých částic (jako dříve), ale nově k jílnatým částicím přibýly i veškeré prachové částice (tedy kritériem již nebyla pouze I. zrnitostní frakce podle Kopeckého, ale nově to byla I. a II. zrnitostní frakce dohromady).

3.2.5 Etapa centralizace lesního školkařství u nás

Následné období let 1975–1985 lze označit za hlavní období budování centralizovaných školkařských velkoprovozů u nás (DUŠEK a JANČAŘÍK 1989). Upřesnění hlediska mechanické skladby půd při volbě vhodného místa pro založení lesních školek v tomto období provedl DUŠEK (1978), který tak podpořil doporučení centrálních ministerských orgánů (KOTYZA 1970). Doslova v této souvislosti uvedl: „*Ve výsevových částech školek a ve specializovaných oblastních školkách (výsevových školkách) podíl půdních částic do průměru 0,05 mm nemá přesáhnout 20 %. Pro pěstování školkových sazenic a výsevy dřevin s velkými semeny tradičním způsobem, tj. na minerální půdu, podíl těchto částic nemá být větší než 30 %*“.

Tuto zásadu zahrnovala i tehdy aktuálně vydaná a pro státní organizace lesního hospodářství závazná **Instrukce pro lesní školky státních organizací lesního hospodářství** (MLVH 1977), která nahradila předchozí ČSN 48 2310 *Lesní školky* z roku 1963 (blíže viz *Věstník MLVH ČSR*, 1977, Částka 16, s. 12). Instrukce vedle hlediska zrnitostního složení půdy požadovala, aby hladina spodní vody na školkařských plochách nevystupovala výše než 70 cm pod povrch terénu. Podrobnější pedologická kritéria pro výběr vhodného místa pro založení intenzivního školkařského provozu ale nespecifikovala.

V souvislosti s budováním centralizovaných provozů byl v 80. letech minulého století nově zdůrazňován zejména význam komisionálního schválení místa pro založení školky, stejně jako schvalování projektu její výstavby, požadavek současného budování odpovídajícího provozního vybavení a konečně i rozpracování technologických postupů výroby sadbového materiálu včetně podnikových programů udržování úrodnosti půd ve školkách (DUŠEK 1984; DUŠEK a NÁROVEC 1988; DUŠEK a JANČAŘÍK 1989, 1990). Jen tak bylo možné se podle citovaných autorů vyvarovat chyb s trvalými (a někde i s neodstranitelnými) následky.

Taková konstatování ovšem na konci 80. let minulého století jen dokreslovala nenaplněné původní (nadmíru optimistické) představy o primární fertilitě na živiny a na organické látky chudých půd školkařských polí u některých budovaných velkoprovozů. O pár let později konkurenceschopnost takových provozů (např. školky Zelená bouda, Krkavec, Holedeč, Kladíkov, Udánky, Vědomice atd.) důkladně prověřil až transformační a privatizační proces. V něm se k příznivějšímu postavení (obrazně) *na startovní čáře* prodraly zejména ty provozy, které již měly z předchozího období *zainvestováno* do rozvoje půdní úrodnosti preferovaných zemin, a to prostřednictvím masivního doplňování organické půdní složky veškerým lokálně dostupným organickým hnojením (MAUER 1978). Doplnění obsahu organických látek v ornici na úroveň nejméně kolem 5 % humusu konečně také bylo nejdůležitějším předpokladem pro překlenutí některých (pro plánovanou produkci SMLD limitních) kritických vlastností oligotrofních písčitých půd na říčních sedimentech²³.

²³ V předchozí podkapitole (3.2.4) i nyní uváděný příklon resortních doporučení a směrnic z období 70. a 80. let minulého století (KOTYZA 1970; MLVH 1977) k zakládání lesních školek na písčitých sedimentech nelze ale podrobit jen jednostranné kritice. Dokonce viděno prizmatem daného období byla tehdejší rozhodnutí lesnického resortu nesporně logickým (a pragmatickým) vyústěním celé řady východisek a dobových předpokladů. Byla to nejen experimentálně a provozně ověřená technologie pěstování sazenic některých hlavních druhů dřevin podřezáváním kořenů, ale také zcela mimořádná ochota státních organizací LH investovat nemalé prostředky právě do (v porovnání s dneškem velkorysých) agromelioračních úprav nebo podobných opatření ke zlepšování parametrů půdní úrodnosti ve školkách. Zahrnovalo to vydatné a pravidelné organické hnojení pozemků školek na písčitých sedimentech v měřítku, které spíše než běžnou agronomickou kultivaci připomínalo postupné přeměňování a utváření půdního profilu do kvality blízké uměle připravovaným zahradnickým zeminám. Realizace těchto opatření nicméně nenašla ve školkách své udržitelné (tj. dlouhodobé) naplnění.

Obecně mezi primární kritické vlastnosti písčitých zemin patří **riziko desagregace** (rozpad **půdní struktury**). Jestliže půda nemá dostatek tmelících látek (především vysokomolekulární humáty vápníku), nemůže tvořit půdní agregáty. Slabě humózní a silně kyselé písky tedy velmi snadno desagregují až na výchozí prvky zrnitosti (mechanické elementy), takže zůstávají v sypkém stavu. Taková struktura (*sloh*) elementárních částic se někdy označuje jako *prašná* a půdám propůjčuje také velmi snadnou erodovatelnost. Účinná prevence před desagregací struktury písčitých zemin je nemyslitelná bez systematického vápnění obhospodařovaných školkařských pozemků a bez vydatného a pravidelného organického hnojení. Ve školkách, kde se oba tyto hlavní předpoklady pro obhospodařování písčitých zemin nepodaří v dlouhodobém (tj. udržitelném) měřítku naplňovat, tam se kritický nedostatek humusotvorných organických látek a nízký obsah minerálního vápníku (v nepřiměřeně kyselém půdním prostředí) dříve či později stane limitním faktorem rozvoje produktivity stanoviště.

Na straně druhé je nutné ale uvést i některé pozitivní vlastnosti, pro které byly (a nadále jsou) zeminy písčitých sedimentů v lesním školkařství zaměřeném na produkci PSM tolik ceněné. Z technologického hlediska je to např. **velmi snadná zpracovatelnost** (nízký orební odpor). **Rychlost průsaku vody** v písčitých půdních profilech bývá uváděna mezi 0,4 až 0,6 cm za minutu (ŠIMON, LHOTSKÝ a kol. 1989, s. 172; KUČERA 2017, s. 19). Důležitou praktickou předností proto u písků bývá **možnost pohybu mechanizačních prostředků** po školkařském poli již krátce po deštích. Hrubý písek poté zadržuje ve svrchní orníční vrstvě (v hloubce do 20 cm) méně než 5 mm srážek (tj. <500 hl vody/ha), zatímco např. hlinitopísčité zemina zadržuje v této vrstvě množství vody již třikrát až čtyřikrát větší. Schopnost retence vláhy nicméně záleží nejen na zrnitostních poměrech (nepřímo úměrně průměrné velikosti zrn), ale hlavně na množství a kvalitě humusu (BADALÍKOVÁ a NOVOTNÁ 2016, 2017). Důležitou roli hrají i další okolnosti (např. úroveň zhutnění půd). Pozitivem u písků také je, že téměř veškerá zadržovaná **půdní voda je rostlinám přístupná**. Podíl nepřístupné vody (pod bodem vadnutí) je u písků zanedbatelný. Je to dáno nepatrným podílem pórů pod napětím. Pórovitost písčitých půd se nejčastěji pohybuje mezi 40–45 % (objemovými), což napomáhá produkci školkařských výpěstků s kvalitními kořenovými systémy a s příznivým podílem jemných kořenů. Podrobné informace pro školkařskou praxi na téma optimalizací vodního režimu a cíleného dosahování příznivých půdních poměrů v půdách školek publikovali u nás např. VAVŘÍČEK (2011), KUČERA (2017) a další.

3.3 PREFERENCE Z OBDOBÍ PŘELOMU MILÉNIA

Pro přiblížení období posttransformační přestavby tuzemského lesního školkařství nelze než připomenout, že v závěru 90. let minulého století zásadními proměnami procházely téměř všechny oblasti a struktury LH. Změnila se také role pracovišť resortního lesnického výzkumu ve vztahu k lesnímu školkařství a problematice hnojení půd v lesních školkách.

Závěrečným oponentním řízením výzkumného úkolu (č. N03-329-869-03) „*Meliorace lesních půd k zlepšení funkční účinnosti lesního fondu*“ (řešitel: Ing. František Šach, CSc.), který byl ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumné stanici Opočno řešen v letech 1991–1994 v rámci projektu „*Stabilizace a rozvoj produkční a mimoprodukčních funkcí lesů pod vlivem průmyslových imisí*“ (koordinátor: RNDr. Marian Slodičák, CSc.), se ve VÚLHM – VS Opočno završila předchozí 44letá etapa realizací provozně aplikovatelného, technologicky orientovaného výzkumu v oboru lesního školkařství (včetně některých oblastí lesního semenářství – viz HRABÍ 1989, 1990 atd.). Počínaje rokem 1995 začaly být aktivity

opočenského pracoviště, vztahující se k lesnímu školkařství, realizovány ponejvíce formou služeb pro vlastníky a správce lesa, a to na podkladě resortního pověření MZe ČR „*Expertní a poradenská činnost v oboru lesního školkařství a zalesňování*“ (JURÁSEK 2001, 2003).

Proměny v provozní praxi školkařských podniků a závodů shrnul v souborné monografii FOLTÁNEK (2016). Nové obchodní lesní školky v 90. letech minulého století zpočátku (v letech 1992 až 1998) ještě nezažívaly odbytovou krizi. Naopak s probíhajícími restitucemi lesních majetků se relativně **vysoká poptávka po SMLD** nadále udržela v příznivých relacích. Navíc ji nebrzdila žádná celostátní direktiva, která by specifikovala obecné kvalitativní požadavky na SMLD²⁴. Uplatnění proto nacházel téměř veškerý ve školkách vyprodukovaný SMLD.

Poptávky po SMLD přivedla mnohé majitele a provozovatele lesních školek k úvahám a následně také k realizacím záměrů navyšovat po roce 1997 (kdy většina školek získala adresného majitele – akcionáře) výměru produkčních ploch svých zařízení. Zpravidla prostorové dispozice stávajících provozů neumožňovaly další rozšiřování školek na pozemky kategorie PUPFL. Jako schůdnější řešení se ale nabízel odkup či pronájem okolních pozemků na zemědělském půdním fondu (zkr. ZPF). Školky se proto brzy rozšířily na pozemky ZPF. Tato skutečnost si vyžádala zásadním způsobem přehodnotit i dosavadní doporučení pro výběr stanovišť k zakládání a provozování lesních školek (viz NÁROVEC 2003*, s. 25). Půdy ZPF ve většině takových případů poskytovaly nejen vyhovující, ale lesnickému výsadbovému školkařskému materiálu často dokonce až supraoptimální trofnostní zajištění z hlediska zásob minerálních živin v ornících, režimů půdní kyselosti atd. Navíc půdy ZPF, které pro rozšíření školkařských produkčních ploch byly k dispozici, se již nesoustředily jen v kategoriích zrnitostně lehkých půd (viz tab. 3-1), ale spíše v kategoriích zrnitostně středních půd²⁵.

Proto, že poptávanou dřevinou tehdy byl také smrk ztepilý, přesun na pozemky trvalých travních porostů či na orné půdy ZPF se týkal hlavně výroby školkováných smrkových sazenic. V praxi školek se většinou osvědčil. Po přípravě půdy a zaškolkování semenáčků prostokořenné smrkové sazenice vesměs úspěšně odrůstaly. Někde dokonce i bez přispění operativních dávek dusíkatých či vícesložkových minerálních hnojiv, byla-li zásoba živin v půdě vysoká a byly-li příznivé podmínky pro příjem živin z půdy. Pozitivní zkušenosti nicméně byly na pozemcích ZPF získány nejen se smrkem, ale prakticky i se všemi dalšími žádanými lesními dřevinami (úspěšně bývaly např. výsevy dubů do minerální půdy atd.).

²⁴ V roce 1988 připravilo Odvětvové normalizační středisko pro lesní hospodářství a myslivost při Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady oborovou normu ON 48 2211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin* (aut.: DUŠEK a JANČAŘÍK 1988). Byla schválena 5. 12. 1988 a její účinnost byla datována od 1. 1. 1990. Předpis měl 68 číslovaných ustanovení (článků) a byl uspořádán v pěti hlavních oddílech. Články 20 až 27 popisovaly standardní semenáčky (prostokořenné i krytokořenné) určené ke školkování, k osazování obalů a popř. k zalesnění. Články 30 až 37 definovaly standardní sazenice a poloodrostky pro obnovu lesa (zalesňování). S normou ON 482211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin* byla v úzké a přímé vazbě vytvořena také oborová norma ON 48 2410 *Zalesňování a péče o kultury a mlaziny* (aut.: LOKVENC et al. 1988). S ohledem na rok svého publikování tiskem (1989) se již nestihly stát pro hospodářskou praxi zásadními dokumenty, které by v závěru milénia v ČR reálně diktovaly nové technické požadavky na SMLD a které by revidovaly dosavadní postupy zakládání lesních porostů. V polistopadovém novém celospolečenském vývoji (spojeném s rozdělením bývalého Československa na dva samostatné státy) a v překotných transformačních, restitučních, privatizačních a dalších proměnách LH na počátku 90. let minulého století rychle upadnuly v zapomnění. Znovu připomínány (a navrhovány výrobní praxí k uplatnění) jsou až v období relativně nedávném (viz např. SVOBODA et al. 2015).

²⁵ V tomto případě je použito členění půd do seskupených kategorií dle Novákovy klasifikační stupnice, která pro určení půdního druhu používá jako třídící kritérium hmotnostní podíl jílnatých částic (<0,01 mm) v jemnozemi. Lehké půdy jsou v této stupnici vymezeny podílem jílnatých částic v jemnozemi do 20 % a střední půdy intervalem podílu 20 až 45 % jílnatých částic v jemnozemi zeminy (ex BAIER a BAIEROVÁ 1985, s. 47).

Tabulka 3-1. Členění půd rozdílného zrnitostního složení do kategorií (půdních druhů) dle Novákovy klasifikační stupnice. Pro určení půdního druhu Novákovy klasifikační stupnice jako třídící kritérium používá hmotnostní podíl jílnatých částic (všechny půdní částice s průměrem zrn pod 0,01 mm) v jemnozemi (orig. Baier a Baierová 1985, s. 47)

Seskupené kategorie	Symbol (index)	Zrnitostní kategorie (půdní druh)	Symbol	Obsah jílnatých částic (v %)
LEHKÁ	L	písčítá	(p)	do 10
		hlinitopísčítá	(hp)	10,1–20
STŘEDNÍ	S	písčitohlinitá	(ph)	20,1–30
		hlinitá	(h)	30,1–45
TĚŽKÁ	T	jílovitohlinitá	(jh)	45,1–60
		jílovitá	(jv)	60,1–75
		jíl	(j)	nad 75

3.3.1 Shrnutí nových preferencí pro volbu stanoviště lesní školky

Z grafu evidovaných výměr lesních školek v ČR, který publikoval a interpretoval SIMANOV (2016, s. 173), je zřejmý trend, že od roku 1991 do roku 1997 se pod vlivem transformace LH celková výměra produkčních školkařských ploch v ČR plynule snižovala, a to nejméně o 700 ha (cca z 2150 ha na 1450 ha, tj. přibližně o jednu třetinu). Poté několik let v ČR v souhrnných statistikách u výměr lesních školek docházelo ke kolísavým změnám, tedy k meziročním vzrůstům i poklesům (kdy se některé podniky rozšiřovaly, ale některé naopak své školky uzavíraly), a to v řádu až několika stovek hektarů ročně.

Shrnutí preferencí pro volbu stanoviště lesní školky v období na přelomu milénia, a to jak se zřetelem na usměrnění již probíhajícího **využívání pozemků ZPF** k rozšiřování výměry produkčních školkařských ploch, tak i s vizí, že trh projeví zájem i o alternativní (ekologicky pěstovanou) produkci SMLD, publikoval NÁROVEC (2003*, s. 25). Pro školkařskou praxi navrhnul upravená hlediska, formulovaná v následujících osmi bodech:

1. Za úrodnou lze obecně označit takovou půdu, která jako fyzikální prostředí umožňuje dobré zakořeňování rostlin, má dostatek vzduchu v kořenové zóně, dostatečnou zásobu vody a minerálních živin pro růst rostlin a vyhovující obsah (resp. pravidelný přísun) organické hmoty pro zabezpečení kontinuity biologických procesů v půdě.
2. Pro tradiční pěstování semenáčků a sazenic lesních dřevin ve školkách zpravidla těmto nárokům vyhovují půdy s podílem jílnatých částic od 15 do 35 % a s drobtovitou agregací půdních částic (75 % agregátů velikosti 1–10 mm odolných proti rozplavení vodou).
3. Z hlediska vodo-vzdušného režimu půd se pro založení lesní školky preferují půdy s 20 až 30 % vodní kapacity a se vzdušnou kapacitou v rozpětí 15–20 % (při nasycení vodou ovšem neklesající pod hodnotu 10 %). Rychlost vsakování vody do půdy za první hodinu srážek by neměla být na stanovištích lesních školek menší než 30 mm. Požaduje se, aby hloubka půdy byla alespoň 100 cm. Hladina spodní vody by neměla na školkařských polích vystupovat výše než 70 cm pod povrch terénu. Půda nesmí promrzat hlouběji než do 50 cm. Během hlavní růstové periody dřevin by se měla teplota půdy v hloubce 20 cm pohybovat v rozpětí 18–25 °C.

4. Ze zrnitostního hlediska jsou pro školkařskou výrobu nejvhodnější půdy hlinito-písčité a písčito-hlinité s podílem písčitých částic nepřevyšujícím 75 %. Krajiní meze mají být na straně jedné drobně středně těžké hlinité zeminy (s podílem jílnatých částic v jemnozemi maximálně 40 %) a na straně druhé humózní hlinité písky.
5. V lesních školkách nesmí v orničním profilu půdy (zpravidla do hloubky 30 cm) klesnout podíl organické hmoty (humusu) a celkového dusíku stanoveného dle Kjeldahla pod 3,0 % humusu (optimum 4–7 % H_{ox}), resp. 0,10 % celkového dusíku (optimum 0,18–0,23 % N_t). U vzájemného poměru hodnot výsledků analytických stanovení oxidovatelného uhlíku a celkového dusíku (označovaný jako C_{ox} : N_t nebo C/N) se číselný výsledek v intervalu kolem 12–18 považuje ještě za vyhovující.
6. Výměnná půdní reakce stanovená ve výluhu chloridem draselným by v závislosti na zrnitostní skladbě měla nabývat hodnot v rozpětí 4,8–6,2 pH/KCl. Obhospodařováním půd školek (organickým hnojením, úpravou zásob a poměrů bází, vápněním apod.) by měla být dosažitelná celková (maximální) sorpční kapacita (hodnota T) alespoň (minimálně) 15 mval na 100 g půdy (tj. 150 mmol chem. ekv. na 1 kg půdy), a to při relativní nasycenosti sorpčního komplexu bázemi (hodnota V) od 55 do 90 %.
7. Ve všech vrstvách půdy nesmí být přítomny žádné toxické látky. Obsah základních minerálních živin v orničním profilu přitom musí být upraven na stav, odpovídající střední až dobré zásobě prvků v půdě lesních školek.
8. Požadavky na úrodné půdy jsou nicméně jen jedním z kritérií při výběru vhodného stanoviště pro založení lesní školky. Dalšími jsou např. požadavek na vyloučení pozemků v inundačních oblastech a na vyloučení lokalit s teplotními extrémy (mrazové kotliny), kritéria ohroženosti pozemků erozí, požadavky na závlahovou soustavu, splnění kritérií při posouzení kvality dostupné závlahové vody atd.

3.3.2 Některé změny při užívání hnojiv (zákon o hnojivech a další)

Při popisu poměrů v tuzemském lesním školkařství kolem přelomu milénia nelze nezmínit rok 1998, který byl v jistých ohledech přelomovým. Použití hnojiv, pomocných půdních látek a pomocných rostlinných přípravků při pěstování rostlin, ale také např. zjišťování půdních vlastností lesních pozemků se tehdy začalo řídit ustanoveními nově přijatého zákona č. 156/1998 Sb., *o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení půd (zákon o hnojivech)*, ve znění pozdějších předpisů; a veškerými podzákonnými právními předpisy, vydanými k provádění tohoto zákona²⁶ (FLORA 1998).

Do našeho právního rámce byla v roce 2001 implementována také tzv. **nitratová směrnice** (zkr. NS; Směrnice Rady 91/676/EHS z 12. prosince 1991 k ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů). Transpozice NS do právního řádu ČR se uskutečnila prostřednictvím § 33 zákona č. 254/2001 Sb., *o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*, který definoval tzv. zranitelné oblasti (užívá se pro ně zkr. ZOD)²⁷.

²⁶ Zákon o hnojivech je v některých pasážích tohoto sdělení uváděn také jen specifickou zkratkou ZoH.

²⁷ § 33 zákona č. 254/2001 Sb., *o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*, který definuje tzv. zranitelné oblasti (zkr. ZOD), ve svém odst. 2 upřesňuje: „Vláda nařízením stanoví zranitelné oblasti a v nich upraví používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření (dále jen "akční program"). Akční program a vymezení zranitelných oblastí podléhají přezkoumání a případným úpravám v intervalech nepřesahujících 4 roky. Přezkoumání se provádí na základě vyhodnocení účinnosti opatření vyplývajících z přijatého akčního programu.“

Požadavky nitrátové směrnice dnes patří mezi tzv. *povinné požadavky na hospodaření* podle nařízení Rady (ES) č. 73/2009. Jejich plnění je u zemědělských podnikatelů v ČR (od roku 2009) sledováno např. i v rámci tzv. *kontroly podmíněnosti (Cross Compliance, CC)* u plateb a u dotací, které jsou vypláceny Ministerstvem zemědělství nebo z jiných veřejných rozpočtů. Od žadatelů o dotace se vždy požaduje dodržování vybraných podmínek ochrany vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů²⁸. Plnění těchto dotačních podmínek (vč. *minimálních požadavků na použití hnojiv* atd.) bývá přitom závazné i pro ty žadatele, kteří hospodaří mimo dusičnany zranitelné oblasti.

Také je ovšem nutné doplnit, že oba nové legislativní rámce (ZoH, NS) pravděpodobně nijak neomezily množství průmyslových hnojiv, aplikovaných při pěstování SMLD v tuzemských lesních školkách. LH v 90. letech minulého století (ale ani později) nezažilo takový propad v intenzitě hnojení půd a SMLD ve školkách, jaký nastal například v zemědělské rostlinné výrobě bezprostředně po roce 1990. Po výrazném snížení rozsahu hnojení v agrokomplexu se naopak už tehdy na LH upnula pozornost celé řady domácích i zahraničních výrobců a dodavatelů průmyslových hnojiv, kteří zde logicky hledali nová odbytíště pro své výrobky a služby. Tím se pro lesní školkaře postupně stával nákup průmyslových agrochemikálií (hnojiv) běžnější a snazší záležitostí. Tyto, ale i mnohé další aspekty (včetně ukončení výroby lesních a průmyslových kompostů v lokálních podmínkách individuálních školek; po roce 1998 nová legislativní pravidla pro nakládání s odpady²⁹, nová pravidla ZoH pro půdní průzkumy lesních pozemků a pro použití a skladování hnojiv atd.), pak znamenají, že tuzemské obchodní školky v novém tisíciletí vesměs již minimalizují donedávna ještě rozšířené organické hnojení půd a stále ochotněji při intenzifikaci své výroby volí průmyslová hnojiva jako prostředky ke snadnějšímu dosažení morfologických parametrů a habituálních znaků standardního SMLD, požadovaných nově přijatou českou technickou normou ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* (aut.: JURÁSEK et al. 1998). Množství **průmyslových hnojiv**, užívaných v lesních školkách, implementace tzv. *nitrátové směrnice* do tuzemských právních předpisů (ale ani jiné okolnosti po roce 2001) nesnížila. Pro takovou případnou centrální regulaci je lesní školkařství (s celkovou výměrou produkčních ploch nepřevyšujících 2 tisíce ha) naprosto minoritním a marginálním segmentem.

Přesunu priorit směrem k operativnímu hnojení pěstované produkce SMLD namísto soustavné péče o fertilitu půdy základním hnojením, stejně jako odosobněného vztahu nájemců školkařských ploch k obhospodařovaným půdám si nepřimo všímají teprve až MAUER a MAUEROVÁ (2011, s. 32), když konstatují, že „*půdě lesních školek je v současné době věnována malá pozornost*“. Citují přitom i monografii *O půdách v lesních školkách* (NÁROVEC 2003*), která uváděla starší (NÁROVEC et al. 1995*) analytické, laboratorní a aplikační zkušenosti, získané v letech 1991–1994 na Výzkumné stanici Opočno během řešení etapy dílčího resortního výzkumného úkolu N 03-329-869-03 *Meliorace lesních půd k zlepšení funkční účinnosti lesního fondu* (řešitel: Ing. František Šach, CSc.). Tento úkol byl poté nadlouho (až do roku 2014) posledním resortním úkolem, zaměřeným na VS Opočno na studium půd v lesních školkách (NÁROVCOVÁ et al. 2016*; NÁROVCOVÁ a NÁROVEC 2022*).

²⁸ Detailní informace o obdobích zákazu hnojení, o omezeních při hnojení, o sklonitosti půdního bloku, o zařazení obhospodařovaného pozemku do aplikačních pásem, ale také o nutnosti provádět na jednotlivých pozemcích protierozní opatření atd. může každý zemědělský podnikatel, který je zařazen v evidenci využití zemědělské půdy podle uživatelských vztahů podle § 3a a odstavců následujících *zákona o zemědělství* (zákon č. 252/1997 Sb., *o zemědělství*), získat v geografickém informačním systému LPIS, a to v informačním okně každého PB nebo také přímo na mapě LPIS po zapnutí vrstvy *Nitrátová směrnice*.

²⁹ Zákon o odpadech a zákon o hnojivech např. znamenaly ukončení aplikací bazických horninových mouček ve školkách.

U části provozů lesních školek se po roce 2012, kdy vstupovala v platnost nová ustanovení občanského zákoníku např. o zemědělském pachtu (viz § 2332 a následující a § 2345 a násl. zákona č. 89/2012 Sb.), dalo z přístupu vlastníků půdy (propachtovatelů) a pachtýřů k nově uzavíraným pachtovním smlouvám odvozovat, že pozice části provozovatelů školkařských zařízení nestojí na pevných základech – pachtovních smlouvách, koncipovaných s ohledem na zachování kontinuity půdní fertility pronajímaných pozemků (cf. VOPRAVIL et al. 2014).

Zajímavým faktem z tohoto období (tj. po roce 2012) je např. i to, že na ZL ŠK, která tehdy bývala na VS Opočno hlavním garantem výkonů terénní poradenské a expertní činnosti pro segment lesního školkařství a zalesňování, byl faktický požadavek na zhodnocení podmínek výživy SMLD pedologickým průzkumem přímo ve školce adresován naposledy v roce 2012 (cf. NÁROVCOVÁ a NÁROVEC 2012⁺⁺)³⁰ a znovu teprve až letos, tj. o 10 let později (NÁROVEC a SAMEK 2022⁺⁺). Přitom již několik let před rokem 2012 byly požadavky na půdoznalecké poradenské služby od útvaru pěstování lesa (VÚLHM – VS Opočno) provozní praxí a uživatelskou sférou v LH (kterou smluvně reprezentovali především držitelé platných licencí pro uvádění RMLD do oběhu; tyto licence podle ZORM uděluje Ministerstvo zemědělství ČR) vznášeny jen naprosto ojediněle (např. NÁROVEC 2009⁺⁺)³¹, což dokládá například také mimořádně nízká četnost zpráv terénního poradenství z oblasti užití environmentální chemie, které v závěru knihy uvádí samostatný přehled (viz kap. *Seznam poradenských zpráv a studií pro provozní praxi*).

3.4 PREFERENCE PŮDNÍHO DRUHU Z OBDOBÍ POSLEDNÍCH 10 LET

Kolem období let 2011–2012 přispěly k artikulaci vybraných problémů při zajišťování stability půdní úrodnosti v tuzemských lesních školkách dvě koordinované akce Sdružení lesních školkařů ČR (SLŠ ČR): (#1) seminář SLŠ ČR na téma *Péče o půdu v lesních školkách* (VAVŘÍČEK 2011; TOMÁŠ 2011; MAUER a MAUEROVÁ 2011 a další) a (#2) navazující soubor přednášek, prezentovaný (a rovněž vydaný tiskem) na Institutu celoživotního vzdělávání Mendelovy univerzity v Brně v rámci vzdělávacího kurzu *Inovace kvalifikačních znalostí v oboru lesního školkařství 2012* (VAVŘÍČEK 2012; VALTERA 2012 a další lektori kurzu).

O 5 let později se nepřímým pokračováním zahájené diskuse stal seminář *Hospodaření s půdou ve školkařských provozech*, který se pod gescí SLŠ ČR konal 14. – 15. června 2017 v Třebíči (BADALÍKOVÁ a NOVOTNÁ 2017; NÁROVCOVÁ a NĚMEC 2017* a další). FOLTÁNEK (2017) zde např. nelichotivě konstatoval, že „ze zemědělství a lesnictví se v posledních letech stal specifický druh průmyslu“. Doplnil také (ibid., s. 5), že „část podnikatelských subjektů, zejména těch, kteří mají půdu v dočasném nájmu, přistupuje k obhospodařování půdy, bohužel, někdy kořistnický“.

³⁰ Citace vybraných druhů poradenských sdělení, expertizních zpráv, realizačních výstupů a podobných pramenů pro lesnickou školkařskou praxi, které vznikaly na Výzkumné stanici Opočno v letech 1995 až 2022 v rámci aktivit, naplňujících zadání Ministerstva zemědělství pro VÚLHM na úseku *Expertizní činnost pro držitele lesa při umělé obnově lesa a zalesňování, včetně terénní expertizní činnosti na zájmových (zalesňovaných) pozemcích, usměrňování obnovních (zalesňovacích) projektů a odhalování příčin neúspěšné obnovy lesa (zalesnění)*, jsou v textu předkládané publikace indexované dvojitým křížkem ⁺⁺ a uvádí je samostatný přehled (*Seznam poradenských zpráv pro provozní praxi*).

³¹ Přitom pracovníci Zkušební laboratoře č. 1175.2 *Školkařská kontrola* konkrétně v letech 2009 až 2011 v rámci veřejné zakázky *Expertní a poradenská činnost v oboru lesního semenářství a školkařství, umělé obnovy lesa a zalesňování včetně hodnocení kvality reprodukčního materiálu lesních dřevin*, která byla předmětem smlouvy o dílo č. 26694/2008-16210/VZ-38 mezi MZe ČR a zhotovitelem (VÚLHM), například realizovali nejméně 333 případů smluvně závazných výkonů individuálního odborného poradenství, tedy nejméně 110 případů ročně.

Pozornost školkařských praktiků i lesnických analytiků si na zmiňovaném semináři ale zaslouží zejména přednáška Ing. Aleše Kučery, Ph.D. z Ústavu geologie a pedologie Mendelovy univerzity v Brně (KUČERA 2017), která zásadním způsobem napomohla k **upřesnění soudobých požadavků** na zrnitostní skladbu půd v lesních školkách, zaměřených na produkci PSM. Autor (ibid., s. 25) v popisu k obr. 2a³² specifikuje pro pěstování PSM na minerálních půdách okruh půdních druhů, které zaslouží naši pozornost. Uvádí: „*Optimální půdní druhy ve smyslu navazujícího vodního a vzdušného režimu jsou řazeny zejména k půdám středně těžkých a lehčích půdních druhů s proporčně vyrovnaným poměrem jílu, prachu a písku*“. V textové části (ibid., s. 18) přednášky nacházíme další upřesnění: „*Optimální půdní druh je dán více méně vyrovnaným zastoupením všech frakcí, ústících do půdního druhu hlína s přechody písčité hlína, jílovitá hlína, prachovitá hlína aj. ... Texturně a strukturně optimalizovaná kořenová vrstva je reprezentována půdami hlinitých půdních druhů a kulovitých (drobtovitých až hrudkovitých) struktur*.“ Porovnáme-li dané doporučení pro zrnitost půdy ve školkách s direktivami z období vrcholící centralizace lesního školkařství u nás před 45 lety (např. MLVH 1977; DUŠEK 1978, ale také již dříve KOTYZA 1961, 1963, 1970; též DUŠEK 1963 aj.), nelze si nepovšimnout, jaké markantní interpretační rozdíly si daná komparace s sebou přinese.

* * *

³² Obrázek je standardním trojúhelníkovým diagramem pro soudobou klasifikaci půdních druhů s vyznačením podílu dílčích zrnitostních frakcí, přičemž jako jíl se označují částice s průměrem zrn <0,002 mm, jako prach částice s průměrem zrn v intervalu 0,002 až 0,05 mm a jako písek částice s průměrem zrn od 0,05 do 2,00 mm (podrobnosti viz NĚMEČEK et al. 2001).

4. VÝVOJ SOUSTAV HNOJENÍ V LESNÍCH ŠKOLKÁCH

Pojem *soustava hnojení* je běžně užíván v agrární praxi, kde představuje vzájemně provázaný komplex organizačních, diagnostických, biologických, agrochemických, agrotechnických a melioračních opatření, realizovaných v rámci péče o úrodnost půd a výživu porostů pěstovaných rostlin (BAIER a BAIEROVÁ 1985). Praktickým cílem každé soustavy hnojení je racionální používání hnojiv k naplnění konkrétních pěstebních záměrů a v souladu s hledisky udržitelného hospodaření na půdách včetně respektu k zásadám ochrany životního prostředí.

Zdůrazňuje se, že soustavy hnojení existují objektivně, neboť v daném čase a v místě svého působení se konkrétní hospodář při hnojení půdy nebo rostlin vždy řídí určitými zásadami či nějakými rozhodovacími schémata, popř. legislativními pravidly. Vždy při hnojení využívá nějaký postup (systém) pro vyměřování (stanovení) dávek hnojiv a vždy nějakým způsobem realizuje rozprostření a aplikace hnojiv na zájmové pozemky. Znamená to, že nemůže existovat jediná soustava hnojení, která by univerzálně vyhovovala pro všechny hospodáře, jejich pestré pěstební záměry a disponibilní poměry. Proto jsou soustavy hnojení horizontálně (geograficky) výrazně diferencované a vertikálně (historicky) proměnlivé (BAIER 1979). Diferenciace soustav hnojení polních plodin bývá podmíněna nejen stupněm vědeckého poznání, mírou účinnosti a fungování trhu se zemědělskými komoditami, dostupností odborných agrochemických služeb či množstvím zaučených pracovních sil, ale i sortimentem dostupných hnojiv, disponibilní aplikační technikou, nároky na požadovaný výnos plodin či půdní úrodnost, požadavky na ekonomickou rentabilitu zemědělského podnikání a současně nutnými environmentálními ohledy, resp. ekologickou zodpovědností (ibid., s. 12–15).

V našem LH a jeho oborech se pojem *soustava hnojení* objevuje až na počátku 80. let minulého století (kdy jej použil MACKŮ 1981), přičemž impulzem k (i dnešnímu) hledání vzorů pro lesnictví a k použití výchozích prvků zemědělské terminologie se staly ucelené formulované soustavy hnojení polních plodin (např. KOLAŘÍK 1959), zejména pak *Baierova progresivní soustava hnojení* (BAIER 1979, 1982 atd.) a navazující práce (metodiky pro praxi) od široké řady zemědělských odborníků (NERAD et al. 1996; ČERMÁK et al. 2007; POKORNÝ et al. 2007; KLÍR et al. 2008; SALAŠ 2012; ÚKZÚZ 2012; SMATANOVÁ 2020 atd.).

Zásady soustav hnojení zemědělských plodin, které mohou lesní školkaři převzít jako podklad pro vlastní rozhodovací schémata při hnojení půd v lesních školkách, popsal např. VANĚK (1992). Proto, že se tehdy jednalo o období výrazných přeměn v celém agrokomplexu³³, zdůrazňoval mimo jiné podnikový (ale i střediskový) charakter soustav hnojení. Doporučil

³³ Nejprve velmi rychle (1990–1995) odezníval vliv socialistického způsobu hospodaření na velkých plochách, kde se v minulosti ovšem také prosazovalo a od zemědělských podniků vyžadovalo střídání vhodných osevních sledů (postupů) s jetelovinami, kde se realizovalo organické hnojení půd statkovými hnojivy z plošně rozšířené živočišné výroby a kde se výnosy plodin optimalizovaly pomocí dostatečných dávek průmyslových hnojiv všech základních minerálních živin. Postupně (1996–2001) se ale přestávají používat vědou navržené a praxí ověřené osevní postupy, klesá zastoupení jetelovin, redukuje se živočišná výroba a s ní i hnojení chlévským hnojem. Mění se struktura pěstovaných plodin a v důsledku zhoršené ekonomické situace celého agrárního sektoru se následně minimalizují aplikace draselných, fosforečných a vápenatých hnojiv. Výnosy plodin se dosahují jen pomocí dusíkatých hnojiv. Po roce 2004, kdy ČR přistoupila ke společenství zemí Evropské unie, dochází k útlumu v produkci některých plodin (jeteloviny se přestávají pěstovat, cukrovka podléhá evropským kvótám, okopaniny se omezují atd.), produkce chlévského hnoje (chov zvířat je regulován) je nízká a již nemůže zajišťovat plošně dostatečný přísun organických látek do obhospodařovaných půd, v polní výrobě převládají obiloviny a řepka olejka. Mění se odrůdová skladba plodin a do agronomické praxe nastupují sofistikované způsoby ochrany rostlin a regulace růstu rostlin. Zemědělské pozemky se již systematicky nevápní; polní plodiny se na polích hnojí především jen dusíkatými průmyslovými hnojivy; k dodávání fosforu a draslíku se přesto více (ale nadále v omezeném měřítku) používají hnojiva typu NPK (podobněji viz NĚMEC 2015).

(ibid., s. 140), aby základním principem při vyměřování dávek dodávaných živin byly bilance prvků v systému *půda a rostlina* s tím, že hnojením se má uhrazovat schodek živin této bilance. Znamená to, že rozhodující položkou bilance je **odběr živin rostlinami** a dále také některé další, většinou ztrátové položky (vymývání živin elucí atd.), které je třeba vykrýt hnojením. Podkladem pro zpřesnění dávek dodávaných živin jsou v moderních soustavách hnojení rozbory půd a anorganické rozbory rostlin. V perspektivních soustavách hnojení je tedy nutné základním hnojením na základě znalostí údajů o obsahu rostlinám přístupných živin v půdě upravovat zásoby těchto živin tak, aby vedle potřebných (žádaných) výnosů rostlinných komodit bylo dosaženo i „optimálního“ (vyhovujícího) obsahu živin v ornících obhospodařovaných pozemcích. Proto na pozemcích, kde obsah rostlinám přístupných živin v půdě nedosahuje potřebných hladin, se zvyšují dávky živin, aby se postupně obohacovací a dosycovací hnojením doplnily na potřebnou úroveň. Naopak u půd s vysokým obsahem živin v ornici se dávky hnojiv snižují, neboť se počítá s čerpáním živin z půdní zásoby. Primárním základem péče o půdu ve všech soustavách hnojení ovšem zůstává vyrovnaná bilance organických látek v půdě (kontinuita množství a kvality humusu v půdě).

Popsaný princip vyměřování (projektování) dávek základního hnojení půd a operativního hnojení rostlin je dlouhodobým základem nejen udržitelné zemědělské rostlinné výroby, ale i kontinuity pěstování SMLD v lesních školkách. Z hlediska terminologického jde o kombinace (střídání) modelu tzv. nahrazovacího hnojení se systémem obohacovacího či dosycovacího hnojení (BAIER a BAIEROVÁ 1985). Plně odpovídá představám, které pro provozování lesních školek v ČR načrtnul již před 80 lety NĚMEC (1942, 1948 aj.)³⁴.

4.1 HNOJENÍ PODLE DOPORUČENÍ PŮDNÍCH ZKUŠEBEN

Dr. Ing. Antonín Němec (1894–1958) se na Výzkumném ústavu lesní biochemie a pedologie v Praze-Dejvicích věnoval optimalizacím půdní úrodnosti na produkčních plochách lesních školek a studiu minerální výživy juvenilních lesních dřevin. Již ve 30. letech minulého století

³⁴ Studium primárních pramenů nabízí celou řadu někdy i překvapivých zjištění. Především často můžeme žasnout, jak nadčasové závěry dokázaly předchozí generace našich výzkumných pracovníků formulovat, aby nám poskytnuly svůj vhled do problematiky a poradily provozní praxi perspektivní, udržitelné chování. Dr. Ing. Antonín Němec ve své monografii z roku 1948 **Hnojení lesních kultur – lesní školky** např. uvádí (NĚMEC 1948, s. 18–19 a s. 55): „*Hnojení stálých lesních školek se v mnohém směru podobá hnojení zemědělských kultur. ... Konečně se u lesních školek musí na rozdíl od zemědělských půd počítati s velmi značnou ztrátou svrchní úrodné půdy, neboť sazenice se zpravidla vyzdvihují celé, i se značně objemným balíkem půdy, obklopující kořání. Hnojení lesní školky je již od desetiletí běžným opatřením, jež se v rámci kulturních prací opakuje alespoň každým třetím rokem. Je nezbytné hlavně ze dvou důvodů. Jednak bývá lesní půda většinou chudá, nejméně jednou z hlavních živin, ne-li více živinami současně, zvláště v oblastech podzolovaných půd, kde zpravidla chybí vápno a fosfor, jež byly z kyselých půd vyplaveny. Druhým neméně závažným důvodem pro zavedení hnojení jako trvalého kulturního opatření při výchově sazenic v lesních školkách je fakt, že pěstováním semenáčků a sazenic se půda značně vyčerpává, ochuzuje o živiny, větší měrou než polní půda pěstováním hospodářských plodin. ... Za 3leté období, potřebné pro výchovu sazenic k přesazení do kultur, spotřebují lesní dřeviny nepoměrně větší množství vápna a dusíku, z listnáčů dub a jasan i větší množství drasla a fosforu než obilniny nebo brambory v polním hospodářství. Nad to přichází ještě v úvahu dříve již zmíněná ztráta úrodné půdy při vyzdvihování balíkových sazenic ze záhonů školky, tak že skutečný úbytek živin je nejméně dvojnásobně velký. Z toho je jasno, že **spotřebované živiny se musí nahraditi**. Nehnojí-li se pravidelně alespoň tou měrou, aby vzrůstem sazenic z půdy spotřebované živiny se nahradily, ubývá během doby na úrodnosti půdy a po určité řadě let již zásoba živin nedostačuje pro řádný vzrůst sazenic. ... Rychlost vyčerpávání živin závisí na vzájemném poměru v půdě zastoupených pohotových živin, tedy na chemické povaze půdy, dále na jejích vlastnostech fyzikálních, na zásobenosti vláhou, na reakci půdy, na její textuře a pod. Pokles produktivity půdy lesních školek je trvalý, jestliže se současně vzrůstem semenáčků a sazenic odebrané živiny nenahrazují hnojením buď ústrojnými, nebo minerálními hnojivy.“*

jím vedený ústav nabízel majitelům lesních školek široký soubor komerčních, poradenských a expertizních služeb, jejichž součástí bylo nejen zprostředkování laboratorní rozborů půd, ale také odborné konzultace, interpretace výsledků chemických (pedologických a výživářských) analýz včetně vypracování individuálních plánů hnojení půd lesních školek na nejbližší období (cf. NĚMEC 1932)³⁵. V 50. letech působil Dr. Ing. Antonín Němec na Výzkumném ústavu lesního hospodářství (VÚLH) ve Zbraslavi-Strnadlech, kam tyto aktivity přenesl. Jeho zásluhou se tak v resortním lesnickém ústavu ve Strnadlech započala čtyři desetiletí trvající etapa kontinuálního zjišťování a vyhodnocování parametrů půdní úrodnosti v lesních školkách prostřednictvím služeb tzv. *půdních zkušeben*. Pro dané výkony a činnosti se postupně v lesnické praxi vžilo označení *půdní kontrola* (ZAVADILOVÁ 1955; MATERNA a ZAVADILOVÁ 1958); později (NÁROVEC et al. 1995⁺⁺) v návrzích struktury poradenských služeb pro praxi, financovaných Ministerstvem zemědělství (MZe), se častěji objevovalo i označení *agrochemická půdní kontrola* (APK).

V 60. letech minulého století se pozornost lesnické školkařské praxe a výzkumu obracela hlavně k hledání optimálních postupů při přípravě kvalitních lesních kompostů, které byly tehdy považovány za základ péče o půdní úrodnost ve školkách (PEŘINA a PEŠKA 1963). V roce 1963 vydaná oborová norma ON 48 2351 *Hnojení v lesních školkách* (aut.: PEŘINA 1963) verifikovala úlohu půdních zkušeben pro praktické optimalizace výživy pěstovaného SMLD a pro optimalizaci péče o fertilitu půd lesních školek, když nařizovala provozovatelům lesních školek hnojení provádět zásadně podle podkladů pracovišť půdní kontroly.

V 70. letech minulého století hlavní zásady péče o půdy v lesních školkách shrnuli PEŘINA a MATERNA (1970) v tehdejší ústřední školkařské publikaci *Moderní lesní školkařství* (aut.: DUŠEK, KOTYZA a kol. 1970). Tehdy již problematika optimalizací výživy SMLD v lesních školkách byla ve VÚLHM Zbraslav-Strnady začleněna do kompetencí tzv. *fyziologické laboratoře* (MATERNA 1971). Rozvíjel se zde také experimentální výzkum nejen na úseku hnojení SMLD, ale součástí bylo i studium fyziologie růstu juvenilních lesních dřevin (hlavně jehličnatých druhů dřevin) v nádobových pokusech, výzkum ekofyziologických aspektů poškozování dřevin průmyslovými imisemi a jiné aktuální problematiky. Na úseku hnojení v lesních školkách se tehdy řešil např. vliv odstupňovaných dávek dusíkatých hnojiv na růst borovice lesní ve školkách (LEDINSKÝ 1970, 1974), později se optimalizace výživy SMLD rozšířily i na smrkové sazenice včetně smrku pichlavého (LEDINSKÝ 1975, 1977, 1987 aj.). Pozornost specialistů na výživu lesních dřevin a rostlinných fyziologů ve VÚLHM se zaměřila také na krytokořenné školkařské výpěstky (LEDINSKÝ 1980; LOMSKÝ 1986; LOMSKÝ et al. 1987 aj.). Mimořádně cenné poznatky z výzkumu výživy prostokořenného SMLD ve školkách na Slovensku tehdy publikoval také LÖFFLER (1972, 1974) a týkaly se i listnatých druhů dřevin. Poradenská pracoviště *půdní kontroly* ve VÚLHM Jíloviště-Strnady tedy disponovala širokou základnou teoretických poznatků a praktických zkušeností, které mohla přímo promítnout do svých podpůrných expertizních služeb lesnickému provozu.

Zavedený systém kontroly stavu půdní úrodnosti na školkařských polích provozoven bývalých podniků státních lesů prostřednictvím služeb resortního lesnického výzkumného ústavu (VÚLHM) ve Strnadlech nebo prostřednictvím pedologické laboratoře Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (ÚHÚL) byl velmi progresivním řešením

³⁵ Jako historický kontext lze také doplnit, že povinné agrochemické testování zemědělsky obhospodařovaných půd u nás nařídila a zavedla protektorátní správa v srpnu 1940 (ex MATULA 1994). Ústav disponoval mnoholetou předchozí zkušeností s vypracováním plánů hnojení pro lesní školky. Mohl proto lesnické praxi operativně předložit návrhy na zajišťování kontroly vlastností obhospodařovaných půd prostřednictvím laboratorních půdních rozborů (cf. NĚMEC 1941).

především tím, že propojením odborného poradenství s experimentálním výzkumem ve VÚLHM umožňoval plynulý transfer nejnovějších výživářských poznatků a závěrů studií z oboru ekofyziologie rostlin přímo do školkařské praxe prostřednictvím poskytovaných návodných praktických doporučení. Systém *půdní kontroly* dovoloval také operativní reakce na změny v požadavcích zalesňovací praxe na sortiment a kvalitu SMLD, preferovaného pro obnovu lesů postižovaných imisní kalamitou a vyžadujícího ve školkách specifické pěstování (hovorově) „na míru“ změněným, resp. ztíženým podmínkám prostředí lokálních kalamitních holin se specifickým souborem působících stresorů (LOMSKÝ a PASUTHOVÁ 1986; LOMSKÝ et al. 1987; LOKVENC et al. 1988; SAMEK et al. 1990; LEDINSKÝ 1988, 1991, 1992 a další).

Kontrola úrodnosti půd ve školkařských provozovnách podniků státních lesů prostřednictvím laboratoří VÚLHM a ÚHÚL přetrvala někde až do období let 1991–1994. Lesnické laboratoře tehdy ale upustily od stanovení rostlinám přístupných živin v půdách lesních školek výluhem 1% kyselinou citronovou (cf. ŠARMAN 1984; VYSTRČILOVÁ 1988) a postupně se přeorientovaly na stanovení obsahu prvků v minerálních půdách jinými extrakčními postupy (např. ve výluhu chloridem amonným ve zkušebních laboratořích VÚLHM Strnady apod.). Dlouhodobý sběr informací o půdní úrodnosti ve školkách prostřednictvím jednotné metodologie půdních zkušeben ve vlastnictví státu (používající standardně výluh kyselinou citronovou ke stanovení rostlinám přístupných živin v minerálních půdách) tak byl na počátku 90. let minulého století přerušen, resp. ukončen.

4.2 NĚKTERÉ TRANSFORMAČNÍ PROMĚNY

Úseky lesní semenářství, lesní školkařství a obnova lesa spolu v minulosti (cca do období kolem let 1991–1994) u bývalých podniků státních lesů vytvářely kompaktní a logický technologický celek, resp. představovaly uzavřenou návaznost výkonů pěstební činnosti od zajištění semenného materiálu (osiva) až po výsadbu SMLD na trvalé cílové stanoviště (KANTOR et al. 1965, s. 7). Na úseku pěstování SMLD (lesního školkařství) se podřízeným organizačním složkám se školkařskou výrobou vždy direktivně vymezily produkční (množstevní) ukazatele výroby, definovaly technologické rámce (typová a sortimentní skladba SMLD) a určovala se i další (např. kvalitativní) zadání pro dodávaný SMLD. V minulosti podniky státních lesů rovněž svým složkám se školkařskou výrobou diktovaly soubory opatření k udržení a zvyšování efektivní půdní úrodnosti ve školkách. Všeestranně využívaly služeb *půdní kontroly* (půdních zkušeben) a na podkladě výsledků systematických půdních analýz vytvářely podmínky např. pro zajištění zdrojů organických látek (organických hnojiv) k intenzivní péči o půdy školek, zajišťovaly nákup výrobků chemického průmyslu (minerální hnojiva, pesticidy atd.) pro intenzifikaci pěstování SMLD a v neposlední řadě zajišťovaly i odbyt dostupného SMLD pro obnovu lesa atd.

Transformace státních organizací LH, která se uskutečnila v období kolem let 1991 až 1994 jako součást procesů komplexní transformace hospodářské základny ČR na tržní ekonomiku, z těchto důležitých koordinačních nadstaveb pro lesní školkařství nenechala (obrazně) „kámen na kameni“. Ohlédnutí za tímto obdobím provedli (spolu s uvedením některých věcných výsledků transformace a jejích nejširších souvislostí) např. BLUĐOVSKÝ et al. (1998); MAUER

(2000); HOFHANZL (2012); FOLTÁNEK (2015, 2016³⁶, 2017, 2018); SIMANOV (2016)³⁷ a mnozí další analytici. Do předtransformační (tradiční) kontinuity a propojenosti dílčích segmentů a činností v LH vnesly aktivity makroekonomické i mikroekonomické přestavby v 90. letech minulého století četné zásadní proměny. Přišla též nová zadání pro pěstební a těžební činnost v rámci Lesů České republiky, s. p. (zkr. LČR), kterých se transformace, restituce a odvětvové reformy dotknuly nejvíce. Majetkovými restitucemi a privatizací školkařské výrobní základny se tak před 30 lety započal **nový směr vývoje lesního školkařství**, který lesní školky bývalých podniků státních lesů vyňal a v mnoha ohledech vzdálil (vlastnicky, organizačně, technologicky, investičně, personálně i jinak) vůči koncových uživatelů SMLD. Velmi záhy po privatizaci školkařské výrobní základny bývalých podniků státních lesů se také vytratila dostupnost úplného a detailního přehledu o vývoji produkční základny lesního školkařství i o vlastní produkci jednotlivých školkařských provozů v rámci ČR (blíže viz např. JURÁSEK 1996; VACEK 1996; MAUER 2000; NERUDA a ŠVENDA 2000; SIMANOV 2016, FOLTÁNEK 2016 a četní další autoři). Jen kolem plánování produkce SMLD ve školkách byla situace v polovině 90. let minulého století například v mnoha ohledech natolik nepřehledná, že se dokonce mezi samotnými privátními producenty SMLD začalo uvažovat o založení nějakého koordinačního subjektu (cf. VACEK 1996, s. 18), který by shromažďoval informace o poptávce SMLD a dle individuálních výrobních možností jednotlivých školek by ji distribuoval na členskou základnu (tehdy v roce 1995 založeného a rozšiřujícího se) *Sdružení pěstitelů sadebního materiálu lesních dřevin* (dnes SLŠ ČR, zapsaný spolek)³⁸.

Postavení subjektů lesního školkařství vůči sobě navzájem i vůči odběratelům s dominantním vlivem na trhu s RMLD/SMLD se začalo vyznačovat vzájemnou závislostí a vlastně i nutností se domluvit (neboť dominantní odběratel SMLD si neponechal vlastní výrobní kapacity na zajištění produkce SMLD v potřebném množství, sortimentu a kvalitě). Proces transformace školkařských provozů bývalých podniků státních lesů se také často popisuje jen jako vznik obchodních lesních školek, resp. interpretuje se jako naplnění konceptu privatizovaného a komerčně orientovaného lesního školkařství. Ale tato historicko-popisná (FOLTÁNEK 2016) či definičně-analytická (TÉRA 2014) vymezení pro reformou pozměněná nebo nová postavení některých subjektů lesního školkařství v rámci soudobé zalesňovací praxe nevystihují dané proměny ještě dostatečně komplexně. Chybí jim z hlediska dobové analýzy aspektů péče o půdy a udržitelného hospodaření kupříkladu doplnění, že privatizaci školkařských provozů v 90. letech minulého století v LH obvykle bezprostředně nedoprovázely převod vlastnictví půdy (nejen pozemků s produkčními půdními bloky, nýbrž v některých případech

³⁶ V této souvislosti popsal FOLTÁNEK (2016) mnoho paradoxů, jež aktivity komerčně orientovaného lesního školkařství od své výchozí reformy doposud doprovázejí. Citujme (ibid., s. 132) např. Foltánkův popis stavu nakládání s genofondem lesních dřevin, kde základní péče o reprodukční zdroje náleží státu, resp. státnímu podniku Lesy České republiky (zkr. LČR): Státní podnik LČR „*disponuje osivem lesních dřevin, které si od něj školkařský subjekt – producent sadebního materiálu – kupuje, a to bez jistoty a jakékoliv garance, že o vypěstovaný sadební materiál (jeho podstatnou část) bude mít vlastní genových zdrojů zpětně zájem. Je to, bohužel, současný systémový paradox v pravidlech nakládání s reprodukčním materiálem v naší zemi, respektive v nastaveném systému dodavatelských vztahů vůči státnímu podniku Lesy České republiky.*“

³⁷ SIMANOV (2016, s. 176) např. konstatoval, že vývoj lesního školkařství dosud vyvolává tyto otázky: (#1) *Jsme poučení z nedobrych historických zkušeností s obchodováním s osivem lesních dřevin?* (#2) *Je správné, že vlastnictví uznaných zdrojů reprodukčního materiálu může existenčně ovlivňovat vlastníka lesní školky?* (#3) *Jak se projevuje volný trh na obchodování s reprodukčním materiálem lesních dřevin ve vztahu k legislativně omezenému přenosu reprodukčního materiálu lesních dřevin?* (#4) *Příspěvá hlavní uplatňované kritérium, cena sadebního materiálu, ke kvalitní obnově lesů?* (#5) *Umožňuje stávající způsob začlenění lesního školkařství udržet krok s úrovní lesního školkařství v lesnických vyspělých zemích?*

³⁸ Tato informační krize v segmentu lesního školkařství z období kolem roku 1996 nakonec předznamenala, že v roce 2000 představitelé *Sdružení pěstitelů sadebního materiálu lesních dřevin* přistoupili na návrhy, že mají pro průběžné zajištění svých spolkových aktivit zřídit placenou pozici manažera sdružení.

i pozemků nebo staveb s doplňující infrastrukturou) do rukou nových výkonných školkařských subjektů. Někde se proto neobnovil tolik potřebný a tolik osobní (zevnitř vyvěrající, avšak přitom vždy komplexní a na budoucnost orientovaný) přímý vlastnický vztah hospodářů k vlastněné a obhospodařované půdě³⁹. Lze předpokládat, že i v oblasti aplikací soustav hnojení při tradičním pěstování SMLD na minerálních půdách tato okolnost ve značném měřítku dodnes určuje preference jednotlivých provozovatelů školek.

Transformační proces přinesl do rozhodování o způsobu použití hnojiv a o východiscích při vlastní školkařské výrobě širokou míru (přeneseně) *volnosti* a rezultoval do pestré mozaiky individualizací při uplatňování soustav hnojení v lesních školkách. Individualizované vědomosti, znalosti a zkušenosti s hnojením půd a SMLD v konkrétních poměrech školek se v nových poměrech privátního podnikání také rychle staly žádaným (angl.) *know how* (totéž FOLTÁNEK 2016, s. 132)⁴⁰ a jako takovým i informacemi nezveřejňovanými (až utajovanými). I za těmito okolnostmi tak můžeme hledat vysvětlení, proč odzkoušené praktické návody na použití hnojiv ve školkách jsou dnes v ČR zveřejňovány (publikovány tiskem) jen zcela ojedinele (cf. VAVŘÍČEK 2011, 2012; BARTA 2013; SLEZÁČEK 2013; VAVŘÍČEK a KUČERA 2017; REJŠEK a VÁCHA 2018; KUČERA et al. 2019; NÁROVCOVÁ et al. 2020*, 2021*, atd.).

Privatizace LH ovlivnila i dostupnost hlavních zdrojů humusotvorných organických látek pro lesní školkařství, které mělo tehdejší LH k dispozici, totiž stromovou kůru ze zpracování dříví ve vlastních provozech (KOŠULIČ 1975; MAUER 1978; JANČAŘÍK 1986; JANČAŘÍK a KUBÍK 1988 atd.). V lesních školkách to záhy vedlo k prohlubování záporné bilance při doplňování organických látek do půd produkčních školkařských ploch organickým hnojením. Obdobné trendy v bilancích látek se ovšem postupně začaly projevovat napříč celým agrokomplexem, tj. na většině orných půd. Akcelerovaly v návaznosti na útlum chovů hospodářských zvířat v zemědělských farmách a podnicích. Scénáře při dlouhodobé záporné bilanci u doplňování humusotvorných složek do půdy vesměs předpovídají postupný pokles úrovní ukazatelů půdní úrodnosti a následný přechod rostlinné výroby na extenzivní formy hospodaření (RICHTER a ŘÍMOVSKÝ 1996, s. 4). V historicky krátkodobém měřítku přibližně dvou či tří desetiletí pravděpodobně lze tento předpokládaný vývoj ještě oddálit zvýšenou intenzitou operativního hnojení průmyslovými (zejména dusíkatými, popř. *plnými*) hnojivy, aplikovanými tzv. „*na kulturu*“ (též „*na list*“), nicméně dlouhodobé setrvání hodnot vybraných indikátorů půdní úrodnosti (v tomto případě především obsahu humusu v půdě a dalších navazujících pedologických charakteristik) v požadovaných mezích při nedostatečném organickém hnojení půd očekávat nejspíše nelze (NĚMEC 2015, s. 51).

³⁹ V měřítku agrokomplexu je u nás hospodaření na pronajímaných pozemcích zcela běžné. Praktikují je podniky zemědělské prvovýroby i privatizované školkařské provozy. Podle *Strategie resortu Ministerstva zemědělství České republiky s výhledem do roku 2030* (MZE 2016, s. 14) např. v roce 2013 v agrokomplexu u nás dosahoval podíl pronajímané půdy a najímané práce téměř tři čtvrtin (73–74 %) všech případů zemědělského hospodaření, zatímco v sedmadvacítce států Evropské unie se obvykle hodnota tohoto podílu pohybuje na úrovni do 20 %. Stejný podíl (73 %) pronajímané/propachtované půdy ZPF uvádějí i aktualizované statistiky (MZE 2021, s. 8). Tento stav vytváří v ČR nerovnováhu mezi krátkodobými individuálními tržními zájmy, mezi uplatňovanými pobídkami v agrokomplexu (včetně regulačních opatření pro zlepšení vztahu zemědělství k životnímu prostředí, tzv. *Cross Compliance*) a mezi žádoucími systematickými investicemi do půdní úrodnosti a do realizací ostatních opatření, nutných v podmínkách GKZ k zajištění dlouhodobé prosperity tuzemských agrárních a lesnických podniků. Je překážkou pro provozování odpovědných a udržitelných systémů hospodaření na zemědělských, lesních či jiných půdách (NĚMEC 2015) jako nástrojů adaptace na probíhající environmentální změny (GKZ). Proto podle *Strategie resortu... mimo jiné „dochází nadále k degradaci kvality půdy, ohrožení kvality vod i ke zhoršování vodního režimu a ztrátám biodiverzity“* (cit. MZE 2016, s. 15).

⁴⁰ „*Všechny školkařské subjekty sice prezentují svoji oborovou sounáležitost a společné zájmy, nerady se však dělí o získané informace a zkušenosti. ... V zahraničí vidíme přístup poněkud jiný...*“ (cit. FOLTÁNEK 2016).

Proměnou v posttransformačním období let 1991–1994 (viz STAŇA 1994; NERAD 1994; MATULA 1994 aj.) prošel i systém kontroly úrodnosti půd (zkr. KÚP). Ten je i dnes nástrojem orgánů státní správy na úseku sběru a komplexního vyhodnocování informací o stavu a vývoji půdní úrodnosti na ZPF u nás a realizuje se závaznými postupy *agrochemického zkoušení zemědělských půd* (zkr. AZZP⁴¹; aktuálně platná metodika AZZP viz SMATANOVÁ 2020). Je jednotně zajišťovaný a odborně garantovaný Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ). Jeho základem je propracovaná organizace odběrů půdních vzorků, kterou zajišťuje ÚKZÚZ prostřednictvím své terénní služby, a jednotná agronomická interpretace výsledků rozborů půd. Praktikovaný systém KÚP získal oporu v zákoně č. 156/1998 Sb., *o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení zemědělských půd (zákon o hnojivech)* a v jeho prováděcích předpisech. *Zákon o hnojivech* (ZoH) byl Parlamentem ČR schválen dne 12. června 1998 a účinnosti nabyl 1. září 1998 (podrobnosti o ZoH a povinnostech pro podnikatele v LH publikoval např. FLORA 1998). V souvislosti s přijetím ZoH byla problematika **zjišťování půdních vlastností lesních pozemků** (blíže § 11 ZoH) nově delegována do působnosti ÚKZÚZ. Systematická kontrola vlastností svrchních půdních profilů na zemědělském půdním fondu (AZZP) i na PUPFL dnes tak generuje důležitá primární data do informačních systémů Ministerstva zemědělství (MZe) a Ministerstva životního prostředí (MŽP). KÚP následně zahrnuje i prakticky orientovaná doporučení jako součást státního poradenského systému pro agrární sektor a LH.

Pozemky lesních školek jako specifické subkategorie uživatelských vztahů k půdám se ještě bezprostředně po roce 1998 předmětem zájmu AZZP nestaly. Zařazovány do cyklů AZZP začaly být postupně až po přelomu milénia a týkaly se převážně těch produkčních ploch lesních školek, které se rozšiřovaly či nově vznikaly na ZPF. Fyzické nebo právnické osoby, které provozují lesnickou školkařskou činnost jako tzv. *registrovaní zemědělské podnikatelé* a které mají obhospodařované pozemky zařazené v evidenci využití zemědělské půdy podle uživatelských vztahů podle § 3a a odstavců následujících *zákona o zemědělství* (zákon č. 252/1997 Sb., *o zemědělství*), se mohou setkávat i se situací, že jejich pozemky již náležejí do množiny těch, kde ÚKZÚZ systematicky provádí AZZP. Pro dosavadní pedologická řešení, uskutečněná v lesnických školkařských provozech (spolu s ostatními typy školek, jakými jsou např. školky ovocných dřevin, školky okrasných dřevin, zahradnické školky apod., evidovaných v LPIS jako druh trvalé kultury K – „školky“)⁴² v rámci AZZP, ale doposud vyhodnocení dat chybí.

4.3 MOŽNOSTI ZÍSKÁVÁNÍ DAT O PŮDÁCH

Realizace APK ve školkařských závodech a provozech vždy úzce závisela na dostupnosti a na nabídce takových služeb v síti tuzemských pedologických laboratoří (LEDINSKÝ 1988, 1991, 1992; VYSTRČILOVÁ 1988 atd.). Počínaje rokem 1990 a souběžně s celospolečenskými, makroekonomickými, mikroekonomickými a dalšími transformacemi prodělávala struktura těchto analytických zařízení (laboratoří) mnoho proměn. Došlo k tomu, že si noví soukromí vlastníci lesních školek začali po roce 1990 zajišťovat podklady pro racionální použití hnojiv na svých pozemcích individuálně. Samostatně navazovali spolupráci s různými subjekty,

⁴¹ V minulosti se pro danou službu používalo i starší označení *agrochemické zkoušení půd* (zkr. AZP).

⁴² Zkratka pochází z angl. *Land Parcel Identification System* (LPIS) a zkráceně jako LPIS se běžně v ČR i užívá. V evidenci LPIS se dnes ornou půdou rozumí standardní orná půda (v LPIS jako R), úhor (U) a travní porost na orné půdě (G). Kultura typu školka (v LPIS jako K) v tomto geografickém informačním systému (GIS) nepatří mezi ornou půdu.

zabývajícími se laboratorní analytickou činností a vyhodnocováním úrovně půdní úrodnosti či stavu výživy rostlin. Byly to státní či privátní chemické laboratoře, státní i soukromé poradenské společnosti, subjekty vzniklé transformací bývalých agrochemických podniků a zemědělských oblastních (okresních) laboratoří, poradenská pracoviště dodavatelů hnojiv či školkařských technologií apod.

Tato spolupráce se často zakládala na vzájemně odlišné soustavě analytických a metodických postupů i individualizovaných přístupů k interpretacím dat pedologických průzkumů. Prakticky ve všech případech to znamenalo ztrátu kontinuity informací o stavu a vývoji parametrů půdní úrodnosti v jednotlivých školkách (školkařských polích). Dokládá to též skutečnost, že v soudobém lesním školkařství v ČR není znám případ lesní školky, kde by data o vývoji půdní úrodnosti byla shromažďována průběžně od jejího založení až do současnosti. I školkařské provozy společností s dominantním podílem na trhu připouštějí, že z období posledních 10 let mají v některých případech školek jen kusé výsledky⁴³ půdních rozborů. Z konzultací s představiteli Sdružení lesních školkařů ČR, z. s. (SLŠ ČR) např. na jaře 2015 vyplynulo, že předsednictvo nechce iniciovat jménem svých členů vůči ÚKZÚZ požadavek, aby dílčí část lesnických školkařských provozů byla postupně (výhledově dlouhodobě a každoročně) podchycována současným systémem AZZP a aby tak započalo období metodicky jednotného získávání přehledu o vývoji parametrů půdní úrodnosti na vybraných pozemcích lesních školek. Důvodem takového rozhodnutí předsednictva SLŠ ČR ovšem byl **velmi malý zájem členských subjektů sdružení o tento druh odborných služeb**. Snad při tom svoji úlohu sehrálo i malé povědomí provozovatelů lesních školek o centrálně státem podporovaném, jednotně metodicky řízeném a pro zemědělské podnikatele zajišťovaném odborném poradenství ÚKZÚZ. Většina členů SLŠ ČR tedy nadále preferuje stav, při kterém si jednotliví provozovatelé lesních školek získávají informace o stavu půd obhospodařovaných pozemků samostatně a rovněž většinou i zcela individuální soustavou analytických stanovení a pedologických rozborů, zajišťovaných u jednotlivých spolupracujících pedologických laboratoří. Přehled některých těchto analytických a pedologických pracovišť následuje.

4.3.1 Zkušební laboratoř VÚLHM (Strnady)

V pedologické zkušební laboratoři lesnického resortního výzkumného ústavu ve Strnadech při kvantifikacích rostlinám přístupných živin v minerálních půdách již od roku 1994 výluhu 1% roztokem kyseliny citronové nepoužívají. Přešlo se tehdy na stanovení prvků ve výluhu půdy chloridem amonným a později i chloridem barnatým. Důvodem bylo ujednocení půdoznaleckých analytických postupů v rámci mezinárodního monitorovacího programu *ICP Forests*⁴⁴. V současné době zkušební laboratoře výzkumného ústavu ve Strnadech pro lesní školkařství nabízejí různorodé komerční i nekomerční (bezplatné) analytické služby a expertizní činnosti. Týkají se také širokého spektra ekofyziologických a pedologických aspektů růstu dřevin ve školkách. Výkony takových služeb pro provozní praxi ve VÚLHM Strnady zajišťuje útvar ekologie lesa (blíže NOVOTNÝ a ČIHÁK 2021).

⁴³ Lze rovněž rozvést, že v ČR existují i některé školkařské provozy, které dlouhodobě nedisponují přesnými informacemi o stavu a vývoji půdní úrodnosti na jimi obhospodařovaných pozemcích. Jejich provozovatelé průběžně odběry a chemické analýzy půdních vzorků z lesních školek zpravidla ani nezadávají. Nejedná se zdaleka výhradně jen o provozy drobných soukromých vlastníků lesa, kteří provozují malé lesní školky k produkci vlastní potřeby sadebního materiálu pro obnovu lesa a pro zalesňování.

⁴⁴ *ICP Forests: International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests*

4.3.2 Chemická (pedologická) laboratoř Ing. Josefa Tomáše (Opočno)

Dominantní podíl laboratorních služeb, realizovaných na úseku APK v sektoru lesního školkařství, v posledních 28 letech zaujala privátní chemická laboratoř, kterou jako osoba samostatně výdělečně činná provozoval Ing. Josef Tomáš (IČ: 41251334; provozovna sídlí ve Výzkumné stanici Opočno)⁴⁵. Od roku 1994 navazovala užší spolupráci s lesnickou vědecko-akademickou sférou a se správci lesních majetků (včetně provozovatelů lesních školek), pro které přizpůsobila nabídku svých laboratorních, analytických a dalších služeb. Osvojila si např. **tradiční postupy analýz lesních půd**, které byly v lesnickém půdoznalství a v analytické praxi LH rozvíjeny již od předválečných let a dlouho i v poválečném období (např. stanovení charakteristik sorpčního půdního komplexu dle *Kappena*, stanovení rostlinám přístupných živin ve výluhu půdy 1% kyselinou citronovou atd.), aby je mohla nadále nabízet vědecko-výzkumné sféře, která v dlouhých časových řadách tyto půdní charakteristiky užívá k vyhodnocení a k interpretacím změn pedologických parametrů zájmových pozemků (pokusných ploch). Pro uživatele, kteří žádají stanovení rostlinám přístupných živin v ornících obhospodařovaných pozemků výchozími metodami AZP (fosfor dle *Egnera*, draslík a hořčík dle *Schachtschabela*; blíže viz JAVORSKÝ et al. 1987), tyto postupy zachovala. Laboratoř Ing. Josefa Tomáše v současnosti nabízí i půdní rozborů soudobým postupem AZPP podle metodiky *Mehlich III*. Zejména širokým sortimentem nabízených analytických postupů pak tato laboratoř u sektoru lesního školkařství zaujímá nezastupitelné postavení v realizovaných zakázkách půdních agrochemických rozborů. Na laboratoř se v uplynulém období postupně obraceli všichni producenti relevantní dodavatelé SMLD. Důvodem jistě byl i fakt, že Ing. Josef Tomáš jako nedílnou součást svých služeb klientům poskytuje rovněž interpretace výsledků rozborů a **výpočty optimalizovaných dávek** průmyslových hnojiv a melioračních hmot (vč. dávek vápnění a organického hnojení) a že osobně zajišťuje odběry půdních vzorků přímo v lesních školkách (blíže TOMÁŠ 2011). Výkony expertizní a poradenské služby pro lesní školkařství na VS Opočno byly za posledních 28 let realizovány právě v této laboratoři.

4.3.3 Chemické laboratoře ÚKZÚZ (Brno)

Jakkoliv posláním ÚKZÚZ není uspokojovat poptávku hospodářské sféry po službách APK, nelze aktivity ÚKZÚZ z našeho přehledu jednoznačně vyloučit. Jsou známy případy, kdy ústav svoji kontrolní a zkušební činnost realizoval i v provozech lesního školkařství a kdy se výstupy (výsledky) pedologických rozborů laboratoří tohoto ústavu staly podkladem pro prakticky orientované poradenství a pro usměrnění aplikací hnojivých a melioračních hmot na školkařsky obhospodařovaných pozemcích (Dr. Ing. Přemysl Fiala – osobní sdělení, 2014). Do soustavy aktivit AZPP, které ÚKZÚZ systematicky již šest desetiletí vykonává (blíže KLEMENT et al. 2012; SÁŇKA a MATERNA 2004; SMATANOVÁ 2020 aj.), zpravidla půdní bloky, na kterých je pěstován SMLD pro obnovu lesa a pro zalesňování, cíleně zařazovány nejsou. Pro soustavu AZPP totiž provozy lesního školkařství (školky), jejichž souhrnná výměra v ČR nepřevyšuje 2 tisíce hektarů obhospodařovaných pozemků, představují pouze **minoritní segment** (Ing. Vladimír Klement, CSc. – ústní sdělení, říjen 2014).

⁴⁵ Existuje ovšem také předpoklad, že laboratoř během letošního roku (v prosinci 2022) ukončí svoji činnost. Skutečnost, že při restrukturalizaci výzkumného pracoviště v Opočně v roce 1994 se tehdejší vedení VS Opočno rozhodlo pronajmout prostory chemických laboratoří privátnímu subjektu lze s odstupem času hodnotit jako zcela zásadní příspěvek pracoviště VS Opočno k rozvoji služeb APK pro provozní praxi v období let 1994–2022. Vedl k zachování kontinuity laboratorních rozborů lesních půd tradičními analytickými postupy a poskytl školkařským provozovnám možnost snadněji překlenout vstup do nové etapy samostatného budování sítě obchodních lesních školek pro uspokojování poptávky uživatelů SMLD v transformovaném LH.

4.3.4 Laboratoře pedologických ústavů zemědělských univerzit

Do výčtu analytických (chemických) laboratoří, které se příležitostně zúčastňují pedologických a agrochemicky orientovaných šetření v lesních školkách, lze zařadit také některá pracoviště zemědělských univerzit (Česká zemědělská univerzita v Praze, Mendelova univerzita v Brně). Disponují jak odpovídajícím technickým zázemím, tak i erudovaným personálem, takže příležitostně vykonávají také celou řadu výzkumných i praktických aktivit, které se zjišťováním a s vyhodnocováním výsledků půdních rozborů ze školkařských provozů souvisejí (např. VAVŘÍČEK 2012; KUČERA 2017; KUČERA et al. 2019 aj.). Typické pro účast vysokoškolských pracovišť na kontrole úrodnosti půd v lesních školkách je na jedné straně **komplexnost řešení** (schopnost postihnout i ekofyziologické a další aspekty pěstování sadebního materiálu), na straně druhé také zpravidla **individuální přístupy** k řešení problematiky.

4.3.5 Laboratoře ostatních vědecko-výzkumných pracovišť

Kontrolu parametrů půdní úrodnosti v lesních školkách lze realizovat také spoluprací s chemickou laboratoří některého z mnoha dalších tuzemských vědecko-výzkumných pracovišť. S dílčími aktivitami typu APK ve školkách či s hodnocením kvality lesních půd mají **praktické zkušenosti** například také pracovníci Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i. (zkr. VÚMOP, sídlo: Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5). Tento ústav může lesnímu školkařství nabídnout komplexní (metodologické, analytické, laboratorní, interpretační a další) zázemí pro půdoznalecká šetření na zájmových pozemcích.

4.3.6 Některé další agrochemické laboratoře

Síť agrochemických laboratoří byla před rokem 1990 relativně početná. Některé nadále rozvíjejí sortiment svých laboratorních služeb (v rámci AZZP) pro zemědělský sektor. Přes jejich nespornou schopnost poskytovat odborné poradenství a analytický servis také pro lesní školkařství, omezuje se jejich nynější účast při APK pouze na jednotlivé případy. Jmenovat lze např. chemickou laboratoř, která působí v agropodniku se sídlem v Říkově u České Skalice (AGRO CS a. s.) a která je u lesnické školkařské veřejnosti známější především svými analýzami organických pěstebních substrátů pro produkci krytokořenného sadebního materiálu (VALTERA 2012). Pro úplnost je třeba zmínit i některá **individuální řešení APK**, jako je odborné poradenství dodavatelů pěstebních technologií, podpůrné služby výrobců nebo distributorů hnojiv a jiných účastníků pěstování SMLD (LASÁK 2011; SLEZÁČEK 2013).

4.3.7 Obecné požadavky na spolupracující laboratoř

Kvalifikované vyšetřování vlastností obhospodařovaných půd a systematický monitoring změn indikátorů půdní úrodnosti na zájmových pozemcích lesních školek se v praxi nikdy neobejde bez úzké spolupráce provozní praxe s příslušnými odbornými pracovišti, především pak s chemickými laboratořemi.

Při řízení provozů lesního školkařství je důležité zjišťovat kvalitativní parametry nejen půd, ale také dalších složek prostředí. Důležitá je také znalost informací o užitkové (závlahové) vodě, o složení a kvalitě melioračních hmot, organických pěstebních substrátů atd. Soubor

některých doplňujících (a metodicky laděných) doporučení pro školkařskou praxi na téma výběru spolupracující chemické laboratoře shrnují následující body:

- Úkolem průzkumu půd ve školkách není pouze jednorázové získávání aktuálních informací o stavu půdních vlastností na zájmových pozemcích a jejich operativní využívání k *hnojivářským/hnojařským*⁴⁶ a melioračním zásahům na půdách, nýbrž také průběžné vyhodnocování vývoje parametrů půdní úrodnosti školkařských polí za delší časové období. Pro sledování časových a prostorových trendů ve vývoji ukazatelů úrodnosti půd školkařských polí je proto důležitou podmínkou, aby vzorky půdy byly ve školkách odebírány jednotným způsobem a aby byly zpracovávány shodným laboratorním postupem. Ideálním modelem realizací je, když vzorky **dlouhodobě zpracovává tatáž pedologická laboratoř**.
- Analytické postupy jednotlivých laboratoří vykazují větší či menší metodickou různorodost. Ta mnohdy vede k tomu, že výsledky půdních analýz od dvou laboratoří nelze vkládat do časových řad. I při použití stejného extrakčního činidla (resp. principiálně stejné analytické metody) existují mezi jednotlivými laboratořemi dílčí rozdíly ve způsobech extrakce půdy, době expozice půdních vzorků účinkům vyluhovačů, způsobech přípravy vzorků před analýzami, v použitých laboratorních přístrojích apod., které ve svém důsledku znamenají, že absolutní hodnoty dílčích analytických stanovení u shodných půdních vzorků bývají rozdílné.
- Školkařským společenstvem se proto doporučuje, aby si pro realizaci svých záměrů velmi pečlivě vybraly „svoji“ spolupracující pedologickou laboratoř, u které budou jako její klienti dlouhodobě nárokovat provádění půdních rozborů, popř. i rozborů vzorků rostlin, závlahové vody, organických hnojiv apod.
- Upřednostňovat je třeba vždy jen taková analytická pracoviště, která mají vypracován a do analytické praxe zaveden **systém řízení jakosti** (*Quality Assurance*, QA), což je soubor technických, metrologických a organizačních opatření k zajištění správnosti a přesnosti analytických měření laboratoře. **Hledisko perspektiv dlouhodobé spolupráce** a funkčního programu QA (akreditované pracovní postupy, certifikáty, účast na tzv. *kruhových mezilaboratorních testech*) je v tomto případě prioritní a mělo by být nadřazeno jiným kritériím výběru (např. krátkodobé ekonomické výhodnosti levných rozborů u laboratoře bez akreditovaného systému řízení jakosti QA). Důležité také je, aby spolupracující laboratoř byla schopna metrologicky korektními procedurami u jednotlivých typů poskytovaných analytických stanovení doložit tzv. *nejistotu měření* a také odkazy na uplatňované pracovní (laboratorní) postupy a způsob vyhodnocování výsledků rozborů (viz JAVORSKÝ et al. 1987 a další).

⁴⁶ Agronomická praxe dlouhodobě užívá tradiční a nadále běžně užívaný pojem *hnojařská opatření*. Lesnická názvoslovná soustava se zpočátku bránila přímočarému převzetí tohoto pojmu od agrochemie. Někteří autoři prací o půdách v lesních školkách a o hnojení lesních kultur proto již od konce 80. let minulého století dávali přednost pojmu *hnojivářská*, eventuálně *výživářská opatření* (cf. DUŠEK a NÁROVEC 1988, 1989; NÁROVEC 2001*, 2003* aj.). Teprve v posledním období se v tuzemské školkařské literatuře hledají možné mezioborové průniky a dochází přitom k častějším interpretacím hnojení v LH jako *hnojařských opatření* (cf. NÁROVEC 2017*). Terminologie soustav hnojení v lesních školkách, kulturách a porostech není ovšem pevně ukotvena na žádném z lesnických pracovišť segmentu výzkumu, vývoje a inovací, kde se výživě lesních dřevin věnují a kde úsek hnojení semenáčků a sazenic lesních dřevin ve školkách rozvíjejí (např. PODRÁZSKÝ et al. 2015; VAVŘÍČEK a KUČERA 2017; REJŠEK 2018; KUČERA et al. 2019).

4.4 PESTRÁ MOZAIKA INDIVIDUALIZOVANÝCH SOUSTAV HNOJENÍ

Do počátečních etap přestavby a transformace LH vstupovaly podniky státních lesů s relativně novými školkařskými provozy a s kvalifikovanými technicko-hospodářskými pracovníky (THP) i pracovníky dělnických kategorií. Zmínit lze např. i velmi komplexně zaměřenou výuku užité lesnické pedologie na Lesnické fakultě Vysoké školy zemědělské v Brně (zejména ŠARMAN 1984). V téže době se na VÚLHM Jíloviště-Strnady završoval nejméně 3 pětiletky trvající výzkum uplatňování průmyslových hnojiv ve školkách (např. LEDINSKÝ 1975, 1980, 1987, 1988; LOMSKÝ 1986; LOMSKÝ et al. 1987), který se již oprostil od dřívějších velmi umírněných modelů péče o výživu SMLD pomocí nízkých dávek dusíkatých hnojiv, nepřevyšujících roční normativ do 40 kg č.ž. N/ha (viz PEŘINA 1963: oborová norma ON 48 2351 *Hnojení v lesních školkách*, čl. 33). Naopak chyběly potřebné laboratorní kapacity, určené přímo pro potřeby lesního školkařství, a také některé moderní stroje (např. pro péči o půdy). Propagátor centralizace tuzemského lesního školkařství a spoluzakladatel moderních školkařských provozů u nás, Ing. Vratislav Dušek, CSc.⁴⁷ z Výzkumné stanice Opočno, předtím inicioval další etapy výzkumu rozvoje půdní úrodnosti a hnojení v lesních školkách (DUŠEK 1984, 1985, 1989). Stav využití tehdy aktuálně dobudovaných školkařských velkoprovozů u nás (většina kolaudací byla z let 1979–1985) popsal seriál článků v *Lesnické práci* (DUŠEK a JANČAŘÍK 1989). Se záměrem operativně překlenout dobové disproporce v zajištěnosti rychlé a účinné *půdní kontroly* pro lesní školky (blíže např. RECH 1989, s. 233; HORNÍK 1989, s. 162 a další) proto DUŠEK a NÁROVEC (1989) navrhli lesnickému provozu dočasné řešení v podobě metodických pokynů, které uvažovaly s prováděním rozborů půd z lesních školek v síti oblastních zemědělských laboratoří.

I nejstarší doporučení a tuzemské modely péče o půdy v lesních školkách se většinou přikláněly k soustavám hnojení s obohacovacím typem hnojení půd (např. již NĚMEC 1937, 1948; PEŘINA a PEŠKA 1963; PEŘINA a MATERNA 1970; také LÖFFLER 1972, 1974; LEDINSKÝ 1975 a jiní). Modely s nahrazovacím hnojením půd byly aplikovány ve školkách jen okrajově nebo jako nouzové řešení. Metodická doporučení z období po roce 1985 již zcela jednoznačně propagovala návody na uplatňování dosycovacích typů hnojení půd v lesních školkách (např. DUŠEK a NÁROVEC 1988, 1989; NÁROVEC et al. 1995*; NÁROVEC et al. 1995⁺⁺; DUŠEK 1997). Vzory pro tato doporučení jejich autoři čerpali z tehdejší zemědělské rostlinné výroby (z agrární praxe) a z četné odborné literatury (vč. učebních textů), určené pro studenty a odborníky z oblasti agronomie a agrochemie (BAIER 1979, 1982; BAIER a BAIEROVÁ 1985; JURČÍK 1984; KOLÁŘ 1992; VANĚK 1992; RICHTER 1994; NERAD et al. 1996 atd.).

⁴⁷ Ing. Vratislav Dušek, CSc. (* 18. 11. 1924 Topolčianky, † 31. 3. 1997 Dobruška) v roce 1952 absolvoval Lesnickou fakultu ČVUT v Praze a nastoupil do Výzkumné stanice Opočno. Zpočátku (1953–1960) studoval (na základě dobových zadání) možnosti pěstování eukalyptů v klimatických podmínkách ČSR. V roce 1963 vypracoval a o rok později (1964) obhájil kandidátskou disertaci s názvem *Pěstování sazenic buku a borovice s bohatým kořenovým systémem podřezáváním kořenů*. Hlavní přínos výzkumné činnosti Vratislava Duška spočíval v ověřování a v zavádění nových technologií pěstování PSM a KSM v tuzemských provozech. V letech 1962–1965 vypracoval zásady pěstování semenáčků na substrátech připravovaných z jehličnaté hrabanky (tzv. *Dunemannova metoda*), návazně se věnoval problematice zavádění závlah do školek a automatizovanému řízení provozu závlahových soustav ve školkách (1964–1974) a také výzkumu žádoucích podmínek při skladování SMLD v klimatizovaných skladech (1971–1980). V 80. letech minulého století vypracoval pro hospodářskou praxi státních organizací lesního hospodářství shrnutí zásad manipulace se sadebním materiálem (1982–1987), upřesnění pravidel pro hnojení semenáčků a sazenic pěstovaných na substrátech a na minerální půdě (1985–1989) aj. Podnikům státních lesů poskytoval rozsáhlou poradní činnost, při které úzce spolupracoval s rezortním ministerstvem (MVLH), kde byl jeho velmi blízkým spolupracovníkem Ing. František Kotyza. V roce 1970 spolu s ním a s kolektivem dalších spoluautorů připravili obsáhlou monografii *Moderní lesní školkařství*. Revidované vydání pod názvem *Lesní školkařství - základní údaje* vyšlo v roce 1997 v Matici lesnické v Písku.

Dodnes je respektována (viz REJŠEK a VÁCHA 2018, s. 347–348) názvoslovná soustava pro hnojení ve školkách, kterou uplatňoval DUŠEK (1985)⁴⁸, totiž rozdělení na *základní hnojení* (které se týká prvořadě půdy) a na *operativní hnojení* (podporující prvořadě výživu rostlin). REJŠEK (2018, s. 348) dokonale vystihnul propojenost obou těchto intenzifikačních opatření v lesních školkách, když odborný přístup shrnul do tohoto konstatování: „*Daná problematika je však natolik komplikovaná a současný stav poznání natolik komplexní, že nelze očekávat žádná šablonovitá doporučení: operativní i základní hnojení je úspěšné jen a pouze na základě porozumění dvěma skutečnostem: konkrétní aktuální situace na daném stanovišti a konkrétní aplikované hnojivé látky, resp. jejím konkrétním složením. Vždy je zapotřebí mít na paměti, že výživa rostlin musí být vyrovnaná. Máme-li vynikající zdroj mikrobiogenních prvků, nebude účinný, nedodáme-li i prvky makrobiogenní: velmi markantní je to zvláště stran dusíku. Platí tak, že volba hnojivého prostředku a jeho dávkování by měly být individuální: žádná univerzální řešení neexistují.*“

Vývoji individualizovaných soustav hnojení (a obecněji i četným jiným individualizovaným řešením v LH) v polovině 90. let minulého století vyšly vstříc i mnohé tehdy vydávané legislativní předpisy. Jmenovat lze např. přijetí zákona č. 289/1995 Sb., *o lesích a o změnách a doplnění některých zákonů (lesní zákon)* a jeho prováděcích předpisů (kde např. chyběla specifikace pojmu *lesní školka* a související komentáře k lesnímu školkařství), ale také zákona č. 252/1997 Sb., *o zemědělství* (kde naopak byla v § 3i, odst. f zmínka o *školkách lesních dřevin*, které se nacházejí na ZPF, evidují se jako druh zemědělské kultury a neslouží zemědělským podnikatelům pro vlastní potřebu k obnově lesa⁴⁹). Stejně tak lze uvést nová ustanovení zákona č. 156/1998 Sb., *o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení půd (zákon o hnojivech)*, ve znění pozdějších předpisů (ZoH), který svým § 11 kompetence pro **zjišťování půdních vlastností lesních pozemků** nasměroval na ÚKZÚZ.

V prosinci 1994 byla na Výzkumné stanici Opočno ukončena (a to na období příštích dvou dekád – až do roku 2014) předchozí etapa výzkumu půdní úrodnosti v lesních školkách, financovaná ze státních rozpočtů (DUŠEK 1989; NÁROVEC 1995⁺⁺), neboť se mimo jiné předpokládalo, že oblastí sektorového technologického školkařského výzkumu, technického vývoje a veškerých inovací kolem soustav obhospodařování půd ve školkách se ujmou nově založená profesní sdružení (cechy, spolky, korporace). Tato očekávání se ovšem nenaplnila (MAUER 1998, 2000; JURÁSEK 1996, 2001; NERUDA a ŠVENDA 2000). Návrhy na zavedení systematické agrochemické půdní kontroly (NÁROVEC, ŠACH a JURÁSEK 1995⁺⁺ aj.) ve školkách po vzoru minulých zkušeností s *půdní kontrolou* upadly v zapomnění. Kladem tehdy (1995) bylo, že APK si našla některé individuální příležitosti k realizacím v rámci pověření MZe s názvem *Expertní a poradenská činnost v oboru lesního školkařství a zalesňování* (blíže o této podpoře hospodaření v lese prostřednictvím služeb, zajišťovaných pro správce lesa odbornými útvary VÚLHM, viz např. JURÁSEK 2001, 2003; NÁROVEC 2003* a další).

⁴⁸ *Metodický pokyn pro rozborů půd v lesních školkách*, který byl publikován v edici Bulletin technicko-ekonomických informací TEI č. 1/85 (DUŠEK 1985) se výnosem MLVH ČSR (Č. j. 18726/ORLH/26/OPV/86 ze dne 21. ledna 1986 stal pro státní organizace lesního hospodářství plně závazný. Organizacemi pověřenými prováděním rozborů půdních vzorků ze školek byly určeny pedologické zkušební laboratoře VÚLHM Jiloviště-Strnady a ÚHÚL Brandýs nad Labem. Laboratoře obou pracovišť tehdy ke stanovení obsahu rostlinám přístupných živin v půdě používaly výluh 1% kyselinou citronovou, ale nedisponovaly potřebnou kapacitou.

⁴⁹ Pro účely zákona č. 252/1997 Sb., *o zemědělství* se školkou rozuměla „zemědělsky obhospodařovaná půda, na které se pěstují školkařské výpěstky ovocných a okrasných druhů, révy vinné včetně podnožového rozmnožovacího materiálu, sadba chmele a lesních dřevin, s výjimkou školek lesních dřevin založených v lese pro vlastní potřebu k obnově lesa“.

Při zpětném ohlednutí na spektrum poradenských aktivit VÚLHM – VS Opočno, které se za období 1995 až 2011 týkaly analýz půd pro školkařský sektor, se nelze ubránit konstatování, že školkařská praxe o terénní služby typu APK od VS Opočno projevovala zájem hlavně v letech 1997–2002, kdy mnozí vlastníci lesních školek (většinou lesnicko-dřevařské akciové společnosti) uvažovali o rozšíření svých provozů také na ZPF (tehdy VÚLHM – VS Opočno každoročně zpracovávala nejméně 5–6 studií tohoto zaměření). Po četných majetkových a vlastnických fúzích jednotlivých akciových společností do větších (vč. holdingových) celků, ke kterým docházelo zejména kolem přelomu milénia, poptávka po službách APK (směřovaná na VÚLHM – VS Opočno) radikálně poklesla. Následující dekádu (2003–2012) pracoviště participovalo na službách APK pouze okrajově (resp. jen u cca 10 případů lokálních lesních školek)⁵⁰. Dominantní tuzemští pěstitelé a uživatelé SMLD si už tehdy zavedli vlastní systémy sběru a vyhodnocování dat o kvalitě obhospodařovaných půd na jednotlivých školkařských polích⁵¹. Tato data jsou ale neveřejná a nemohou tedy být využita k statistickým analýzám či k odhadu strategických trendů ve vývoji ukazatelů půdní úrodnosti na školkařsky využívaných pozemcích.

Možná by oprávněnost hypotéz o prohlubující se degradaci půd a o snižování kvality půd v lesních školkách během uplynulého 25letého hospodaření v pronajímaných školkařských objektech exaktně doložila a kvantifikovala teprve případná nová (opakovaná) ambulantní pedologická šetření, která by metodicky a analyticky korektně navázala na předchozí etapy stanovení aktuálních hodnot vybraných indikátorů půdní úrodnosti v lesních školkách z období do přelomu tisíciletí. To, že není takový proces ani v případě dostatku exaktních dat snadno doložitelný, potvrzují nedávná šetření na zemědělských pozemcích (NĚMEC 2015, s. 51), kde existuje více analyticky využitelných dat z předchozích etap AZP/AZZP. Je možné, že případná nová šetření v lesních školkách by stejně jako ta nynější na ZPF (ibid.) naznačila jen prohlubující se rozklad trvalejších forem organické půdní hmoty jako důsledek preferencí téměř výhradně aplikovaného operativního hnojení především dusíkatými hnojivy, a to aniž by aplikační agrární a lesnická školkařská praxe věnovala pozornost aspektům základního hnojení půdy vápenatými, hořečnatými, draselnými a fosforečnými hnojivy jako ústředním krokům dlouhodobé péče o základy půdní úrodnosti.

Že vztah provozovatelů lesních školek k obhospodařovaným půdám prochází hlubokou krizí (a to přinejmenším celé dvě předchozí dekády, jak na to poprvé ve své práci upozornili např. MAUER a MAUEROVÁ 2011) lze ovšem odvozovat i z řady vedlejších (nepřímých) indicií, než jakými jsou poznatky z opakovaných výsledků půdních analýz na týchž produkčních polích. Realitou ovšem je, že ucelené soubory dat pedologických průzkumů v lesních školkách dnes nemá k dispozici žádná ze státních organizací (ÚHÚL, ÚKZÚZ), ani výkonné orgány státní správy (MZe, MŽP), ani resortní výzkumné instituce (VÚMOP, VÚLHM, VÚKOZ atd.) či některá univerzitní a akademická pracoviště.

⁵⁰ Přehled lesních školek, kde VÚLHM – VS Opočno v letech 2003–2022 realizovala posouzení podmínek výživy SMLD přináší samostatná kap. *Seznam poradenských zpráv a studií pro provozní praxi*. Jednalo se zejména o lesní školky v obcích/lokality (vč. *místního označení*) jako je *Čejkovka* (Rakovnicko), *Buková* (Protivanov), *Holedeč* (Žatecko), *Nectava* (Svitavsko), *Čtyrák a Košínář* (Plzeň-Bolevec), *Nesperská Lhota* (Vlašimsko), *Nekoř* (Orlickoústecko), *Zábrodí* (Náchodsko) a lesní školky, náležející pod správu podle § 3050 občanského zákoníku zapsaného ústavu Suchopýr (Oldřichov v Hájích, školky s působností pro Jizerské hory).

⁵¹ Je pravděpodobné, že hlavní podíl požadavků školkařské provozní praxe na půdní rozborů byl po roce 2002 směřován na privátní Laboratoř se sídlem ve VÚLHM – VS Opočno, kterou zde od roku 1994 provozuje jako OSVČ Ing. Josef Tomáš. Z mnoha indicií lze odvodit, že data k posouzení vývoje indikátorů půdní úrodnosti ve školkách existují, avšak disponují s nimi výhradně jen subjekty, které rozborů do laboratoří zadávaly. Stejná situace je ostatně i u informací o uplatňovaných soustavách hnojení. Většinou z nich lze jen obtížně odvodit, podle kterých pravidel a zásad školkařská praxe připravuje a realizuje použití hnojiv v lesních školkách.

Realitou současné tuzemské školkařské praxe při pěstování PSM je i to, že jednotlivé provozy používají naprosto **individualizované soustavy hnojení**. U některých z nich je míra (podíl) vnášení dávek hnojivých látek (hnojiv) na školkařská pole pomocí operativních hnojařských zásahů možná natolik dominantní, že ani nepotřebují při svém plánování vycházet ze znalostí závěrů pedologického průzkumu. Žádný rámec aktivního zjišťování a řízení úrovně podmínek a výživy rostlin hnojením, známý z tradiční agronomické praxe u polních plodin, takové školky neuplatňují. Jde u nich často jen o intuitivní aplikace hnojiv, motivované nutností dosažení potřebných morfologických parametrů, při kterých je expedovaný SMLD prodejný odběratelům, a to za splnění podmínky co nejkratšího pěstebního cyklu. V tomto přístupu se popsaná školkařská praxe také nejtěsněji přiklání k modelům, známým též ze soudobé zemědělské praxe hospodaření na pronajímaném půdním fondu (NĚMEC 2015). Zde rovněž k dosažení potřebného výnosu plodin často poslouží především jen vícesložková hnojiva s obsahem dusíku, aplikovaná několikrát ve vegetační době tzv. *na kulturu* (tj. v tradiční agronomii a jejím názvosloví tzv. *na list*). Není to systematická péče o základy půdní úrodnosti (tedy úsilí o dosahování tzv. *staré půdní síly*) ve výkladech moderních a vědecky zdůvodněných agrárních soustav hnojení, které v minulosti předložili např. KOLAŘÍK (1959), BAIER (1979), JURČÍK (1984), VANĚK (1992), RICHTER (1994), NERAD et al. (1996), VANĚK et al. (2012), PAVLŮ (2018) a další.

Důsledkem naznačených (a v rovině tohoto kritického rozkladu také daty neprokázaných a jen pravděpodobných) praktik⁵² mohou být např. mimořádně diferencované výsledky případných analýz půd v jednotlivých lesních školkách. Projevem dlouhodobého zanedbávání meliorace půdy pomocí vápenato-hořečnatých hnojiv to jsou např. zjištění výměnné půdní reakce jen na hodnotách v rozmezí 3,0 až 3,5 pH v KCl u půd na Drahanské vrchovině (NÁROVCOVÁ a NÁROVEC 2012⁺⁺). Stejně znepokojují jsou u lesních školek (kdekoliv v ČR) i častá potvrzení nenasycenosti sorpčního půdního komplexu bazickými kationty (hodnota V jen v rozmezí 20 až 46 %). Nepříznivě vysoká půdní kyselost transformuje (retrograduje) fosfor do rostlinám nedostupných sloučenin a forem. Není přitom ojedinělé (NÁROVEC 2010⁺⁺), že absence základního hnojení půd fosforečnými hnojivy v lesních školkách poté směřuje k poklesům (ke „zvrtnutí“) rostlinám přístupných forem fosforu až na hodnoty pod 5 mg P na 1 kg půdy (zde v hodnotách stanovených ve výluhu mléčnanem vápenatým dle Egnera). V neposlední řadě hlavní změnu ve výsledcích půdních rozborů lze dnes objevovat hlavně u obsahu humusu (resp. spalitelného uhlíku) ve svrchních ornících obhospodařovaných školkařských polích. Údaje o 4,2–9,6% podílu humusových látek v půdách školek (které pro vybrané lesní školky Libereckého kraje uváděl před lety např. NÁROVEC 2006*, s. 44) jsou dnes vesměs jen iluzorními (a obtížně znovu dosažitelnými) hodnotami. Obvyklejší jsou podíly H_{ox} v půdě i hluboko pod minimální 3% hladinu, tradičně ve školkách požadovanou u běžných konceptů pěstování PSM na minerálních půdách (cf. PEŘINA 1963).

⁵² Jedním z důvodů malého využívání exaktních metod půdní diagnostiky (které jako návody pro provozní praxi publikovali např. SÁŇKA a MATERNA 2004; VOPRAVIL et al. 2014; NÁROVCOVÁ et al. 2016*; SMATANOVÁ 2020; NOVOTNÝ a ČIHÁK 2021 a jiní) může být i časté střídání nájemců a provozovatelů školkařských zařízení i souběžné obměny výkonných lesních školkařů. Pak se nelze ani divit, že se k aplikacím hnojiv ve školkách přistupuje bez zřetele na aktuální stav chemismu a struktury půd (nová pedologická šetření ve školkách se neprovádějí a výsledky již dříve realizovaných průzkumů půd si lesní školkaři navzájem nepředávají). Obvyklejší je, že se aplikuje tzv. *hnojení naslepo*, tj. realizují se aplikace hnojiv odvozené (odhadované) od dřívějších individuálních zkušeností jednotlivých lesních školkařů. Pak bývá (obrazně) „sázkou na jistotu“ spíše používání komplexních vícesložkových hnojiv s obsahem dusíku (N), fosforu (P), draslíku (K) a eventuálně s podílem dalších důležitých makroživin (Mg, Ca, S) či mikroelementů než trpělivé doplňování nedostatkových minerálních živin do iontovýmenného (sorpčního) půdního komplexu (resp. do tzv. půdních zásob) základním hnojením s využitím spíše jednosložkových hnojiv (DUBSKÝ 2020, s. 12–16).

4.5 VYBRANÉ OKRUHY PROBLÉMŮ PŘI PÉČI O PŮDY

V obecné rovině se naše tuzemské lesní školkařství a úkoly při zajišťování fertility půd na školkařských polích zase až tolik neliší od úkolů (chceme-li, pak výzev), před kterými stojí celý tuzemský agrokomples. Aktuálně v obou případech do popředí vystupují problémy s půdní erozí, tedy úkol předcházení **odnosu půdních částic** a transportu živin ze školkařských polí. K odnosu půdních částic mimo pozemek dochází vodní a větrnou erozí, ve školkách navíc i prostřednictvím transportu ulpělých částic půdy na kořenech PSM během expedice SMLD na zalesňované plochy (nejedná se přitom o zanedbatelná množství zeminy; odnos půdy na kořenech sazenic může představovat i 5 až 35 tun zeminy v přepočtu na 1 ha). Vážným problémem ve školkách i na ostatních hospodářských plochách, po kterých přejíždějí stroje a jejich tažné prostředky, zůstává **pedokompakce** (zhuťování půdních profilů). Společným problémem je **acidifikace půd** (okyselování obhospodařovaných půd) a také **jejich** postupná **dehumifikace** (snižování podílu humusotvorných organických látek ve svrchních půdních horizontech), což vede ke zhoršení řady návazných chemických a fyzikálních půdních vlastností včetně např. jejich schopnosti zadržovat vodu atd. Proto je tak důležité zdůrazňování péče o půdní strukturu (vč. ochrany půdy před zhuťováním) a rovněž apelace na minimalizaci možné nežádoucí environmentální zátěže pozemků školek a polí v důsledku luxuriantního (nad)užívání průmyslových hnojiv a pesticidů. Pro soudobou školkařskou praxi význam těchto doporučení neztratil nic ze své naléhavosti, nicméně jako ještě daleko závažnější moment se ukázala být v agrokomplesu i další okolnost, totiž **přímý a reálný vztah hospodařících subjektů k samotné půdě jako takové**, neboť je pilířem a součástí kontinuity našeho bytí na planetě Zemi (cf. BÁLKOVÁ et al. 2020).

I v dnešní moderní době nadále platí, že reálný vztah k půdě lze očekávat zejména u jejích reálných vlastníků, resp. tam, kde se půda a hospodářská zázemí pro její obdělávání dědí z generace na generaci (rodinné farmy). Ale ani za těchto ideálních (zde idealizovaných) poměrů se problémy majetkům a hospodářstvím s přímým vlastnictvím půdy na venkově nevyhýbají. Producenti zemědělských komodit dnes bývají pod mimořádným ekonomickým tlakem odběratelů. Jakkoliv bychom od nich (vlastníků půdy) přirozeně očekávali šetrnou péči o půdu a životní prostředí, realita hospodaření bývá místy poněkud odlišná. Především koncoví uživatelé potravin a zemědělských produktů vlastníků nebo pronajímatelům půdy takovou péči dnes v ČR rozhodně zaplatit nedokáží. Deformované systémy evropských a národních dotací do zemědělství a další ekonomické nástroje v agrokomplesu často přímo podporují hospodaření a uplatňování praktik, které půdu poškozují. Nešetrné hospodaření vůči půdě, resp. jen slabá podpora zadržování vody v krajině atd., je totiž z hlediska odbytu zemědělských produktů daleko konkurenceschopnější (DLOUHÝ a URBAN 2011). Ve svém důsledku je ale zaplatíme všichni až později (a to teprve až bude nezbytné odstraňovat důsledky nešetrné péče o půdy z prostředků a rozpočtů celé společnosti)⁵³. Souběžně je nutné zmínit i změny v nazírání společenství zemí EU na environmentální důsledky intenzivních způsobů pěstování a hnojení rostlin. Poptávka po udržitelném rozvoji venkova, po účinné ochraně půdy před degradací a devastací, po snižování zátěže přírodních zdrojů a po zmírňování rizik kontaminace složek životního prostředí agrochemikáliemi vyústila i u nás do rozšiřování různorodých variant tzv. *ekologického zemědělství* (EZ), masívně podporovaného evropskou *Společnou zemědělskou politikou* (SZP).

⁵³ „Dnes dosahovaný výnos je pro člověka rozhodně cennější než výnos budoucí; později přicházející škoda se jeví méně zlou než škoda současná. Tento lidsky pochopitelný myšlenkový pochod nese bohužel odpovědnost za mnohé nebezpečné a těžko řešitelné problémy současnosti.“ (cit. ZDENĚK POLENO 1997: *Trvale udržitelné obhospodařování lesů*. 1. vydání. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR v nakladatelství Agrospoj: s. 5–6).

4.6 PERSPEKTIVNÍ SOUSTAVY HOSPODAŘENÍ NA PŮDÁCH

Devastace krajiny a snížení druhové a genetické diverzity v rámci zájmových (agrárních a lesních) ekosystémů jsou jednou z dobře viditelných negativních konsekvencí soudobého konvenčního zemědělství a dřevoprodukčně orientovaného lesního hospodářství. V dnešní zemědělské krajině a v hospodářských lesích je biologický život rostlinných a živočišných organismů (včetně půdního edafonu) často natolik zjednodušený, že mnohé ekosystémové funkce jsou zeslabeny (MACKOVÁ a ELHOTTOVÁ 2017). Půda s redukovanou schopností samoregulace se nutně k tomu, aby poskytovala výnos, stává závislá na vnějších vstupech. Těmi jsou nejen organická hnojiva, ale především agrochemikálie (průmyslová minerální hnojiva, ale také pesticidy). Mnohé tyto prostředky (agrochemikálie) k vyšší biodiverzitě ale nepřispívají. Často naopak nesou vinu na **snížení biodiverzity** obhospodařovaných pozemků, resp. stojí za poškozováním (degradací) půdy a ohrožováním života v ní.

Proto již dnes nelze oddělovat problematiku volby soustav hospodaření na půdách, soustav hnojení a systémů výživy a ochrany rostlin od úsilí přispět k řešení problémů s biodiverzitou agrárních a lesních stanovišť (cf. SŮVOVÁ 2018). Argumenty pro zachování a rozšíření biologické diverzity na všech přírodních i člověkem obhospodařovaných pozemcích nyní v souvislostech s hrozbami GKZ významně posilují. A to jak na evropské úrovni (viz ambiciózní ekologické programy a doktríny, vycházející ze „*Zelené dohody pro Evropu*“⁵⁴, vč. nové strategie EU pro lesy do roku 2030), tak v aplikačních dokumentech národní úrovně (MŽP 2015, 2017 aj.). Nevyhne se jim do budoucna ani tuzemské lesní školkařství⁵⁵. Pro pěstitelé SMLD a pro aktéry uvádění RMLD do oběhu u nás bude prozíravé, pokud již nyní začnou vyhledávat **perspektivní rozvojové směry** pro stabilizaci hospodaření na půdách a zvýšení tak konkurenceschopnosti svého podnikání. Z iniciativ a dalších programů *Zelené dohody* je již nyní plně zřejmý budoucí důraz na ekologii a udržitelné hospodaření (nepřebíj-li tyto ambice ovšem jiné důležitější okolnosti). Nelze nezmínit, že existují rovněž oprávněné obavy, že by rigidní naplňování některých z evropských doktrín, programů a iniciativ mohlo rychle znamenat i nechtěný začátek úpadku dosud konkurenceschopných úseků našeho průmyslu, zemědělství a LH. Kritické komentáře vůči (obrazně) bezhlavému přijímání nejrůznějších závazků, aniž by byly předem zpracovány dopadové studie na zájmové (agrární a lesní) ekosystémy, lokální trhy a národohospodářské zájmy jednotlivých zemí EU vyslovují i mnozí zástupci Agrární komory ČR a další zemědělské odborníci (viz DOLEŽAL 2020, 2021; PONDĚLÍČKOVÁ 2021, VOKŘÁL 2020; PENZEŠOVÁ 2021 a jiní).

4.6.1 Obecná vize udržitelného hospodaření na půdách

Nevýhoda současného ekonomického systému v konvenčním zemědělství je ta, že cena jeho produktů neodráží skutečné náklady. Ty koncoví uživatelé v ceně potravin a produktů neplatí. Není v ní zakalkulováno mnoho faktorů (tzv. externalit), jejichž hodnota je v penězích velmi těžko vyjádřitelná. DLOUHÝ a URBAN (2011, s. 21–22) ve své studii uvádějí, že „v *současném ekonomickém systému se mnohdy nutnost dosažení zisku a ohledy na životní prostředí*

⁵⁴ *Zelená dohoda pro Evropu* (uvádí se též jako *Zelený úděl*, zkráceně *Zelená dohoda*, *Green Deal* apod.) je jedna z šesti priorit týmu předsedkyně Evropské komise (EK) Ursuly von der Leyenové na období 2019–2024. Smyslem tohoto plánu je, aby Evropa přestala přispívat ke GKZ. Dohoda se vztahuje na mnohá odvětví a oblasti hospodářství členských zemí EU. Zejména přinese razantní dopady na dopravu, na energetiku a na průmyslová odvětví. Ale nemalým podílem dolehne také na zemědělství, neboť to k emisím skleníkových plynů rovněž přispívá. EK prostřednictvím *Zelené dohody* postupně členským zemím předkládá různě zaměřené iniciativy.

⁵⁵ Zejména ta část školek, která využívá modely finančních podpor typu jednotných plateb na plochu (SAPS).

navzájem vylučují“. To, co je ekonomicky výhodné pro zemědělského podnikatele, je často málo výhodným řešením pro životní prostředí. Krátkodobé ekonomické zájmy jednotlivých podniků tak z pohledu tvorby a ochrany životního prostředí neodpovídají dlouhodobým celospolečenským zájmům. Dnešní industriální (konvenční) zemědělství je vesměs závislé na energetických vstupech zvenčí. Produkční (i biologické a ekologické) problémy v rostlinné výrobě v minulosti agrokomples často řešil hlavně agrochemikáliemi. Globální problémy industriálního zemědělství jsou proto při obhospodařování půdy například tyto disproporce:

- závislost na fosilní energii,
- závislost na neobnovitelných zdrojích fosforu a drasla,
- vyplavování živin (především transport dusíku a fosforu do vod),
- akumulace rizikových prvků v orné půdě (např. kadmia),
- nadlimitní půdní eroze,
- snižování biodiverzity.

Ekologické zemědělství (EZ) je naopak definováno jako vyvážený agroekosystém stabilního charakteru, který se v maximální míře zakládá na lokálních a obnovitelných zdrojích a který využívá v co největší možné míře biologické procesy ekosystému. Ekologické zemědělství je uznávanou metodou zemědělské produkce, která splňuje (v porovnání s konvenčními přístupy) mnohem úspěšněji podmínky udržitelného rozvoje. V EZ je příroda brána jako jednotný celek se svojí vnitřní hodnotou. Člověk musí mít morální povinnost a závaznou odpovědnost hospodařit takovým způsobem, aby se kulturní krajina stala pozitivní a harmonickou součástí přírody. Biologické a ekologické ohledy pak jsou základem všech praktických aplikací a hospodářských opatření EZ (včetně udržitelného hospodaření na půdách lesních školek)⁵⁶. Cílem EZ je zachovat **přírozenou úrodnost půd**, vytvořit kulturní krajinu druhově bohatou, současně s genetickou rozmanitostí uvnitř druhu a se zajištěnými životními podmínkami pro všechny živé organismy (DVORSKÝ a URBAN 2014). EZ při hospodaření s přírodními zdroji ctí pravidlo, aby nedocházelo k negativnímu ovlivňování životního prostředí všech organismů (včetně půdního edafonu). Na úseku stabilizace půdní úrodnosti je záměrem dosáhnout maximální recyklace živin (právě pomocí činnosti edafonu, jakož i rozkladu a syntézy organické hmoty v půdě).

V souvislosti s půdou a jejím obhospodařováním se také hledají postupy, které by posuzovaly a zhodnotily *udržitelnost* (angl. *sustainability*) soustav hnojení a hospodaření na půdách. Některé tuzemské studie se o to pokoušejí pomocí metod termodynamické a informační teorie (např. NĚMEC 2015). Udržitelnost půdní úrodnosti v takových případech bývá definována (ibid.) jako **dlouhodobé setrvání** vybraných indikátorů půdní úrodnosti buď **v definovaných mezích**, nebo jako jejich setrvání v limitech, daných základními fyzikálními zákony (zákony termodynamiky). V tuzemské praxi mohou být za indikátory stavu půdní úrodnosti zcela pragmaticky brány výsledky AZPP (SMATANOVÁ 2020), kritéria ze systémů komplexního hodnocení půd (cf. JANDERKOVÁ et al. 2000, SÁŇKA a MATERNA 2004 aj.), v případě lesních půd pak mohou pro komparaci posloužit data předchozích průzkumů podmínek výživy dřevin (např. HRUŠKA a CIENCIALA 2005; FIALA et al. 2013; ŠRÁMEK et al. 2014 atd.).

⁵⁶ Principy, zásady a požadavky tzv. ekologického obhospodařování pozemků a chovu hospodářských zvířat vycházejí ze zákona č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a o změně zákona č. 368/1992 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů. V ČR tento zákon přímo na pěstování SMLD v lesních školkách pravděpodobně dosud aplikován nebyl (ale možnost spadat pod působnost zákona o ekologickém zemědělství zřejmě není u pěstování SMLD principiálně vyloučena).

4.6.2 Obnova individuálního vztahu k půdě a krajině

U industriálních přístupů v rostlinné a v živočišné výrobě hrozí, že se půda stane neplodnou a že razantně poklesne její druhová rozmanitost (biodiverzita). Ekologické souvislosti proto musejí najít své zastánce ve všech oblastech nakládání s živými organismy a půdou, tedy i v komerčním (průmyslovém) lesním školkařství. „*Musíme sami sebe začít chápat jako součást společenství organismů a znovu navázat vztah k živému přírodnímu prostředí, který se bude zakládat na respektu.*“ (cit. GERSTMEIER a MILTENBERGER 2020, s. 167–168). To je základním přínosem obnoveného vztahu hospodáře k půdě, k biodiverzitě a ke krajině. Může se projevovat i tím, že jako hospodáři přijmeme za vlastní celou řadu individuálních pravidel. Soubor takových pravidel se poté běžně v praxi hospodářských subjektů prezentuje jako přijatý a respektovaný (vyžadovaný) podnikový *etický kodex*. Interní **etické hledisko** tohoto druhu a zaměření (týkající se hospodaření na půdách) může znít například takto:

Vůle hospodařit na svěřených pozemcích odpovědně vůči budoucnosti se musí projevovat zamítnutím takových hospodářských praktik, které by na dnešním stupni poznání vytvářely (tj. přímo představovaly) či jen na principu předběžné opatrnosti nepřímou signalizovaly riziko, že v dlouhodobém měřítku nebudou podporovat rozvoj života (biodiverzity) v půdě.

4.6.3 Předpokládané budoucí změny

Lze empiricky odvodit, že u realizací pěstitelských systémů a obecně při obhospodařování půd v lesním školkařství do popředí vystupují čtyři hlavní hodnotové varianty využívání (a pojetí) půdy:

- Půda jako předmět systematické a nadstandardní (komplexní) udržitelné péče. Plně se při tom respektuje zásada, že půda je odkazem předchozích generací a závazkem vůči generacím příštím. Respekt k půdě vyvěrá z vnitřního osobního přesvědčení každého hospodáře (nejlépe i vlastníka produkčních pozemků), že všechny přírodní zdroje (půda, voda, ovzduší atd.) takovou naši péčí vyžadují, neboť je máme jen krátkodobě (a dočasně v měřítku střídání lidských generací) propůjčeny k užívání.
- Půda jako předmět systematické udržitelné péče v měřítcích mantinelů, které vymezují platné legislativní předpisy, dotační a jiná závazná pravidla hospodaření na půdách. Ohledy na půdu jsou ohraničeny vnějšími rámci vyžadovaných závazných pravidel. Mohou to být ustanovení *zákona o hnojivech*, požadavky *nitratové směrnice*, závazky pro *dobry zemědělský a environmentální stav (DZES)*, zásady *Cross Compliance* atd.
- Půda je na prvním místě chápána jako výrobní prostředek a při jejím využití převládají (na úkor preferencí environmentálních ohledů) především pragmatická hlediska např. ekonomické výhodnosti u volby příslušných (především jen krátkodobě výhodných) pěstitelských systémů a realizovaných opatření.
- Půda jako historický (kulturní) a přírodní útvar je při hospodářském využívání více méně ignorována, netěší se soustředěnému zájmu a ohledů svých uživatelů.

Vedle zdůrazňování individuálních přístupů hospodářů k půdě je zapotřebí poukázat (#1) také na dnes již nezanedbatelnou preferenci EZ a na **zohledňování environmentálních souvislostí** u všech aktivit (vztahů) v přírodních a kulturních společenstvech, stejně jako je nutné

upozornit (#2) na provázanost produkčních a pěstitelských agrárních systémů, které jsou při pěstování rostlin a dřevin aplikovány v proměnlivých podmínkách, s Evropskou komisí propagovanými environmentálními, ekonomickými a sociálními pilíři daných odvětví.

Závazné dokumenty, platné po roce 2022 pro příští období Společné zemědělské politiky (SPZ), budou zveřejněny teprve až za několik měsíců. Pokud se má v příštím desetiletí v našem LH naplňovat vize smluvního pěstitelství podle *Strategie resortu Ministerstva zemědělství České republiky s výhledem do roku 2030* (cf. MZE 2016, s. 77), pak je to pro lesní školkařství také mimořádná příležitost nesetrvávat pouze v konturách soudobých modelů intenzivního či tradičního hospodaření. Naopak vzniká také pro tuzemské lesní školkařství šance (obrazně) *rozkročit se* a hledat v alternativních postupech, respektujících zásady EZ, inspiraci pro konverzi na některé alternativní programy pěstování SMLD. Může to být i tzv. pěstování „na míru“, a to v přímé vazbě na konkrétního finálního odběratele SMLD a podle jím upřesněných (dopředu smluvně daných) požadavků. Jestliže před 6 lety (NÁROVEC 2016a-c*) mělo význam apelovat na provozovatele lesních školek ze zorného úhlu aktuální potřeby vyššího důrazu na realizaci půdoochranných, vodochranných a protierozních opatření ve školkách, pak dnes již ztrácí taková doporučení (obrazně) na *apelační razanci*, neboť se mnohá dílčí půdoochranná a protierozní opatření mezitím již stala předmětem i legislativních předpisů či jiných závazných norem (viz např. vyhláška č. 240/2021 Sb., která se zkráceně označuje jako tzv. *protierozní vyhláška* a jejíž účinnost započala od 1. 7. 2021).

Registrovaní *zemědělství podnikatelé* dosud sice školky v LPIS⁵⁷ (evidence využití zemědělské půdy podle uživatelských vztahů podle § 3a a odstavců následujících zákona č. 252/1997 Sb., *o zemědělství*) evidují jako samostatný druh trvalé kultury⁵⁸, nicméně tato specifická poloha školkařských provozů vůči pravidlům hospodaření na orných půdách, DZES/GAEC či vůči jednotným platbám na plochu zemědělské půdy (zkr. SAPS z angl. *Single Area Payment Scheme*) se může relativně snadno a rychle změnit. Zejména se tato poznámka týká relativně snadných úprav u pravidel hospodaření na půdách formou doplnění závazných podmínek pro získávání některých forem národních finančních podpor a dotací. Takové změny je možné realizovat operativně z roku na rok i bez předchozích podpůrných direktiv EU. Nástrojem prosazování DZES ve výrobní praxi pak je i u nás tzv. *kontrola podmíněnosti*. Předpokládá se také, že ve spojení s budoucí SZP brzy dojde (již v příštím cyklu SZP v letech 2023–2027)

⁵⁷ LPIS slouží jako přehledová databáze pro ověřování údajů uvedených zemědělskými podnikateli v žádostech o dotace, které mají vazbu na zemědělskou půdu a určení její přesné výměry. Údaje se evidují v jednotlivých vrstvách geografického informačního systému (GIS) a dají se zobrazit zvlášť, event. i najednou. Hledáme-li rozdíl mezi katastrem nemovitostí (KN) a evidencí půdy v LPIS, tak katastr sleduje vlastnické hranice pozemků, LPIS pak zachycuje skutečné užívání zemědělské půdy. Základní jednotkou evidence půdy je *půdní blok* (PB), který je vymezený fyzickými hranicemi v terénu. Proto se u něj neeviduje uživatel plochy. Přirozenou hranici půdního bloku tvoří např. vodní toky, lesní porosty, dopravní síť a městská zástavba. V ploše evidovaného PB nesmí být žádná nezemědělská část (např. vegetací zarostlá/neužívaná území) ani prvky vytvořené člověkem (zahrady, stavby atd.). V LPIS jsou dále evidovány *díly půdních bloků* (DPB), a to podle uživatele DPB a druhu zemědělské kultury, která se na DPB nachází. Stejně jako PB nesmí DPB obsahovat nezemědělské nebo zemědělsky neužívané plochy (ex RAJLIHOVÁ 2021).

⁵⁸ Rozdělení zemědělských kultur v LPIS vychází z definic, uvedených v čl. 4, odst. 1 nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1307/2013 (v platném znění), ze kterých je odvozena základní kategorizace a evidenční rozdělení zemědělských kultur: orná půda; trvalý travní porost; trvalá kultura; ostatní kultura. V LPIS evidované druhy zemědělských kultur jsou stanoveny v § 3 odst. 1 nařízení vlády č. 307/2014 Sb., o stanovení podrobnosti evidence využití půdy podle uživatelských vztahů, a to následovně: Ornou půdou se rozumí standardní orná půda (v LPIS zkr. R), úhor (U) a travní porost na orné půdě (G). **Školky** (K) náležejí mezi trvalé kultury stejně jako např. vinice (V), chmelnice (C), ovocné sady (S), výmladkové plantáže rychle rostoucích dřevin (D) či jiné trvalé kultury (J). Mezi ostatními kulturami se evidují např. rybníky (B), zalesněná půda (I), mimoprodukční plochy (M) atd.

k dalším úpravám nařízení Evropského parlamentu (EP) a že dosud užívaná kategorizace druhů zemědělských kultur se pravděpodobně rozšíří o nové kategorie. Podle EK se nyní za zemědělsky obhospodařovanou půdu nepovažují takové plochy, na kterých nejsou pěstované rostliny svým kořenovým systémem přímo spojeny s půdou. V praxi jsou to např. pěstební plochy pro pěstování rostlin v pěstebních obalech (slangově uváděné jako tzv. *kontejnerovny*), plochy s květináči, s pěstební rámy atd., betonové vany ve sklenících, zařízení pro hydroponii, trávnické koberce na rohožích; v lesních školkách jsou to plochy pro dopěstování KSM technologií „*na vzduchovém polštáři*“ apod. S budoucí SZP je možné, že i tyto plochy budou moci být zaevidovány v LPIS pro účely čerpání finančních prostředků ze speciálních dotačních titulů (viz RAJLICOVÁ 2021).

V souvislosti s předpokládaným budoucím cílovým managementem půdní úrodnosti probíhá připomínkování osnovy a hlavních bodů iniciativy Evropské komise s označením „*Zdraví půdy – ochrana a obnova půdy a udržitelné hospodaření s půdním fondem*“ (https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13350-Zdravi-pudy-ochrana-a-obnova-pudy-a-udrzitelne-hospodareni-s-pudnim-fondem_cs)⁵⁹. Evropská komise tak zahájila práce na vzniku právního rámce pro ochranu půdy v rámci země EU. Vznik tohoto legislativního návrhu byl již primárně oznámen ve *Strategii EU v oblasti půdy do roku 2030*. Cílem bude specifikovat podmínky pro zjištění tzv. zdravé půdy, určit možnosti monitorování indikátorů půdní úrodnosti (fertility) a stanovit pravidla k zajištění udržitelného využívání půdy a její obnovy. Závazné přijetí dokumentů ze strany EK je naplánováno až na 2. čtvrtletí 2023.

4.7 NOVÉ I STARŠÍ LITERÁRNÍ ZDROJE

Z pohledu primárních východisek, která přímo předurčují výběr soustav hnojení a volbu konkrétních hospodářských rozhodnutí (vč. naplánování a realizaci hnojařských opatření) v lokálních poměrech dané lesní školky, je důležité také zmínit a podtrhnout fakt, že během posledních 10 let dostala odborná (školkařská) veřejnost k dispozici několik velmi cenných informačních pramenů, ze kterých může čerpat jak (#1) nejnovější vědecké poznatky z oborů environmentální (agro)chemie a půdoznalství, tak (#2) nová metodická doporučení optimálních postupů hnojení při pěstování rostlin, popř. (#3) rozšiřující analytické podklady pro provozní hnojení a péči o půdu.

Jsou to především hodnotné učební texty vysokoškolských studijních oborů zemědělského a lesního inženýrství (MAUER 2013a, 2013b; PODRÁZSKÝ et al. 2015; PAVLŮ 2018 atd.) a dále některé certifikované metodiky pro lesnickou praxi (KUČERA, VAVŘÍČEK et al. 2017; BALÁŠ, NÁROVCOVÁ et al. 2018; NÁROVCOVÁ et al. 2016*, 2020*, 2021*; NÁROVEC et al. 2017*). Navíc již tiskem či online také v poslední době vycházejí souborné publikace ze spektra témat a okruhů kolem vývoje lesního školkařství, obnovy lesních porostů, hnojení a péče o půdy, ekologického zemědělství, udržitelného hospodaření v lesích včetně vnášení melioračních a zpevňujících dřevin do lesních porostů, výroby a užití organických hnojiv, výživy a hnojení rostlin atd. (viz VANĚK et al. 2012; ŠRÁMEK et al. 2014; VOPRAVIL et al. 2014; DVORSKÝ a URBAN 2014; SVOBODA et al. 2015; SIMANOV 2015, 2016; FOLTÁNEK 2016; KACÁLEK et al. 2017; BÁLKOVÁ et al. 2020; ÚHÚL 2020, 2021; ZERA 2021 a jiné prameny).

⁵⁹ <https://eagri.cz/public/web/mze/lesy/lesnictvi/koncepce-a-strategie/ochrana-a-obnova-pudy-pravni-predpisy-eu.html>

Do popředí zájmu nyní vystupují také dvě přímo na pedologii zaměřené publikace, které jsou nepřehlédnutelné svojí obsahovou úrovní, ale stejně tak i kvalitou formálního (včetně typografického a obrazového) zpracování:

- REJŠEK K. & VÁCHA R. 2018. *Nauka o půdě*. 1. vydání. Olomouc, Agripriint: 527 s.
- VAVŘÍČEK D. & KUČERA A. 2017. *Základy lesnického půdoznalství a výživy lesních dřevin*. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 364 s.

Přímo je doplňují přinejmenším také dvě výpravné publikace našich předních vědeckých kapacit, věnované nejširším východiskům pro péči o krajinu, o vodu a o půdu:

- CÍLEK V., JUST T., SŮVOVÁ Z. et al. [11 autorů]. 2017. *Voda a krajina. Kniha o životě s vodou a návratu k přirozené krajině*. 1. vydání. Praha, Dokořán: 198 s.
- CÍLEK V., HLADÍK J., HAVEL P. et al. [15 autorů]. 2021. *Půda a život civilizací. Co děláme půdě, děláme sobě*. 1. vydání. Praha, Dokořán: 253 s.

Z uvedených publikací mohou THP lesních školek dnes načerpat bohatý teoretický základ a přehled nadčasových a nadregionálních východisek pro výběr vlastních podnikových soustav hnojení, pro stanovení zásad dobré agronomické praxe při obhospodařování a hnojení půd školkařských produkčních ploch a pro dlouhodobý (udržitelný) management půdní úrodnosti svých zájmových školkařských polí. Některé důležité souvztažné či komparativní okolnosti a lokální přístupy ke hnojení půd v lesních školkách pak (stejně jako dílčí historické souvislosti a nejdůležitější **vývojové aspekty úseku hnojení půd** a lesních dřevin) přibližují také tyto individuální starší prameny, které jsou důležité pro pochopení některých užších souvztažností a vývojových milníků u soustav hnojení v lesních školkách u nás, popř. v lesním hospodářství ČR obecně: MAŘAN (1934, 1935); NĚMEC (1942, 1948); ZAVADILOVÁ (1955, 1973); MATERNA a ZAVADILOVÁ (1958); PEŘINA (1963)⁶⁰; PEŘINA a DUŠEK (1961); PEŘINA a PEŠKA (1963); PEŘINA a MATERNA (1970); MLVH (1977); DUŠEK (1978, 1984, 1985, 1989, 1997); LEDINSKÝ (1970, 1974, 1975, 1987, 1988, 1991); ŠARMAN (1984); VYSTRČILOVÁ (1988); NÁROVEC (1995⁺⁺); SÁNKA a MATERNA (2004); VAVŘÍČEK (2011, 2012); KLEMENT et al. (2012); FIALA et al. (2013); ŠRÁMEK et al. (2014) a práce dalších domácích autorů.

* * *

⁶⁰ Jako úvodní etapu studia problematiky hnojení půd v lesních školkách na Výzkumné stanici Opočno lze označit období let 1961 až 1963. Bylo završené vypracováním oborové normy *ON 48 2351 Hnojení v lesních školkách* (PEŘINA 1963), která nacházela uplatnění v poměrech lokálních školek lesních závodů. Druhou etapu z let 1984 až 1989 (po 20letém intervalu) reprezentují výstupy od Ing. Vratislava Duška, CSc. (DUŠEK 1984, 1985, 1989), které akcentovaly změněné poměry centralizovaných školkařských provozů a také kvantitativní poptávku po sadebním materiálu během vrcholící imisní kalamity v bývalém Československu. Navazující třetí etapu výzkumu (z let 1990 až 1994) završila praktická metodická doporučení pro tehdy právě transformované a privatizované školkařské provozy (NÁROVEC 1995⁺⁺; DUŠEK 1997). Reagovala na radikální změny v analytické praxi u tuzemských pedologických laboratoří (půdních zkušeben) a přispěla k transformaci chemické laboratoře při Výzkumné stanici Opočno a k orientaci jejích služeb pro segment lesního školkařství (TOMÁŠ 2011). Čtvrtá etapa navázala znovu až po intervalu 20 let řešením projektu TA04021467 „*Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek*“ (v letech 2014–2017) a publikováním plánovaných (modelových a v jistém smyslu i pilotních) certifikovaných metodik pro provozní praxi (NÁROVCOVÁ et al. 2016*; NÁROVEC et al. 2017*).

5. PŮDOOCHRANNÁ OPATŘENÍ V LESNÍCH ŠKOLKÁCH

Péče o půdu zahrnuje široký okruh agronomických i agrochemických zásahů, mezi kterými dominuje optimalizace vzdušného a vodního půdního režimu odpovídajícím zpracováním půdy, zejména pak vydatné doplňování organické hmoty do orničního půdního profilu organickým hnojením, stabilizace půdní reakce vápněním a aplikacemi bazicky působících melioračních hmot (např. bazických mouček), všestranná podpora biologické činnosti půdních organismů (edafonu) a také zajištění optimálního obsahu živin v půdě (a další úpravy živinového režimu půd). Zanedbávání těchto ústředních bodů péče o půdu nelze ve školkách nikdy nahradit nebo vykompenzovat vyšší intenzitou *operativního hnojení*. Důležitou fyto-sanitární roli při tom sehrává také vhodně zvolená skladba pěstovaných dřevin, správné střídání pěstebních osnov (včetně pravidelného zařazování tzv. *zeleného hnojení*), lokálním poměrům adekvátní příprava a zpracování půd, rovněž všechny agromeliorační zásahy vedoucí ke zlepšení fyzikálních, chemických a biologických půdních vlastností atd.

Při ochraně půdy v lesních školkách je nutné zabezpečit nebo řešit zejména tyto úkoly:

- zabránit odnosu povrchové vrstvy půdy, který by způsoboval zmenšování hloubky jejího svrchního obdělávaného profilu,
- zabránit znehodnocování fyzikálních půdních poměrů,
- vyvarovat se agrochemických a dalších zásahů, které by vedly ke vzniku nepříznivých chemických a biologických půdních vlastností,
- zabránit zhoršování půdních vlastností opakovaným (dlouhodobým) pěstováním téže dřeviny na stejném pozemku,
- zabránit, aby se z půdy do vody (ale i do vzduchu) dostávalo nadlimitní množství škodlivin znečišťujících nebo jinak poškozujících životní prostředí, a to zejména v přímé souvislosti s hnojením půdy a rostlin, s chemickou ochranou rostlin nebo s užíváním závlahových zařízení ve školkách.

5.1 MINIMALIZOVÁNÍ ODNOSU PŮDY ZE ŠKOLKAŘSKÝCH POLÍ

Na rozdíl od konvenční zemědělské rostlinné výroby, kde na prvním místě do popředí zájmů ochrany půdy vystupují zejména opatření proti plošné a soustředěné vodní erozi, ve školkách problémy s vodní erozí většinou ustupují do pozadí, neboť při zakládání školek se obvykle velmi striktně respektoval požadavek na rovinný terén s podélným sklonem do 1–3 % (<2°). Způsob školkařského využívání takových pozemků při pěstování PSM v podmínkách *Lesoškolek* doprovázejí relativně nízké **ztráty půdy vlivem vodní eroze** (odhadem jen kolem 1–3 tun splavenin z 1 ha za 1 rok). Riziko odnosu půdy vlivem větrné eroze je u *Lesoškolek* ovšem nejméně o řád vyšší. Také **technologicky podmíněný transport půdních částic**, ulpělých na kořenech školkařských výpěstků po vyzvednutí z půdy, a jejich odvoz mimo plochu školek při expedici SMLD bývá podstatně vyšší (5 až 35 tun půdy z 1 ha).

Zcela zabránit odnosu půdy na kořenech školkařských výpěstků je obtížně realizovatelné. Závisí na mnoha faktorech od druhu expedované dřeviny až po zrnitostní a vlhkostní poměry půdy v okamžiku vyzvedávání a odvozu produkce PSM. V *Lesoškolkách* základní strategie obnovy půdní úrodnosti a náhrady za odnesenou zeminy nyní spočívá v co nejvydatnějším organickém hnojení (vč. zeleného hnojení) a v náhradě zvětratelného minerálního půdního podílu formou aplikací bazických silikátových hornin (blíže HREUS et al. 2022*).

5.1.1 Ochrana pozemků před vodní erozí

Ohroženost pozemků erozí uvádí např. dílčí vrstvy geografického informačního systému *Veřejný registr půd* (LPIS), kde může uživatel čerpat řadu podkladů a informací pro svá rozhodnutí. Nejeefektivnější a nejsnáze realizovatelná praktická protierozní opatření jsou ve školkařském provozu **agronomická opatření**. Spočívají především v pěstování (včetně rozmístění) vhodných rostlin na pozemku s ohledem na míru erozní ohroženosti pozemku. Zásadou je nepřipustit, aby **erozí ohrožovaná půda** zůstávala dlouhodobě (zejména pak v meteorologicky rizikových fázích roku) **bez dostatečného vegetačního krytu**.

V případě vodní eroze je to období častého výskytu přivalových dešťů, tj. obvykle od poloviny května do počátku září. S ohledem na jarní termíny vyzvedávání SMLD a na souběh většiny jarních pěstebních operací (včetně zpracování půdy) do mimořádně úzkého časového rozpětí nebývá situace se zabezpečením protierozní ochrany pozemků v lesních školkách nikdy plně uspokojivá. Zemědělské plodiny, které se vysévají na jaře a které až teprve od poloviny června na pozemku školky postupně vytvářejí krycí porost, poskytují půdě v úvodní polovině kalendářního roku jen velmi nejistou (slabou) protierozní ochranu.

Účinky vodní eroze jsou na školkařských polích snadno rozpoznatelné podle vytvořených odtokových drah různých rozměrů a podle ukládání oderodovaných půdních částic v níže položených úrovních pozemku (v místech s menším sklonem). Faktory vodní eroze půdy a **zásady protierozních opatření** na zájmových (erozí ohrožených) půdních blocích jsou v domácí odborné literatuře dostatečně podrobně vysvětleny např. v pracích, vzniklých pod vedením prof. Ing. Miloslava Janečka, DrSc. V podmínkách většiny lesních školek ČR je plně akceptovatelná a aplikovatelná např. jím koncipovaná a v několika verzích publikovaná metodika s názvem *Ochrana zemědělské půdy před erozí* (např. JANEČEK a kol. 2012).

5.1.2 Ochrana pozemků před větrnou erozí

Větrná eroze je proces ovlivňovaný zejména stavem povrchu půdy a také meteorologickými faktory. U půdních poměrů hraje důležitou roli zrnitostní půdní skladba (větrnou erozí jsou nejohroženější písčité půdy) a také vlhkost povrchu půdy (s nedostatkem vody v povrchové vrstvě náchylnost půdy k větrné erozi vzrůstá). Z meteorologických jsou to především poměry větrné, srážky a výpar. Rychlost větru a efektivní vlhkost území jsou vzájemně v nepřímém poměru. Teprve půdní částice (agregáty) s průměrem nad 0,8 mm se považují za větrem neerodovatelné. Největší podíl větrem odnesených půdních částic bývá v kategorii zrn o průměru od 0,25 do 0,40 mm (JANEČEK a kol. 1998). Půdní částice nad 1000 μm jsou obvykle transportovány klouzáním nebo válením po půdním povrchu; vznášením ve vzduchovém proudu jsou odnášeny teprve až částice s průměrem zrn pod 50 μm (způsob transportu půdních částic větrem primárně závisí na velikosti vertikálního pohybu vzduchu a na hmotnosti částic). Nadlimitní téměř vždy bývá **proudění vzduchu s rychlostí nad 15 m za sekundu** (>54 km/hod.). U větrné eroze je ve školkách rizikovým především jarní období. Tehdy teprve vzcházejí plodiny krycích kultur, vysetých na jaře bezprostředně po vyzvednutí SMLD, které ale ještě nedokáží účinně zabránit odnosům zeminy větrem z vyschlého půdního povrchu exponovaných pozemků.

Ochrana zájmových pozemků školek před větrnou erozí je naléhavým úkolem všude tam, kde zkušenosti výkonných lesních školkařů a agronomů již z minulosti potvrdily častý výskyt poryvů vysušných větrů a transport půdních částic mimo produkční plochu. V některých případech může pomoci cílené **vysazování ochranných lesních pásů** s funkcí větrolamů.

Zejména u ohrožených výsevů semen a plodů dřevin je možné při ochraně půdy (vzcházejících sítí) před účinky větrů uvažovat také o instalacích přenosných zábran, které jsou podobné konstrukce jako sněhové zábrany u silnic (tzv. *zásněžky*). Z agronomických protierozních opatření se lze zaměřit na péči o půdní strukturu (zvětšení podílu půdních agregátů odolávajících erozi), kam náleží také pravidelné a vydatné **organické hnojení** (alternativně pěstování kultur *zeleného hnojení*) a pravidelné vápnění pozemků, ale role těchto opatření může být jen podpůrná. A tak především **zvyšování vlhkosti povrchu půd pomocí účelových závlah** během rizikových etap vegetační sezony, předvídaných podle meteorologických prognóz, je jedním z těch mála snadno aplikovatelných provozních preventivních opatření, která lze agronomům ve školkách k ochraně pozemků před účinky jarních vysušných větrů bez rozpaků doporučit.

5.2 PÉČE O PŮDNÍ STRUKTURU

Problematika utužování a zhutňování obhospodařovaných půd se nevyhýbá ani lesním školkám. Protože produkcí lesního školkařství jsou celistvé juvenilní dřeviny, u kterých dosažení potřebné proporcionality mezi objemem kořenů a objemem nadzemní části patří mezi neopomenutelné kvalitativní znaky školkařské produkce, jsou na fyzikální poměry půd, ve kterých se kořeny SMLD vyvíjejí, kladeny stále větší nároky. Význam péče o půdní strukturu nově obrací pozornost lesních školkařů také k inovacím při zpracování půdy pro zabezpečení dostatku vzduchu v půdě z hlediska nároků dřevin, pro optimalizaci vodního režimu půd a pro usměrnění činnosti půdních organismů (podrobněji např. KUČERA 2017).

5.2.1 Teorie struktury půdy

Základem půdní struktury jsou půdní shluky (agregáty), tj. hrudky různé velikosti a tvaru, které vznikly seskupením a stmelením jemných půdních (především koloidních) částic minerálního a organického původu. V mezihrudkových prostorech probíhají především aerobní procesy (za přístupu vzduchu), uvnitř hrudek pak převážně anaerobní procesy. Za optimální se v lesních školkách obecně považuje jemně **drobtovitá struktura půdy**, tvořená agregáty kulovitěho tvaru o velikosti 1–6 (10) mm. Nejúčinnějším tmelem minerální složky agregátů jsou vysokomolekulární **humáty vápníku**, které mají pro stabilitu agregátů spolu s činností mikroorganismů a s kořenovou soustavou pěstovaných rostlin stěžejní význam. Zajištění vodostálosti (odolnosti strukturních agregátů proti rozplavování) i odolnosti agregátů vůči mechanickým tlakům proto nutně vyžaduje co největší množství bází (vápníkem) nasyceného humusu v půdě (KOLÁŘ 1992).

5.2.2 Rozpad strukturních agregátů

Situace, kdy bezstrukturní půdní částice postupně zaplňují prostor mezi strukturními agregáty, se označuje jako **rušení půdní struktury** (desagregace). Rušením strukturních agregátů se půda postupně stává nestrukturní. Podílejí se na tom jak vlivy mechanické (např. tlaky pojezdových kol mechanizačních prostředků), tak i vlivy fyzikálně-chemické nebo biochemické, z nichž zmínku vyžaduje zejména vytěšňování vícemocných kationtů (Ca, Mg) z iontovýmenného (též sorpčního) půdního komplexu jednomocnými kationty, jehož příkladem je vliv kationtů NH_4 na **vápník v humátech**. Proto, že i v přirozených srážkách je vždy rozpuštěné určité množství amonných solí, může být porušována (rozplavována)

drobtovitá struktura povrchové vrstvy půdy, neboť vápník je z humusu vytěšňován a humusový tmel tak ztrácí svoji *cementační schopnost*. Na provzdušněných písčitých půdách se rovněž může vlivem intenzivního aerobního rozkladu odbourávat (mineralizovat) humusová složka půdy natolik rychle, že půda ztrácí schopnost půdní částice agregovat (neboť se ztrácí humátový tmel spojující dílčí částice ve shluky).

S ohledem na výše uvedené faktory je proto třeba vlastním obděláváním půdy regulovat aerobní a anaerobní poměry v půdě tak, aby se střídavě vytvářely podmínky pro rozklad organických látek a pro syntézu strukturu stabilizujících forem humusu. Nezbytný je **pravidelný přísun organické hmoty** do půdy organickým hnojením a systematické **dodávání vápenatých hnojiv** (vápnění pozemků). Všechny negativní vlivy, které by mohly způsobovat destrukci drobtovitě půdní struktury, je třeba všestranně omezovat (včetně pojezdů těžké mechanizace). K prevenci rovněž patří omezování takové chemizace, která vede k vytěšňování vápníku ze strukturotvorných forem humusu v půdě.

5.2.3 Ochrana půdy před zhutňováním

Největší škody utužením profilu v podorniční vrstvě a destrukcí půdní povrchové struktury způsobuje pohyb (doprava) mechanizačních prostředků po produkčních polích. Vzhledem ke značné rozmanitosti používaných dopravních prostředků (od traktorů s lehčími přívěsy až po těžká nákladní vozidla) je v lesních školkách dopad této dopravy na půdu značně proměnlivý a silně **podléhající vlivu aktuální půdní vlhkosti**.

Abychom se vyhnuli nepříznivým dopadům technogenního zhutňování půdy, způsobeného zejména nákladní dopravou, je nezbytné omezit tuto dopravu po polích a především pak vyloučit nekontrolovaný pohyb těžkých nákladních automobilů při expedici a odvozu SMLD k odběratelům⁶¹. Do souboru preventivních agrotechnických a organizačních opatření ke zmírňování dopadů technogenního zhutňování půd v lesních školkách primárně patří omezování neproduktivních přejezdů mechanizačních prostředků po polích, **striktní požadavek na používání nízkotlakých pneumatik** (které zajišťují kontaktní tlak na půdu do 80–100 kPa), management pojezdů strojů v dočasných liniových drahách (v agronomické terminologii *doprava v kolejových meziřádcích*) atd.

Řadu již dlouhodobě verifikovaných poznatků o faktorech technogenního zhutňování půd v podmínkách konvenčního zemědělství rozvádí početná domácí odborná literatura. Z inspirativních pramenů, které lze beze zbytku doporučit ke studiu problematiky i všem nynějším lesním školkařům, jde např. o monografii *Zpracování a zúrodňování půdy* (ŠIMON, LHOTSKÝ a kol. 1989). Starší metodicky zaměřené práce, čerpající ze zkušeností v zahraničních lesních školkách (např. WITT 1997a), vždy věnují ochraně půdní struktury mimořádnou pozornost. Upozorňují mimo jiné také na to, že půdní strukturu ve školkách poškozují zejména **agrotechnicky nevhodné termíny provádění dílčích operací při zpracování půdy** a při pěstování SMLD. Diskutovány bývají rovněž časté problémy s chybně

⁶¹ Zkušenosti z *Lesoškolek* potvrzují, že automobily rozježděná a silně utužená písčitá půda (často i s hlubokými stopami po průjezdu dopravních prostředků) vždy následně vyžaduje nákladná nápravná agromeliorační opatření (hloubkové kypření, dlátování aj.). Na destruovaném půdním profilu se v hloubce kolem 40 až 60 cm od půdního povrchu obvykle natolik zhorší infiltrační schopnost půdy, že zde dochází k přechodnému podpovrchovému zamokřování podorničních půdních horizontů. Voda, dočasně stagnující v podpovrchové vrstvě (navenek ovšem obtížně identifikovatelná), poté iniciuje nežádoucí procesy oglejení půdy, přičemž někdy zasahuje (vystupuje) až do kořenové zóny pěstovaného sadebního materiálu, který pak fyziologicky strádá.

seřízeným stroji na zpracování půdy či s nesprávně zvolenými mechanizačními prostředky. Za problematickou se dále označuje i **orba na stále stejnou hloubku**, kdy dochází k opakovaným zhutňujícím účinkům smykem plužního tělesa, a některé další aspekty zpracování půd.

V souvislosti s hnojením půdy a kultur se rovněž uvádí, že „*ke škodám na struktuře půdy přispívají neúměrně vysoké dávky i nesprávný sortiment průmyslových hnojiv, které přispívají k peptizaci a pohyblivosti jemných půdních částic*“ (ŠIMON, LHOTSKÝ a kol. 1989, s. 195). Pro zachování optimální půdní struktury označují citovaní autoři za nenahraditelnou **kvalitní organickou hmotu** (především chlévský hnůj) a doplňují, že stále nedoceneným preventivním opatřením bývá také pěstování kultur *zeleného hnojení*. Téma ochrany půdy před zhutňováním lze uzavřít odkazem na **kritické hodnoty škodlivého zhutnění** v podorníci relevantních půdních druhů (tab. 5-1). S obdobnými limitními hodnotami u vybraných ukazatelů fyzikálního stavu půd kalkulují také metodické příručky pro hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařících provozech (bližší viz POKORNÝ et al. 2007).

Tabulka 5-1. Kritické hodnoty (podlimitní nebo nadlimitní meze) škodlivého zhutnění u vybraných ukazatelů fyzikálních vlastností písčitohlinitých (ph), hlinitopísčitých (hp) a písčitých (p) půd, klasifikovaných do půdního druhu dle Novákovy stupnice (upraveno s využitím podkladů Šimona, Lhotského a kol. 1989, s. 170)

Ukazatel fyzikálních půdních vlastností	Jednotka	Půdní druh (Nováková klasifikační stupnice) s podílem (%) jílnatých částic v jemnozemi		
		20–30 %	10–20 %	<10 %
		(ph)	(hp)	(p)
Pórovitost	% obj.	<42	<40	<30
Objemová hmotnost redukována	g/cm ³	>1,55	>1,60	>1,70
Minimální vzdušnost	% obj.	<10	<10	<10
Penetrační odpor (zjišťovaný při vlhkosti půdy)	MPa	4,5–5,0	5,5	6,0
	(% hmotn.)	(13–15)	(12)	(10)

5.3 MINIMALIZACE EKOLOGICKÉ ZÁTĚŽE

Půda je ve vztahu k ostatním složkám prostředí otevřeným systémem. Použití pesticidů a hnojení proto vždy musíme chápat jako hospodářský zásah, který s sebou nese riziko, že nesprávné použití chemických přípravků a hnojiv může poškodit nejen pěstovanou produkci, ale také půdní prostředí a návazně např. i spodní a povrchové vody.

Z hlediska přetrvávání pesticidů (včetně jejich reziduálních složek) a migrace živin v půdě je třeba uvést obecnou závislost půdní sorpce na množství a typu jílu, na množství a kvalitě humusových látek a na půdní reakci. Pro **rozklad pesticidů v půdě** klíčová role přísluší edafonu. Vyplavování pesticidů do podzemních vod přichází v úvahu zpravidla jen u půd se slabou sorpcí a s promyvným režimem (což školky na lehkých písčitých půdách s velmi nízkým obsahem humusu a s provozem závlahových soustav splňují); ke **kontaminaci vodních toků pesticidy** z polí přitom dochází převážně povrchovým odtokem (KOVÁCSOVÁ, JANEČKO a kol. 1983).

Zabezpečení racionální výživy rostlin z hlediska efektivního využití dodávaných hnojiv, stejně jako i z hlediska **omezení nežádoucí migrace živin** (a tím i znečišťování přírodního a životního prostředí), je přímým úkolem uplatňovaných soustav výživy a hnojení rostlin (blíže KOLAŘÍK 1959; BAIER 1979; KLÍR et al. 2008; KLEMENT 2013 a další).

5.3.1 Obecná teoretická a empirická východiska k eluci živin

Jsou to především sorpční a iontové vlastnosti půd, které ovlivňují nejen **ztráty živin z půdy vyluhováním** (čili elucí), ale i **posun rovnováhy** mezi ionty a molekulami v půdním roztoku a mezi ionty a molekulami sorbovanými půdními částicemi. Tato rovnováha⁶² určuje úroveň doplňování živin do půdního roztoku a je rozhodující pro zásobování rostlin živinami. Zásadní význam pro doplňování iontů živin v půdním roztoku mají ionty absorbované nebo výměnně poutané na povrchu půdních sorbentů. Zatímco u kationtových živin jsou to téměř výhradně ionty výměnně poutané jílovými minerály a humusovými látkami, **fosfor** je sorbován převážně amorfními minerálními složkami půdy, tj. oxidy a hydroxidy hliníku a železa, popřípadě výměnně poutaným hliníkem a vápníkem. Fosforečnany jsou proto nejméně pohyblivou složkou půdních živin a ztráty fosforu vymýváním obvykle bývají velmi nízké (zpravidla jen 0,5 kg P/ha/rok; nejvýše v jednotkách kg P/ha/rok).

V půdně-klimatických podmínkách mírného pásma střední Evropy vykazují **nejvyšší ztráty vymýváním** vápník, dále chloridy, sírany a dusičnany, v menší míře hořčík, draslík a sodík a v zanedbatelné míře amonný dusík a již zmíněné fosforečnany. **Vymývání dusíku z půdy** probíhá prakticky **výlučně v dusičnanové formě**. Na lehkých písčítých půdách bývají ztráty N-NO₃ průsakem až několikanásobně vyšší než na půdách jílovitých (výjimkou není ani 60 až 120 kg N/ha/rok). Nejlepší ochranou před nadměrným vyluhováním živin poskytuje rychle rostoucí rostlinný porost. **Draslík (K)** se vyznačuje v půdě větší mobilitou než fosfor, ale je absorbován půdními koloidy ve větším rozsahu než např. kationty Ca²⁺ a Mg²⁺. Fixace iontů draslíku v jíle obohacených půdách výrazně snižuje riziko jejich vymývání. Např. BAIER a BAIEROVÁ (1985) pro draslík (a podobně také pro hořčík) uvádějí obvyklé roční ztráty živin elucí v rozsahu od 5 do 50 kg K/ha. Celkové **roční ztráty vápníku** v půdně-klimatických podmínkách ČR jsou odhadovány na průměrných **153 kg Ca/ha** (KLEMENT 2013). Přibližně polovina tohoto množství se ztrácí elucí. Množství a rozdělení srážek, půdní druh a minerální síla matečních hornin jsou rozhodujícími faktory pro vyplavování vápníku. Zvýšená kyselost půd procesu vyluhování tohoto prvku dále napomáhá. V extrémních podmínkách (písčité půdy bez porostu, vysoké srážky nebo vysoká intenzita závlah) mohou ztráty vápníku vyplavením z půdy nabývat hodnot několikanásobně vyšších (až kolem 650–750 kg Ca/ha ročně). Silnému vymývání elucí podléhají také **chlór a síra**, a to bez ohledu na půdní druh nebo půdní typ, stejně tak jako na způsob a intenzitu hnojení. Obsah chloridů v průsakové vodě bývá značný; množství z půdy vymytých iontů chlóru (uvádí se 40–90 kg Cl/ha/rok) bývá v mnoha případech i vyšší než u NO₃-iontů (KOLAŘ 1992). Síranové ionty jsou půdou sice částečně sorbovány (při pH nad 5,5), avšak jejich vymývání v humidních podmínkách zůstává vysoké (na písčítých půdách až 120 kg S/ha/rok).

⁶² Půdy s velmi intenzivní iontovou výměnou mají iontovýměnnou rovnováhu zpravidla značně posunutou ve směru k sorbentu, tj. k iontovýměnně aktivním centrům půdních částic. Takové půdy mají sice malé ztráty iontů živin elucí, ale půdní roztok má jen nízkou koncentraci živin. Naopak půdy, v nichž iontovýměnná rovnováha je více posunuta směrem k půdnímu roztoku, mají sice v podmínkách promyvného režimu značné ztráty živin vyplavením, ale půdní roztok může být živinami dobře zásoben. A proto rostliny v takových podmínkách mohou bez problémů přijímat dostatek iontů živin, a to i těch, které podle umístění v Hofmeisterových řadách mají vyšší afinitu k tuhému sorbentu – např. vícemocné ionty Mg²⁺ a Ca²⁺.

5.3.2 Nitrátová směrnice a jiné legislativní rámce

Obecným právním dokumentem, kterému v ČR podléhá veškerá oblast rostlinolékařské péče (vč. užití pesticidů), je platné znění zákona č. 326/2004 Sb., *o rostlinolékařské péči a o změně některých souvisejících zákonů*. V uplynulém desetiletí prošel řadou dílčích novelizací, které ustanovení zákona dále postupně rozvádějí, blíže specifikují a aktualizují. Naplňování výše citovaného zákona a jeho podzákonných právních předpisů vytváří předpoklady potřebné pro minimalizaci chemické zátěže i v podmínkách lesních školek.

Užití hnojiv, pomocných půdních látek a pomocných rostlinných přípravků při uplatňování soustav hnojení v lesních školkách, tj. při péči o půdní úrodnost a při zajišťování harmonické výživy pěstovaného sadebního materiálu lesních dřevin, se řídí platným zněním zákona č. 156/1998 Sb., *o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení půd (zákon o hnojivech)*, ve znění pozdějších předpisů; a veškerými podzákonnými právními předpisy, vydanými k provádění tohoto zákona.

Důležitým celoevropským předpisem, podporujícím ochranu vod před znečištěním ze zemědělských zdrojů a zahrnujícím širokou škálu obecných doporučení (pro některé zemědělské podnikatele závazných jen na principu dobrovolnosti) a také množství při aplikacích organických a průmyslových hnojiv v praxi důsledně vyžadovaných závazných pravidel, je tzv. **nitrátová směrnice** (zkr. NS; Směrnice Rady 91/676/EHS z 12. prosince 1991 k ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů). Transpozice NS do právního řádu ČR se uskutečnila prostřednictvím § 33 zákona č. 254/2001 Sb., *o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*, který definuje tzv. zranitelné oblasti (zkr. ZOD). ZOD se v pravidelných intervalech aktualizují vládními nařízeními⁶³. Požadavky nitrátové směrnice patří mezi tzv. *povinné požadavky na hospodaření* podle nařízení Rady (ES) č. 73/2009. Jejich plnění je u zemědělských podnikatelů v ČR (od roku 2009) sledováno např. i v rámci tzv. *kontroly podmíněnosti* u plateb a u dotací, které jsou vypláceny MZe ČR nebo z jiných veřejných rozpočtů. Od žadatelů o dotace se vždy požaduje dodržování vybraných podmínek ochrany vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů. Plnění těchto dotačních podmínek (vč. minimálních požadavků na použití hnojiv atd.) je přitom závazné i pro ty žadatele, kteří hospodaří mimo dusičnany zranitelné oblasti (MZE ČR 2014, s. 4).

Detailní informace o obdobích zákazu hnojení, o omezeních při hnojení, o sklonitosti půdního bloku/dílu půdního bloku (zkr. PB/DPB), o zařazení pozemku do aplikačních pásem, ale také o nutnosti provádět na jednotlivých pozemcích protierozní opatření atd. může každý zemědělský podnikatel, který je zařazen v evidenci využití zemědělské půdy podle uživatelských vztahů podle § 3a a odstavců následujících *zákona o zemědělství* (zákon č. 252/1997 Sb., *o zemědělství*), získat v geografickém informačním systému LPIS, a to v informačním okně každého PB nebo také přímo na mapě LPIS po zapnutí vrstvy *Nitrátová směrnice* (podrobnosti k prohlížení LPIS viz např. informační publikace MZE ČR 2014). Doporučení, jak při zemědělské (školkařské) činnosti nad rámec závazných právních předpisů omezit úniky dusičnanů do povrchových a podzemních vod, dále rozvádějí a specifikují četné certifikované metodiky pro praxi a podobné publikace (např. KLÍR a KOZLOVSKÁ 2012).

⁶³ Poslední revize vymezení zranitelných oblastí proběhla v roce 2019 a s účinností od 1. července 2020 byla vyhlášena nařízením vlády č. 277/2020 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, ve znění pozdějších předpisů. Další revize ZOD bude v roce 2023.

6. PEDOLOGICKÁ ŠETŘENÍ VE ŠKOLKÁCH

Zjišťování vlastností obhospodařovaných půd školkařských polí je důležitým předpokladem optimalizací soustav hnojení. Sběr a analýzy vybraných indikátorů půdní úrodnosti včetně postupů vyhodnocování kvality půdy nemají v reálných provozních poměrech lesních školek univerzální řešení a neprobíhají všude stejně ani podobně. Vždy záleží na účelu, kterému má monitoring půdních poměrů v konkrétním případě sloužit. Chceme-li sledovat průběžně trendy ve vývoji indikátorů půdní úrodnosti, musí být vyhodnocování kvality půdy prováděno dlouhodobě a také komplexně a musí integrovat všechny části půdního systému (profilu), tj. nesmí se omezovat na fungování pouze dílčí části tohoto systému. Ovšem úvodním krokem lesních školkařů k poznávání vlastností půdy na zájmovém území školkařských polí by měl být sběr veškerých dostupných informací (vč. bibliografických pramenů, kartografických podkladů, elektronických dokumentů atd.), které se k půdám zájmových pozemků přímo či nepřímo vztahují. U lesních školek, nacházejících se na PUPFL, často bývá prospěšné v této souvislosti kontaktovat pracovníky ÚHÚL Brandýs nad Labem a vyžádat si od nich informace o již v minulosti realizovaných regionálních pedologických nebo typologických průzkumech. Řadu užitečných podkladů tohoto typu (ovšem teprve z období po přijetí *zákona o hnojivech*, tj. od roku 1998) lze čerpat také u pracovníků půdoznalecké a lesnické sekce ÚKZÚZ v Brně. U pozemků, náležejících k ZPF, lze podstatné informace všeobecného půdoznaleckého zaměření zpravidla vyčíst z výsledků tzv. *Komplexního průzkumu půd ČSSR* (zkr. KPP)⁶⁴.

Dříve než THP školky odebere vzorek půdy k rozboru, nebo si odběr zadá u specializovaného pracoviště, měl by půdu zájmových pozemků (doslova *kontaktně*) poznávat. Jednoduchou metodou jsou pravidelná pozorování stavu orničního profilu pomocí tzv. *rýčové diagnostiky* (metodické podrobnosti viz POKORNÝ et al. 2007). Při ní THP pozoruje stav zeminy na rýčem vyjmutém půdním monolitu (hranol zeminy cca do hloubky 30 cm) a všímá si některých agrotechnicky a pedologicky důležitých znaků, jako je např. přítomnost, tvar a původ šterku; aktuální vlhkost, hutnost a ulehlost půdy; struktura a barva půdních horizontů; přítomnost a stupeň rozkladu rostlinných zbytků; prokořenění půdy cílovými a doprovodnými rostlinami; přítomnost viditelných skupin živočichů (tj. zástupců mezoedafonu jako jsou mnohonožky, háďátka, žížaly, hmyz a jeho dílčí vývojová stadia), atd. Rýčová diagnostika doplňuje také některé běžné prohlídky školkařských polí, které THP zajišťují v souvislosti s plánováním a s realizací prací při zpracování půdy (únosnost půdy, kornatění půdy a tvorba půdního škraloupu, hrudkovatění a rozprašování půdy po agrotechnických zásazích atd.) nebo v souvislosti s agrobiologickou kontrolou výskytu biotických škodlivých činitelů. Všechny tyto prohlídky jsou důležitou součástí rozvoje vztahu hospodáře k půdě.

⁶⁴ Tento celostátní průzkum proběhl v letech 1961–1971 v podmínkách bývalého Československa a poskytl široký soubor dat a poznatků o pedogenetických a mnoha dalších (agronomických a agrochemických) vlastnostech půd ZPF. O rozsáhlosti akce svědčí skutečnost, že KPP své závěry čerpal z laboratorních rozborů 2 milionů kusů půdních vzorků odebraných ze 700 tisíc kopaných pedologických sond (JANDÁK et al. 2008, s. 123). Výstupem KPP byly kromě jiného také např. *základní půdní mapy* v měřítku 1:10000 (tzv. *mapy plošného rozšíření genetických půdních představitelů*), kartogramy půdní zrnitosti, skeletovitosti a zamokření (vznikly generalizací dat zmenšením z měřítka 1:10000), kartogramy návrhů opatření ke zvýšení půdní úrodnosti atd. Veškeré výstupní materiály KPP jsou nyní spravovány (archivovány) ve VÚMOP v Praze-Zbraslavi, kde se s nimi lze po vyžádání seznámit. Rozhodně se to vyplatí v případě tak důležitých pedologické charakteristiky, jako je např. zrnitostní půdní skladba. Původní údaje o granulometrické skladbě (včetně skeletovitosti a některých dalších vlastností, zjišťovaných a vyhodnocovaných při KPP obvykle do hloubky 60 cm) totiž ani po desítkách let neztrácejí svoji výpovědní hodnotu a dnešní využitelnost.

6.1 KONCEPCE PŮDNÍ KONTROLY V PODNIKU LESOŠKOLKY s. r. o.

S odkazem na spoluřešitele projektu „*Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek – druhá etapa*“ (TH04030346), společnost LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem, budou v následujících státech jako příklad z provozní praxe osvětleny postupy půdní kontroly, kterými se při zjišťování půdních vlastností svých polí tato společnost řídí.

Lesoškolky chápou průběžný monitoring vybraných indikátorů půdní úrodnosti jako neopomenutelnou součást hospodaření na půdách školek. Získávaná data a informace jsou zde přímým podkladem pro **optimalizace soustav hnojení** na produkčních pozemcích lesních školek. Základní metodické postupy pro půdní diagnostiku ve svých školkařských střediscích *Lesoškolky* převzaly z obecných doporučení pracovníků resortního výzkumného ústavu (VÚLHM), kteří půdní kontrolu v minulosti popsali (DUŠEK 1985; LEDINSKÝ 1991; NÁROVEC 2003*; NÁROVEC et al. 2017* a jiní), resp. v současnosti zajišťují (NOVOTNÝ a ČIHÁK 2021).

Důležitým pravidlem (požadavkem) při APK v *Lesoškolkách* je, aby *periodický průzkum půd* umožnil plánování melioračních a hnojařských zásahů na školkařských polích. Proto se provádí samostatně pro každou odlišně obhospodařovanou plochu (tj. pro každou dílčí část půdního bloku, na které je pěstována konkrétní dřevina, resp. posloupnost pěstebních osnov). Periodický průzkum půd školkařských polí u *Lesoškolek* provádějí vedoucí (nebo určení) pracovníci školkařských středisek ve spolupráci s vybranou pedologickou laboratoří, popř. se specializovaným poradenským pracovištěm. Periodicita průzkumu půd školkařských polí a věcný rozsah těchto kontrol se řídí individuálními potřebami školkařského provozu. V lesních školkách založených na písčích nebo hlinitých písčích se obecně osvědčilo provádět periodický průzkum půd při každém střídání pěstebních osnovy (tj. nejpozději v 3letých intervalech), ve školkách na písčitéch hlínách (a na *těžších* půdních substrátech) někdy postačuje (vyhovuje) i 5letý interval. V polovině tohoto období (tj. nejpozději ve 3. roce při střídání kultur) se v takovém případě ale doporučuje realizovat alespoň jeden tzv. *doplňující průzkum* (rozběr) půdy. Při periodickém průzkumu půd v *Lesoškolkách* jsou půdní vzorky rozborovány tzv. *základním rozbořem*, při doplňujícím průzkumu půd tzv. *doplňujícím rozbořem*. Názvosloví uvedených dílčích typů půdních rozborů je převzato z *Bulletinu TEI*, série Pěstování, č. 1/1985, který vydával VÚLHM Jíloviště-Strnady (DUŠEK 1985), kde:

Základní rozbor půdy zahrnuje minimálně tato analytická stanovení:

- výměnná půdní reakce (nyní ve výluhu půdy chloridem vápenatým),
- obsah rostlinám přístupného P, K a Mg (popř. i Ca),
- obsah organických látek (C_{ox}), resp. humusu (H_{ox}),
- obsah celkového dusíku (N_t),
- charakteristiky sorpčního půdního komplexu (kationtová výměnná kapacita),
- hodnocení výměnných kationtů v sorpčním komplexu (% *base saturation*),
- alternativně i zrnitostní skladbu půdy (pokud nejsou údaje o půdním druhu pro danou školkařskou plochu dosud k dispozici, nebo pokud na daném poli byla realizována meliorační opatření zahrnující úpravu mechanické půdní skladby).

Doplňující rozbor půdy se zaměřuje zpravidla pouze na stanovení výměnné půdní reakce pH/ $CaCl_2$ a na koncentrace rostlinám přístupných základních minerálních živin (P, K, Mg, popř. i Ca). Systém AZPP svým nynějším rozsahem plně pokrývá požadavky *Lesoškolek* na doplňující rozbor půd z lesních školek.

Základní i doplňující rozbor půd musí být prováděn v rozsahu a kvalitě, aby umožňoval:

- získávání aktuálních informací o stavu ukazatelů (indikátorů) půdní úrodnosti v orničním (popř. i podorničním) profilu posuzovaného pozemku,
- sledování časových a prostorových trendů ve vývoji indikátorů půdní úrodnosti orničního (popř. i podorničního) profilu na školkařských polích,
- plánování základního hnojení půdy organickými a průmyslovými hnojivy při změnách pěstebních cyklů, popř. aby sloužil i k usměrnění operativních zásahů na kulturu (*hnojení na list*).

6.2 VYUŽITÍ PŮDNÍ DIAGNOSTIKY V SOUSTAVÁCH HNOJENÍ

Průzkum půd, popsáný v předchozím textu, je výchozím podkladem pro (a) sestavování střednědobých (obvykle 5letých) podnikových plánů péče o úrodnost půd ve školkách a pro (b) návrhy aplikací hnojiv a melioračních materiálů na zájmových pozemcích lesních školek (roční podnikové plány hnojení). Úkolem monitoringu půdních vlastností na jednotlivých školkařských polích je určit, který půdní faktor je pro školkařskou produkci aktuálně deficitní nebo dlouhodobě limitní. Praktickým **posláním podnikových plánů péče o úrodnost půd** poté je optimalizovat způsob, kterým se budou v konkrétních podmínkách školek nepříznivé půdní vlastnosti měnit, a to na základě posouzení, zda jsou měnitelné a také zda je jejich změna ekonomicky odůvodněná. Důležité je upřesnění, které konkrétní parametry půdního prostředí mají být zlepšovány, upravovány či regulovány, v jakém „**pořadí naléhavosti**“ a jakým způsobem. Od toho se pak odvíjejí další návazná provozní rozhodnutí, zejména plánování jednotlivých agrotechnických zásahů vedoucí ke zlepšení půdních vlastností počínaje úpravou vzdušného a vodního režimu půdy, zlepšováním a stabilizací půdní struktury, optimalizací půdní reakce a rozvojem půdní mikrobiologické činnosti.

Návrhy aplikací hnojiv (**podnikové plány hnojení**) pro jednotlivé půdní bloky/díly půdních bloků (PB/DPB) a ostatní zájmové pozemky lesních školek **každoročně konkretizují** přijatá souhrnná (střednědobá) opatření. Podrobný roční plán hnojení PB/DPB se podle možností dále během vegetace upřesňuje (na základě biologické kontroly porostů, doplňujících rozborů půd a rostlin či pomocí jiných podkladů vědecky řízené výživy rostlin). Týká se to hlavně dávek živin (zejména dávek dusíkatých hnojiv) tzv. *hnojení na list* (v lesnické terminologii při *operativním hnojení* pěstovaných dřevin), které se optimalizují co do množství i do termínu aplikace individuálně. V rámci každoročních plánů hnojení se dopředu odhaduje dávka jednotlivých živin, druh hnojiva a způsob aplikace, resp. souhrnná spotřeba hnojiv v rámci školkařského podniku (střediska, provozu).

6.3 NĚKTERÉ ZKUŠENOSTI A METODOLOGICKÁ DOPORUČENÍ

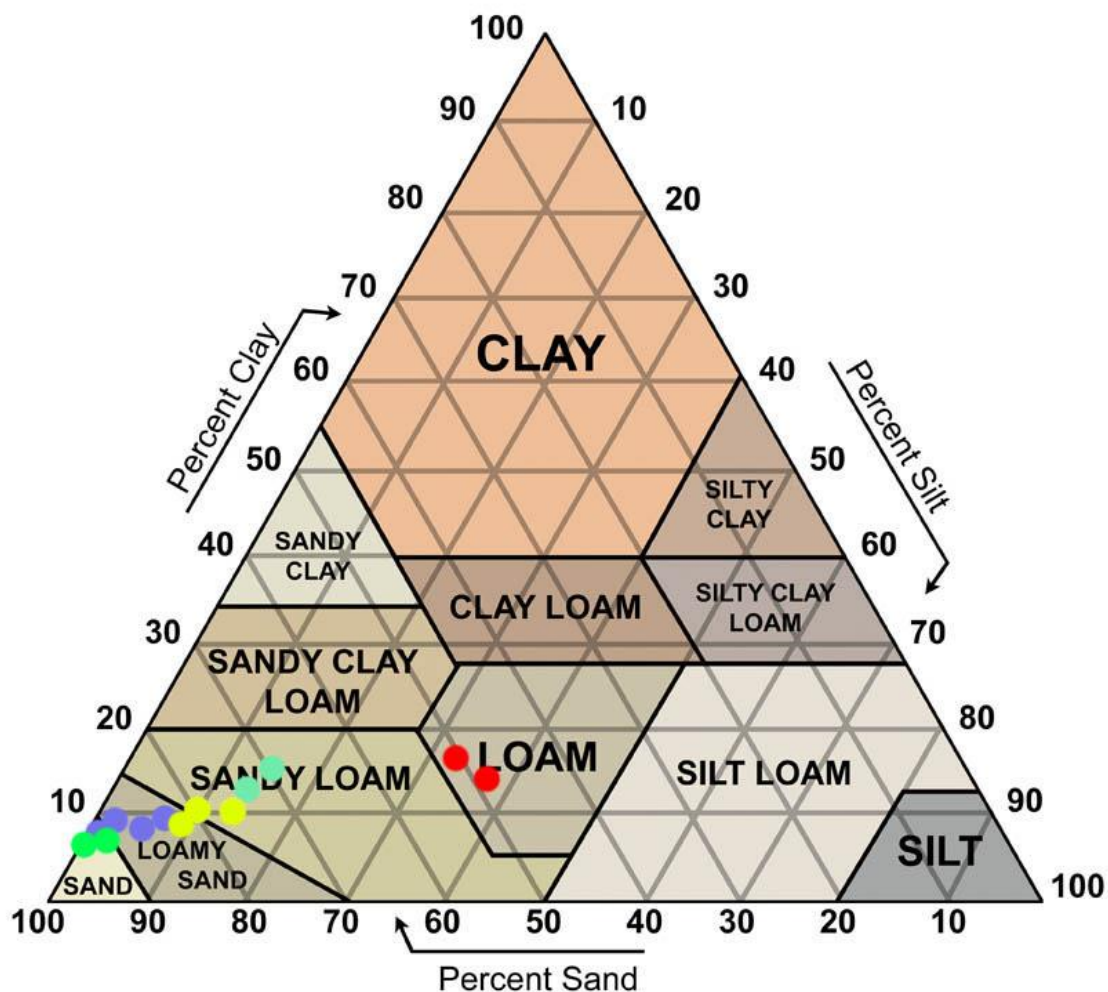
Zkušenosti z výrobní praxe *Lesoškolek* dokládají, že otázka volby konkrétních laboratorních analytických metod pro půdní diagnostiku do jisté míry není tím hlavním problémem. Instrumentální metody analytické chemie se průběžně vyvíjejí a jejich sortiment chemické laboratoře v různých etapách svého rozvoje obměňují, resp. rozšiřují. U současných tuzemských pedologických laboratoří tak lze najít poměrně širokou typovou nabídku rozborů a analytických postupů, které jsou pro účely praktického lesního školkařství dobře aplikovatelné. Daleko důležitější ale je, aby spolupráce školkařského podniku s pedologickými laboratořemi měla dlouhodobou perspektivu a aby byla založena na důvěře.

Oboustranně je potřeba si vysvětlit, k jakému účelu se sběr informací provádí a jaká praktická opatření se budou od výsledků půdních rozborů odvozovat. S tím souvisí i společné ujištění, že tzv. *nejistota výsledků* je u zvoleného analytického stanovení a laboratorního postupu adekvátní požadovanému účelu. Platí to i pro počet desetinných míst, se kterým budou výsledky rozborů v dokumentaci uváděny, a pro pravidla vyjadřování výsledků s udáním jejich přesnosti ať již ve formě *intervalu spolehlivosti* nebo s vyznačením *relativní chyby*. Také je velmi důležité, aby zvolená spolupracující laboratoř poskytovala vyčerpávající informace o konkrétně uplatněném laboratorním postupu (tj. aby citovala odkazy na prameny, kde je tento postup popsán nebo interpretován). I evropské normy pro laboratorní stanovení některých chemických prvků připouštějí užití širšího okruhu instrumentálních metod analytické chemie (např. optickou emisní spektrometrii, plamennou emisní spektrometrii atd.). Množství živin kvantifikované různými laboratořemi se proto může ve svém finálním číselném vyjádření i u totožných postupů poněkud lišit. Z toho důvodu se jednotlivé laboratoře účastní dobrovolného vzájemného (mezilaboratorního) porovnávání výsledků analýz v rámci tzv. *kruhových testů*. Upřednostňovat je proto třeba vždy jen taková analytická pracoviště, která mají vypracován a do analytické praxe zaveden systém řízení jakosti.

U průběžného monitoringu půdních poměrů na pozemcích školek je zapotřebí předejít všem situacím, které by komplikovaly možnost vkládat výsledky půdních analýz do průběžných časových řad. Podnik LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem jako výhledové podnikové řešení spatřuje v co největším **ztotožnění s moderními systémy** sledování parametrů půdní úrodnosti, které se nyní v ČR realizují při AZZP. Ve shodě s tímto záměrem proto nově (od roku 2016) uplatňuje soustavu hodnocení půdní úrodnosti (včetně analytických stanovení), která je se systémem AZZP kompatibilní (*Mehlich III*).

Třetí velmi důležitou okolností (po výběru spolupracující chemické laboratoře a návazně i po zvolení analytických stanovení, která budou u laboratoře nárokována) v rámci realizace půdní diagnostiky je vlastní provedení odběrů půdních vzorků. To by mělo zohlednit heterogenitu půdních poměrů daného pozemku. Základním typem lokalizace dílčích odběrných stanovišť na posuzovaném pozemku bývá odběr po úhlopříčce daného školkařského pole. V takovém případě ale často mohou být stírány individuální prostorové odchylky na dílčích částech pozemku, takže získaná data (výsledky půdních rozborů) mohou být spíše nivelizována směrem k nějaké obecnější (průměrné) hodnotě, než aby prozrazovala nutnost diferenciacce agrotechnických a hnojařských opatření na půdních blocích a na jejich dílcích.

V *Lesoškolkách* je proto v rámci APK přednost dáována odběrům půdních vzorků ze stabilizované sítě odběrných míst, která je pro každé školkařské pole navržena individuálně a která umožňuje flexibilní rozhodování o počtu a struktuře odebíraných půdních vzorků vždy podle konkrétního účelu půdoznaleckých šetření. NĚMEC et al. (2017*), na jehož práci se lze odkázat, popsal příklad rozmístění sondážní sítě na školkařském poli, kde na pozemku s šířkou 105 metrů a s délkou záhonů 190 m (50 záhonů) se nachází 12 odběrných míst (jednotně označovaných písmeny abecedy A až N). Proto, že linie (šířka) i začátek záhonů bývají u školkařských ploch v jednotlivých pěstebních cyklech prakticky vždy totožné, lze odběrná místa relativně snadno identifikovat např. odměřením vzdálenosti, popř. lze odběrné místo určit dle jiných identifikátorů (např. značek na stromech okolních vzrostlých porostů). Zkušenosti ukazují, že rozdíly při pozdější (příští) identifikaci odběrného místa mohou být nejvýše ±2–4 metry, což danému účelu pedologických šetření (tj. APK) svojí přesností vyhovuje. Podle konkrétního účelu poté mohou být ze zvolené sondážní sítě odebírány buď individuální půdní vzorky, nebo vytvářeny tzv. směsné („průměrné“) vzorky půdy.



Obrázek: Pozice typických půdních druhů v rámci trojúhelníhového grafikonu Ministerstva zemědělství Spojených států (angl. *United States Department of Agriculture*, zkr. USDA) u reprezentativních půdních vzorků, odebraných v roce 2014 na jednotlivých školkařských střediscích (ŠS) ve společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem. Vzorky ze ŠS Kladruby nad Labem zobrazeny sytě (brčálově) zeleně; ze ŠS Albrechtice nad Orlicí tmavě modře; ze ŠS Dolní Jelení žlutě; ze ŠS Řečany nad Labem nevýrazně (modro)zeleně a vzorky ze ŠS Františkovy Lázně výrazně červeně.

7. INTERPRETACE VYBRANÝCH PŮDNÍCH INDIKÁTORŮ

Úvodem této kapitoly je potřeba znovu (viz kap. 6) uživatele výsledků APK ve školkách nabádat k tomu, aby nejen metody zjišťování vlastností obhospodařovaných půd školkařských polí, ale i způsob vyhodnocování kvality půdy přijímali jako individualizovaná řešení pro konkrétní provozní poměry ve školkařských provozovnách, kde univerzální řešení a postupy jednoduše *nemají místo*. Vždy záleží na účelu, kterému má monitoring a vyhodnocení půdních poměrů v konkrétním případě posloužit⁶⁵ (VAVŘÍČEK 2012; PODRÁZSKÝ et al. 2015, s. 84; REJŠEK 2018, s. 348; KUČERA et al. 2019, s. 159; DUBSKÝ 2020; NÁROVCOVÁ 2021*).

Z množiny pedologických znaků, využívaných provozní praxí v *Lesoškolkách* pro plánování hnojení a opatření péče o úrodnost půd, vystupuje do popředí několik hlavních půdních indikátorů. Na prvním místě je to **půdní reakce**. Proto, že nejen hodnoty indexu pH, ale i četné jiné pedologické vlastnosti úzce závisejí a jsou podmíněny mechanickou (zrnitostní) půdní skladbou, na druhém místě musíme pozornost věnovat správnému **určení zrnitosti** obhospodařované půdy. Následují informace o obsahu **rostlinám přístupných živin** v orničním půdním profilu (resp. v hloubkách odkud pěstované dřeviny živiny čerpají) a údaje o celkovém **množství organických látek** (oxidovatelný uhlík, zkr. C_{ox}), resp. humusu (podíl H_{ox} stanovený výpočtem z C_{ox}). Důležitým podkladem pro posouzení kvality půdy je i znalost obsahu (podílu) celkového dusíku v půdě (zkratkou se uvádí jako N_t , popř. $N_{celk.}$, resp. N_{tot}). Využívanými mohou být i některé doprovodné půdní charakteristiky, popisující sorpční (iontovýměnný) půdní komplex. Bývá to kationtová výměnná kapacita (zkr. KVK), popř. starší postupy stanovení celkové sorpční kapacity půdy (hodnota T) a návazně aktuálního obsahu výměnných bází (hodnota S) a stupně nasycení sorpční kapacity bázemi (hodnota V). Uvedené charakteristiky představují okruh analytických stanovení, která se v *Lesoškolkách* zjišťují tzv. základním půdním rozbořem.

Při vyhodnocování dat pedologického průzkumu ve školkách je důležité, aby uživatelé od pedologických laboratoří vždy důsledně vyžadovali upřesnění (v optimálním případě detailní popis) aplikované analytické metody včetně uvedení konkrétně uplatněného přístrojového zázemí a dosahované přesnosti měření těchto přístrojů (tedy aby laboratoře doložily výpočet chyby měření u poskytovaných analytických výsledků). Není výjimkou, že dílčí analytická stanovení (často identicky označovaná) bývají zatížena rizikem vzniku systémových a náhodných chyb, z nichž k důležitým patří i nesprávné pochopení výpočtové (číselné) podstaty získávaných analytických výsledků⁶⁶. Jakkoliv může být interpret pedologických výsledků ze školkařské praxe označen za metodologického puristu, vždy přinese jeho ochota vyjasnit si momenty možného nesprávného definičního a analytického určování (vč. ujasnění definic, pojmů a postupů) pozitivní výsledky. Pohroužením do literatury lze totiž snadno zjistit, jak rozdílného významu mohou pojmy a postupy nabývat, pohlédneme-li na ně zorným úhlem různých akademických, analytických a pedologických pracovišť.

⁶⁵ Leckdy můžeme být v praxi u uživatelů dat APK a u interpretů kvality půdního prostředí svědky (přeneseně) *honby* za nějakými univerzálními vyhodnocovacími tabulkami, které jim pomoci slovního ohodnocení číselných hodnot naměřených ukazatelů snadno převedou číselná data do interpretačních skupin typové řady obsah „velmi nízký“, „nízký“, „střední“, „dobrý“, „velmi dobrý“, „vysoký“, „optimální“, „vyhovující“ atd. a poskytnou jim tak rychle ohnisko, kterým mají na zjištěné výsledky půdních analýz nahlížet.

⁶⁶ Především je nutné, aby při vyhodnocování trendů časových řad analytických výsledků byla zaručena jednotnost (uniformita) u uplatněných analytických postupů (nejlépe u téže pedologické laboratoře). Např. u potenciální výměnné půdní reakce platí, že chceme-li data porovnávat, pak jediné výsledky získané stejnou metodou na stejném přístrojovém vybavení (cf. REJŠEK a VÁCHA 2018, s. 138–139). V opačných případech někdy vzniká i nutnost provést detailní regresní analýzu výsledků včetně porovnání dat od různých laboratoří (např. ZAHORNADSKÁ 2002). Důležité je, aby si školkaři společně s pedologickou laboratoří ujasnili i to, na kolik desetinných míst mají být analytické výsledky v protokolech uváděny a jaká je reálná dosahovaná chyba měření.

7.1 PŮDNÍ REAKCE

Z metodologického hlediska je třeba zopakovat (a zájemce o hlubší studium pak odkázat např. na publikaci *Nauka o půdě*, kterou zkompletovali REJŠEK a VÁCHA 2018, s. 137–143), že analytická praxe rozeznává aktivní půdní reakci (pH/H₂O), potenciální výměnnou půdní reakci (pH/CaCl₂) a potenciální hydrolytickou půdní aciditu (tzv. hodnotu H, která je rozdílem mezi hodnotou T a hodnotou S při kvantifikaci celkové sorpční kapacity půdy podle *Kappena*; uvádí se v mmol·100 g⁻¹, resp. mval·100 g⁻¹). Posledně jmenovaná (hodnota H) se ale v ČR běžně nevyužívá pro výpočty dávek hnojení a plánování opatření ve výživě rostlin.

Aktivní půdní reakce vyjadřuje hodnotu záporného dekadického logaritmu koncentrace vodíkových iontů ve vodním výluhu, resp. v půdní suspenzi. **Výměnná půdní reakce** odráží schopnost vytěsnění vodíkových iontů záměnou za ionty chloridů. Proto, že se tak pomocí solí dostává do výluhu půdy větší množství vodíkových iontů, je číselná hodnota (potenciální) výměnné půdní reakce **nižší** (tj. je tedy „kyselejší“, než je hodnota aktivní půdní reakce ve vodním výluhu u téhož půdního vzorku). V tuzemské analytické praxi se v minulosti více uplatňoval výluh pomocí chloridu draselného (v koncentraci 1 mol·l⁻¹ KCl); dnes převládají stanovení výměnné půdní reakce ve výluhu chloridem vápenatým (v koncentraci 0,01 mol·l⁻¹ CaCl₂)⁶⁷ podle ČSN ISO 10390 (2011). Také je u uplatněných metod mimořádně důležité, aby při zvoleném postupu vyluhování byl vhodně zvolen správný poměr množství analyzované půdy vůči množství extrakčního činidla. Dnes se podle ČSN ISO 10390 preferuje hlavně výluh 0,01 M CaCl₂ s modifikací vyluhování charakteru 1w:5v (tj. navážka 10 g vzorku půdy je zalitá objemem 50 ml vyluhovačla), ale v některých laboratořích se lze setkávat i s uplatňováním modifikace vyluhovacího poměru 1v:2,5v (ze suchého vzorku se odměří 50 ml vzorku a zalije se 125 ml vyluhovačla). Hodnoty pH/CaCl₂ obvykle vycházejí o 0,5 (někdy i o 1,2) stupně pH nižší než hodnota pH/H₂O. Školkaři by měli od dodavatelů analytických výsledků vždy žádat ujištění, jaký konkrétní analytický postup stanovení indexu (vodíkového exponentu) pH byl u rozborů jejich půdních vzorků uplatněn. Dovolíme-li laboratořím uplatňování rozdílných metod a postupů analytických stanovení, může být správné vyhodnocování kontinuity časových řad nejen u půdní reakce (stejně tomu tak je i u ostatních pedologických znaků) často jen iluzí. Všeobecná vyhodnocovací kritéria pro výměnnou reakci pH/CaCl₂, která jsou uplatnitelná i v lesních školkách, uvádí tabulka 7-1.

Tabulka 7-1. Kritéria hodnocení potenciální výměnné půdní reakce (pH/CaCl₂), stanovené u orných půd analytickými postupy agrochemického zkoušení zemědělských půd (AZZP), které organizuje a odborně garantuje Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Údaje převzaty z Metodického pokynu č. 01/AZZP (detaily viz SMATANOVÁ 2020, s. 13–14).

Hodnota pH/CaCl ₂	Slovní hodnocení výměnné půdní reakce
≤ 4,5	extrémně (velmi silně) kyselá
4,6-5,0	silně kyselá
5,1-5,5	kyselá
5,6-6,5	slabě kyselá
6,6-7,2	neutrální
7,3-7,7	alkalická
> 7,7	silně alkalická

⁶⁷ Zápis zvolené koncentrace se uvádí rovněž například takto: 0,01 M CaCl₂.

Nicméně v souvislostech s vyhodnocováním výsledků půdních analýz, s vytvářením rozsahů hodnot u dílčích indikátorů půdní úrodnosti a s jejich zařazováním do subkategorií je třeba si vždy připomenout, k jakému cíli má daný průzkum půd směřovat a jaký způsob interpretace takový účel vyžaduje. V praxi se lze někdy setkat s přístupem, že jednotlivé rozsahy hodnot půdní kyselosti (a nejen její) jsou brány jako nepřekročitelné normativy, do kterým je nutné se (obrazně) vtěsnat. Slovní interpretační označení např. pro hodnoty pH typu „velmi silně (extrémně) kyselá půda“ mohou nesprávně u některých praktiků vyvolávat i dojem, že jde o nežádoucí jev, který je třeba urychleně napravovat. Přitom udržení rozsahu hodnot výměnného pH na relativně nízké úrovni (tj. v rozsahu silně kyselých až velmi silně kyselých půd) může být při smluvním pěstování SMLD naopak žádaným pěstebním záměrem. Proto se doporučuje, aby si každý školkařský provoz (podnik) vytvořil vlastní vyhodnocovací tabulky, které budou odrážet konkrétní směřování péče o půdní úrodnost na lokální úrovni⁶⁸ a které současně budou vycházet z lokálně potvrzeného rozptylu naměřených hodnot. Vzorem k využití (napodobení) se ovšem mohou stát také nejrozličnější vyhodnocovací tabulky staršího i novějšího data, kterých lze v půdoznalecké literatuře vyhledat velké množství. Pro potřeby tohoto výstupu dále jako příklady nabízíme také starší vyhodnocovací tabulky, které byly v letech 1995–2012 na Výzkumné stanici Opočno využívány pro aktivity a služby v rámci poradenské a expertní činnosti VÚLHM pro vlastníky a správce lesa (viz tab. 7-2 a 7-3).

Tabulka 7-2. Kritéria pro hodnocení potenciální výměnné půdní reakce (pH/KCl) stanovené u půd lesních školek po extrakci pomocí chloridu draselného (v koncentraci 1 mol·l⁻¹ KCl). Údaje převzaty z publikace *O půdách v lesních školkách* (orig. NÁROVEC 2003, s. 18–19).

Hodnota pH/KCl	Slovní hodnocení výměnné půdní reakce
< 4,2	velmi silně kyselá
4,2-4,8	silně kyselá
4,9-5,5	středně kyselá
5,6-6,5	mírně (slabě) kyselá
6,6-7,2	neutrální
> 7,2	alkalická

Tabulka 7-3. Kritéria pro hodnocení potenciální výměnné půdní reakce (pH/KCl) stanovené u půd lesních školek různých půdních druhů analytickými metodami, které popsali JAVORSKÝ et al. (1987). Údaje převzaty z realizačního výstupu výzkumného úkolu č. N03-329-869-03 (orig. NÁROVEC 1995⁺⁺).

Hodnocení pro pH/KCl	Hodnoty výměnné půdní reakce (pH/KCl) u půd různého půdního druhu		
	Půdy písčité*	Půdy hlinito-písčité*	Půdy písčito-hlinité*
nízká	<4,8	<5,0	<5,2
vyhovující	4,8-5,8	5,0-6,0	5,2-6,2
vysoká	>5,8	>6,0	>6,2

Legenda *: Kategorizace půdního druhu podle podílu jílnatých částic <0,01 mm v jemnozemi půdních vzorků: půdy písčité do 10 %, hlinito-písčité 11–20 % a písčito-hlinité 21–30 %.

⁶⁸ Většina publikovaných vyhodnocovacích tabulek totiž vychází z pedologických průzkumů, prováděných v minulých i nynějších obdobích většinou na celostátních úrovních daného segmentu. To pro případy lokálních školkařských provozů (středisek) je příliš široké měřítko. Běžně postačí, když si daný školkařský provoz vytvoří vlastní kategorizaci do několika málo úrovní (např. v tab. 7.3 je to segmentace hodnot pH/KCl do tří stupňů).

Vyhodnocovací tabulky využívají různé škály pro diferencované stupně (úrovně) půdní reakce. Nejčastější počet úrovní bývá od 3 (viz tab. 7-3) do 9 (viz tab. 7-5), nejběžněji se tabulky koncipují jako 5stupňové. Využívá se diferenciacce podle půdního druhu, ale někdy i dle typu pěstovaných kultur (viz dále tab. 7-4). V lesních ekosystémech prodělaly půdy za poslední půlstoletí silných imisních vlivů (spadů) značnou nutriční degradaci včetně dlouhodobého okyselování (HRUŠKA a CIENCIALA 2005; ŠRÁMEK et al. 2014). Pro lesní stanoviště, resp. pro dílčí horizonty lesních půd se proto průběžně hledají nové vhodné rozsahy diferencovaných stupňů půdní reakce, odpovídající těmto změnám a také vlivům GKZ a lesnického hospodaření (cf. PODRÁZSKÝ et al. 2015; VAVŘÍČEK a KUČERA 2017 aj.).

Tabulka 7-4. Kritéria pro hodnocení potenciální výměnné půdní reakce (pH/KCl) stanovené pomocí chloridu draselného (v koncentraci $1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$ KCl) u půd trvalých travních porostů, obhospodařovaných na principech ekologického zemědělství. Údaje převzaty z publikace Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku (autoři: POKORNÝ, ŠARAPATKA a HEJÁTKOVÁ 2007, s. 27).

Hodnota pH/KCl	Slovní hodnocení výměnné půdní reakce
< 4,8	velmi nízká
4,8-5,1	nízká
5,1-5,4	střední
5,4-5,7	vysoká
>5,8	velmi vysoká

Tabulka 7-5. Všeobecná kritéria pro hodnocení půdy dle aktivní půdní reakce (pH/H₂O). Upraveno podle učebních textů, které publikovali PODRÁZSKÝ et al. (2015, s. 29).

Hodnota pH/H ₂ O	Slovní hodnocení aktivní půdní reakce
<3,5	velmi silně kyselá
3,5-4,4	silně kyselá
4,5-5,5	středně kyselá
5,6-6,5	mírně kyselá
6,6-7,2	neutrální
7,2-8,0	mírně alkalická
8,0-8,5	středně alkalická
8,5-9,0	silně alkalická
>9,0	velmi silně alkalická

Z příkladů vyhodnocovacích tabulek pro výměnnou a aktivní půdní reakci od různých autorů a z různých oblastí využití (tab. 7-1 až 7-5) je zřejmé, že interpretování úrovní půdní reakci pouze slovním hodnocením může být v některých ohledech matoucí a nepřesné. Nestačí totiž konstatování, že úroveň půdní reakce má být udržována v intervalech například „*středně kyselé půdy*“, neboť jednou je tak tomu při aktivní půdní reakci 4,5–5,5 pH/H₂O (viz tab. 7-5), jindy při 4,9–5,5 pH/KCl (viz tab. 7-2), ale také při 5,1–5,4 pH/KCl (viz tab. 7-4), popř. jinak. Vždy je třeba v provozní dokumentaci o stavu půdní úrodnosti na dílčích produkčních školkařských plochách uvádět číselné (cílové) hodnoty půdní reakce, ke kterým mají ve střednědobém měřítku meliorační zásahy na úpravu hodnoty půdní reakce (pH) směřovat.

V souvislosti se způsobem vyhodnocování a hledání vhodné úrovně půdní reakce v půdách lesních školek je nutné všem praktikům a provozním interpretům výsledků půdních analýz také připomenout, že **živinný režim půd** je různý v půdách rozdílné zrnitosti, neboť jej dominantně **určuje půdní druh** (zrnitostní půdní skladba). Významně jej spoluovlivňují i environmentální a klimatické změny, zejména dostupnost půdní vláhy. Živinný režim v půdě komplexně ovlivňuje aplikovanou soustavu hnojení a výživy pěstovaných rostlin, a proto všechna obecná interpretační pravidla musí být v oblastech, kde jsou obhospodařovány půdy s odlišnými agrochemickými vlastnostmi, vždy individuálně upravena pro lokální podmínky daného hospodářství. U měřítku provozů *Lesoškolek* nejběžněji na střediskovou úroveň.

Také je nutné interpretační rámec, nabízený v předkládané publikaci pro půdní bloky (PB), obhospodařované v rámci společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem, blíže (číselně) specifikovat a vymezit i vůči reálným rozpětím zjištěných půdních druhů u produkčních polí tohoto školkařského podniku (dále uváděná data zrnitostní skladby byla zjišťována v roce 2014 a byla převzata z publikace NÁROVEC 2017*, s. 42–43):

- Podnik je členěn do několika samostatných školkařských středisek (ŠS Albrechtice nad Orlicí; ŠS Dolní Jelení; ŠS Řečany nad Labem; ŠS Kladruby nad Labem; ŠS Brandýs nad Labem a ŠS Františkovy Lázně). S výjimkou ŠS Františkovy Lázně se vesměs jedná o provozy, založené na písčitéch sedimentech pleistocenních teras v České tabuli (povodí řek Labe a Orlice).
- Mechanickou skladbu těchto půd určují **zrna písků** (částice s průměrem zrn od 0,05 do 2,00 mm) s **obvyklým podílem od 75 do 93 %** (průměrně 84,5 % v jemnozemi). Prachové částice (tzv. *silt*, tj. částice od 0,002 mm do 0,050 mm) se v ornicích PB vyskytují v podílu od 0,7 do 18 % (průměrně kolem 6,6 %) a částice jílu (částice pod 0,002 mm) zaujímají podíl od 6,2 do 12,2 % (průměrně 8,9 %).
- Z hlediska současného taxonomického klasifikačního systému půd v ČR (NĚMEČEK et al. 2001) tyto půdy náleží převážně mezi *písky* (převládají ve ŠS Albrechtice nad Orlicí a ŠS Kladruby nad Labem) nebo *hlinité písky* (ŠS Dolní Jelení, ŠS Řečany nad Labem). Hlinitý charakter (*písčité hlíny* a *hlíny*) mají jen pozemky (půdní bloky) ve ŠS Františkovy Lázně a ojedinele také některé produkční plochy na ŠS Řečany nad Labem (např. školkařské pole č. 363 v ornici obsahuje 70 % částic písku, 18 % částic prachu a 12 % částic jílu, takže náleží do kategorie *písčité hlína*; při hodnocení podle Novákovy klasifikační stupnice půdních druhů (tab. 3-1; problematika zrnitosti půd viz dále v kap. 7.2) by se ovšem jednalo stále ještě o zeminu *hlinito-písčitou*, neboť podíl jílnatých částic v jemnozemi se zde blíží, ale nepřekračuje hodnotu 20 %). Množství (podíl) částic s průměrem zrn pod 0,001 mm (tzv. *fyzikální jíl*) se obvykle v jemnozemi ornici u *Lesoškolek* pohybuje od 2,7 do 10,7 %.

Opatření, spojená s dosažením a udržováním optimální reakce půdy na pozemcích lesních školek, patří k základům systematické péče o půdní úrodnost. Udržovacím vápněním se v praxi vykrývají ztráty vápníku elucí (vyluhování) a dalšími vlivy za situace, byla-li již na daném školkařském poli optimální (cílová) hodnota výměnné půdní reakce dosažena. Úprava nevyhovující nízké hodnoty indexu pH na vyšší cílovou (optimální) hodnotu se realizuje melioračním vápněním. To má za úkol přiměřenými aplikacemi bazicky působících hnojiv (převážně mletých vápenců) výměnnou půdní reakci nasměrovat k individuálně vytyčené cílové hodnotě pH (nebo se podle možností alespoň v dílčích krocích co nejvíce k této cílové hodnotě postupně přibližovat, neboť zvláště písčité půdy na stanovištích kyselých edafických řad mívají sklon být obrazně řečeno *konzervativními*).

Na požadovanou hodnotu výměnné půdní reakce lze nahlížet z řady dalších zorných úhlů. Jedním může být **hledisko skladby pěstovaných dřevin**. Tehdy v rozhodování pěstitele SMLD dominuje úsilí o přednostní optimalizace hodnot výměnné půdní reakce směrem k rostlinné produkci. V metodických doporučeních pro hnojení v lesních školkách proto byly v minulosti uváděny a jsou nadále k dispozici také údaje o vhodném rozsahu výměnné půdní reakce pH pro vybrané druhy dřevin. Jako příklad lze uvést optimální hodnoty výměnné půdní reakce (pH/KCl) ve školkách, které specifikoval *Bulletin TEI*, série Pěstování, č. 2 z roku 1987 (LEDINSKÝ 1987):

- 5,0 ±0,2 pH/KCl pro smrky (*P. excelsa*, *P. omorica*) a borovice,
- 5,5 ±0,2 pH/KCl pro modřiny, olše, břízy, duby, jilmy a vrby,
- 6,0 ±0,2 pH/KCl pro javory, buky, habry, jasany, ale také pro jedle a smrk východní.

Topolové školky nejsou součástí výrobní základny společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. a ve výše uváděném výčtu dřevin topoly proto uváděny nejsou. Zakládání a provoz topolových školek má mnohá specifika a patří k nim i preference půd s neutrální půdní reakcí (>6,5 pH/CaCl₂). Kyselá půdní reakce většině druhů topolů nevyhovuje. U obvyklého sortimentu lesnický využívaných druhů dřevin lze ovšem očekávat poměrně značnou toleranci vůči půdní kyselosti, takže na rozpětí výše uváděných optimálních hodnot pH (viz LEDINSKÝ 1987) nelze pohlížet jako na meze nepřekročitelné. Ve školkách se širokým sortimentem pěstovaných dřevin je obtížné z hlediska půdní reakce docílit naprosto optimální stav pro každý jednotlivý druh dřeviny. Ve většině provozů je pH půdy ovšem jen ojediněle homogenní, takže se vždy nabízejí možnosti, jak se lze přiblížit specifickým nárokům některých druhů (DUŠEK 1997). Zmínit lze také možné smluvní pěstování SMLD tzv. „*na míru*“ hodnot předem zadané výměnné půdní reakce, ale též nové vědecké poznatky, že rozdíl mezi hodnotou pH stanoviště lesní školky a místa užití SMLD by neměl převyšovat 1,5 stupně pH (cf. MAUER 2012).

Druhým (a důležitějším) **hlediskem** při optimalizacích úrovně výměnné půdní reakce ve školkách jsou půdní vlastnosti, především pak **zrnitostní půdní skladba**. V případě, že jsou k dispozici některé další upřesňující pedologické informace, může se zohledňovat např. také kvalita jílových minerálů nebo kvalita organické hmoty. Systém AZZP uvádí pro orné půdy jako hlavní hledisko pro optimalizace hodnot půdní reakce zrnitostní půdní skladbu (půdní druh). Doporučení AZZP jsou pochopitelně prioritně určena pro standardní zemědělské plodiny a pro obvyklé poměry polních osevních postupů⁶⁹. V podmínkách většiny lesních školek jsou přímo aplikovatelné jen s určitými výhradami. Přesto společnost LESOŠKOLKY s. r. o. k těmto doporučením v praxi alespoň částečně přihlíží, když ve svém konceptu intenzivního hospodaření na pozemcích s písčitými půdami preferuje výměnnou půdní reakci v intervalu od 5,1 do 5,8 pH/CaCl₂ (podnik *Lesoškolky* pro analytické stanovení výměnného pH dnes dává přednost extrakci půdy výluhem 0,01M CaCl₂).

Univerzálním řešením, které je průnikem obou naznačených přístupů (a snahou vyhovět hlediskům půdního druhu i přizpůsobit se skladbě pěstovaných dřevin), bývají optimalizace výměnné půdní reakce k idealizované hodnotě někde kolem 5,5 pH ±0,2 (5,3–5,7 pH/CaCl₂). Praktičtí lesní školkaři mohou při svých rozhodování přihlížet např. také k vyhodnocovací tabulce (viz tab. 7-3), kterou v minulosti navrhnul a publikoval NÁROVEC (1995⁺⁺, 2003*).

⁶⁹ Uvádí-li *Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice v období 2017 až 2022* (dnes platné znění podle SMATANOVÁ 2020: Metodický pokyn č. 01/AZZP) pro orné půdy všeobecný údaj o optimálních hodnotách výměnné půdní reakce pro zrnitostní kategorie tzv. *středních půd* větší, než je hodnota 6,5 pH/CaCl₂, pak jej nelze přímočaře doporučit pro lesní školkařství (tentýž závěr KUČERA et al. 2019, s. 159).

7.2 ZRNITOSTNÍ PŮDNÍ SKLADBA

Také problematika určování zrnitostního složení půd (též označované jako granulometrické složení, mechanická půdní skladba apod.) uživatelům ze školkařské praxe připomene, jak důsledně se musí při vyhodnocování výsledků zrnitostních analýz dbát na správné (přesné) užívání pojmů a interpretačních postupů podle konkrétních klasifikačních stupnic. Zrnitostní složení půd bývá podkladem pro určení tzv. půdního druhu. Zjišťuje se zrnitostním rozbohem. Výstupem zrnitostního rozboru půd je stanovení relativního zastoupení (v %) jednotlivých velikostně rozdílných minerálních částic v půdě, resp. v její jemnozemi (tj. v sumě minerálních částic o velikosti zrn do 2,00 mm). Zrnitostní rozbor skeletu (tj. částic nad 2,00 mm) může jako doplňkový pedologický ukazatel přicházet v úvahu pouze ve specifických případech některých lesních školek (např. tehdy, kdy podíl skeletu v půdách školek již přesahuje 20 % a kdy upřesněný údaj je zapotřebí použít ke korekci pro výpočty dávek minerálních hnojiv na plošnou jednotku produkčních ploch lesních školek).

Z četných klasifikačních stupnic pro mechanické třídění zemin se lze v tuzemské pedologické praxi obvykle setkávat se stupnicí Kopeckého (z roku 1899), se zjednodušenou stupnicí Spirhanzlovou (z r. 1944) a běžně v zemědělské rostlinné výrobě se stále využívanou stupnicí Novákovou (z r. 1953). VOPRAVIL a kol. (2010, s. 51), kteří uvedené stupnice uvádějí, užití některých těchto klasifikačních metod nicméně označují již za zastaralé. Výtkou směrem k soudobému uplatňování Novákovy klasifikace je skutečnost, že pro určení půdního druhu jako rozhodující (a v praxi často jako jediné) kritérium využívá pouze procentuální obsah I. zrnitostní kategorie v jemnozemi, tj. půdní druh určuje podle podílu jílnatých částic s velikostí (průměrem zrn) pod 0,01 mm (ten se u některých metod pouze dopočítává). Moderní klasifikační systémy při určování zrnitosti zemin (půdního druhu) nicméně přihlížejí alespoň ke dvěma dílčím zrnitostním kategoriím. Stále větší oblibu i u nás v posledních desetiletích získávají klasifikační systémy, které vycházejí z metody Ministerstva zemědělství Spojených států (USDA – *United States Department of Agriculture*). Ta k určení půdního druhu využívá podíly tří dílčích zrnitostních frakcí (*sand* 2,00–0,02 mm; *silt* 0,02–0,002 mm; *clay* <0,002 mm). Finální ohodnocení půdní zrnitosti se u této grafické metody určuje z interpretačního grafu, který má podobu trojúhelníka a kde půdní druh vymezuje průsečík obsahů všech tří vylišovaných zrnitostních frakcí. V dílčích obměnách je dnes tato grafická klasifikace ve světě nejrozšířenější (VOPRAVIL a kol. 2010, s. 52). Uplatňuje ji i *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky* (cf. NĚMEČEK et al. 2001, s. 33)⁷⁰.

V soudobém systému AZZP je ovšem nadále aplikováno tradiční členění půdních druhů podle Novákovy klasifikační stupnice. Jde o pragmatické řešení, které současné agronomické praxi umožňuje využívat dostupná data KPP. Proto, že monitoring půdních poměrů v *Lesoškolkách* usiluje o co nejužší sblížení se systémem AZZP, používá podnik pro segmentaci vybraných indikátorů půdní úrodnosti rovněž **členění půdních druhů podle Novákovy stupnice** (viz tab. 3-1). Při separaci dílčích zrnitostních frakcí užívá tato stupnice tradiční názvoslovnou soustavu, kterou v *Lesoškolkách* přejímáme (uvádí ji údaje tabulky 7-6).

⁷⁰ Při praktické slovní interpretaci výsledků zrnitostních rozborů půd je vždy nutné velmi důsledně dodržovat názvoslovnou soustavu zvoleného klasifikačního systému. Je-li např. půdní druh podle klasifikace USDA finálně popsán jako *písčito-hlína* (in orig. *sandy loam*), pak takové určení není možné zaměňovat (resp. ztotožňovat) kupř. za *písčito-hlinitou zeminu* ve smyslu Novákovy klasifikační stupnice. Jakkoliv slovní označení obou zmíněných půdních druhů působí velmi podobně, jedná se o zeminy odlišné (nestejně) granulometrické skladby. Praktická interpretace proto musí konkrétní názvoslovnou soustavu vždy důsledně ctít. Stejně tak se musí pro zvolený klasifikační systém respektovat členění frakcí do dílčích zrnitostních kategorií užitých pro klasifikaci půdního druhu (blíže např. JANDÁK et al. 2001 a další).

Tabulka 7-6. Slovní označení dílčích zrnitostních frakcí, které se obvykle rozlišují (separují) u analýz granulometrické skladby minerálních zemin v České republice. Údaje převzaty od JANDÁK 1989: *Cvičení z půdoznalství*. [1. vyd. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně 1989: s. 36–60].

Velikost půdních částic (mm)	Slovní označení díleč zrnitostní frakce	Kategorie zrn (členění dle Kopeckého)	Členění částic na jemnozem a skelet
<0,0001	koloidní jíl	(částice <0,01 mm se označují jako jílnaté) I. frakce	JEMNOZEM
0,0001-0,001	fyzikální jíl		
0,001-0,01	jemný a střední prach (silt)		
0,01-0,05	hrubý prach	II. frakce	
0,05-0,25	práškový a jemný písek	III. + IV. frakce (předělem je 0,10 mm)	
0,25-2,00	střední písek	(existují různorodé systémy a názvy pro díleč členění frakcí)	SKELET
2,0-4,0	hrubý písek		
4-30	štěrk		
>30	kameny (>300 mm balvany)		

Vysvětlující poznámka: Samotná III. zrnitostní frakce (částice 0,05–0,10 mm) bývala dříve označována pouze jako „prachový písek“, event. „práškový písek“ (cf. LANÍK a HALADA 1956, s. 182–185). Původní Kopeckého klasifikace vycházela z frakcí, které odděloval Kopeckého plavící přístroj, a jako *práškový písek* uváděla pouze částice 0,05–0,10 mm. Později se při *Komplexním průzkumu zemědělských půd* (zkr. KPP) uplatnilo názvosloví podle klasifikační stupnice Kačinského, kde skupinovou III. kategorií „práškový písek“ reprezentovaly zrna 0,05–0,25 mm, zahrnující navíc i kategorii dříve označovanou jako „jemný písek“ (0,10–0,25 mm). Právě tato skutečnost je ilustrativním případem terminologických odlišností jednotlivých klasifikačních systémů, ke kterým v daném případě přispěl metodologický přechod analytických laboratoří od Kopeckého plavícího přístroje na separaci půdních částic pomocí pipetovací metody. Podrobné vysvětlení terminologických odlišností u zrnitostní frakce „práškový písek“ u rozdílných klasifikačních systémů publikoval např. JANDÁK (1989, s. 57).

Tabulka 7-7. Slovní označení tříd půdních druhů dle texturního klasifikačního trojúhelníku v taxonomickém systému České republiky (CZ) a v klasifikačním systému Ministerstva zemědělství Spojených států – *United States Department of Agriculture* (USDA).

Půdní druh (třída)	Slovní označení půdních druhů u klasifikačního systému v ČR (CZ) a USDA	
	CZ	USDA
1.	PÍSEK	sand
2.	hlinitý PÍSEK	loamy sand
3.	písčítá HLÍNA	sandy loam
4.	HLÍNA	loam
5.	písčítá jílovitá HLÍNA	sandy clay loam
6.	jílovitá HLÍNA	clay loam
7.	prachovitá HLÍNA	silt loam
8.	PRACH	silt
9.	prachovitá jílovitá HLÍNA	silty clay loam
10.	písčítý JÍL	sandy clay
11.	prachovitý JÍL	silty clay
12.	JÍL	clay

7.2.1 Novákova klasifikace půdních druhů

Zrnitost patří mezi základní charakteristické znaky půd, avšak sama o sobě k podrobné charakteristice půd nepostačuje. Zrnitostní složení silně ovlivňuje konzistenční a technologické vlastnosti půd, jakými jsou soudržnost, přilnavost a zpracovatelnost. Proto se vždy v praxi tyto vlastnosti spojují (a popisují) právě ve vazbě se zrnitostí (již KOPECKÝ 1910; KAVKA 1949; NOVÁK 1954; LANÍK a HALADA 1956 a další). Půdy s vyšším obsahem písku se označují jako *lehké*, půdy s obsahem *siltu* (frakce: jemný a střední prach) jako *střední* a půdy s obsahem jílu jako *těžké*. To vlastně znamená **půdy lehce, středně a těžce obdělávatelné**.

Mechanické složení půdy se zjišťuje ve specializovaných laboratořích půdním rozbořem. Užívaných je několik hlavních metod zrnitostního rozboru. Výsledky zrnitostní analýzy vedou k označení půdního druhu. Základem označení je mechanická analýza jemnozeme. Přihlíží se také k obsahu šterku (skeletu), množství karbonátů (vápnitosti) a u silně humózních zemin také k obsahu humusu. K vlastní klasifikaci se užívá různých vyhodnocovacích tabulek (Kopeckého, Novákova), nebo klasifikačních diagramů (Spirhanzlův grafikon, trojúhelníkový diagram). Výsledek klasifikace se vyjadřuje jednak slovně (např. jako *hlína jemně písčitá* atd.), jednak označením druhu zeminy tabulkově, nebo graficky (zrnitostní křivkou, cyklogramem). U nás v zemědělství nadále dominuje **stupnice Novákova**, která byla zavedena již do KPP. Rozlišuje (viz tab. 3-1) 7 druhů půd podle kvantitativního zastoupení zrn I. kategorie (to jsou částice pod 0,01 mm) v jemnozemi.

Obsahuje-li zemina **přes 75 % skeletu**, klasifikuje se jako šterkovitá nebo kamenitá. Obsahuje-li zemina skeletu méně, označuje se podle zrnitosti jemnozeme a připojuje se k takovému půdnímu druhu i slovní specifikace množství příměsi skeletu: zemina *s příměsí skeletu* (5–10 % skeletu), *slabě šterkovitá* (10–25 % skeletu), *středně šterkovitá* (26–50 % skeletu) a *silně šterkovitá*, nebo *kamenitá* (51–75 % skeletu).

Vápnité zeminy se označují podle ekvivalentu (obsahu) CaCO_3 , přičemž se označení připojuje ke zjednodušenému označení půdního druhu (např. slín písčitý, hlinitý, jílovitý). Rozeznávají se zeminy *slabě vápnité* (do 3 % CaCO_3), *vápnité* (do 25 % CaCO_3), *slíny* (rozmezí 26–60 % CaCO_3) a *vápnité zeminy* (nad 60 % CaCO_3).

Humusové zeminy obsahují >20 % humusu a podobně jako u slínu a vápenatých zemin se podle obsahu jílnatých částic označují jako písčité, hlinité a jílovité. Při podílu I. zrnitostní frakce do 20 % se taková zemina klasifikuje jako písčitá *humusová*, při podílu I. zrnitostní frakce v rozmezí 21–45% jako *hlinitá humusová* zemina a při podílu I. zrnitostní frakce přes 45 % částic jako *jílovitá humusová* zemina.

7.2.2 Soudobý klasifikační systém

Pro klasifikaci půd v ČR se již 2 desetiletí užívá pozměněné třídění podle 3 skupin frakcí. Vzorem pro *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky* (cf. NĚMEČEK et al. 2001) byly klasifikační systémy USDA a jejich trojúhelníkový diagram. V jemnozemi se tak vylišují 3 odlišné frakce: *jíl* (pod 1 μm či pod 2 μm), *prach* (od 0,001 či 0,002 mm až do 0,050 mm) a *písek* (od 0,050 do 2,00 mm). Klasifikační trojúhelník diferencuje půdní druhy do 12 tříd (viz tab. 7-7), přičemž ty se někdy seskupují do 5 seskupených tříd (jsou to třídy: 1–lehká zemina, 2–lehčí střední zemina, 3–střední zemina, 4–těžká zemina a 5–velmi těžká zemina).

7.2.3 Přepočty obsahu jílové frakce v půdě

U trojúhelníkového diagramu USDA se uplatňuje zrnitostní frakce <0,002 mm, zatímco tuzemský klasifikační systém užívá také frakci <0,001 mm. NĚMEČEK et al. (2001, s. 34) proto uvádí graf přepočtu podílu frakcí pod 0,001 mm na obsah frakcí pod 0,002 mm, tedy na velikost zrna, se kterým kalkuluje trojúhelníkový diagram USDA.

Převod obsahu jílové frakce u půd z 0,001 na 0,002 mm (koeficient korelace $R^2 = 0,9748$):

$$y = 1,1503x + 2,3676 \quad , \text{ kde}$$

x = % částic pod 0,001 mm,

y = % částic pod 0,002 mm.

7.2.4 Jiné zrnitostní klasifikace

Jako zajímavost zde lze uvést, že jedním z nejstarších objektivních způsobů třídění zemin je tzv. *Atterbergův systém* zrnitostních kategorií. Je založený na předpokladu rovnoměrného zastoupení půdních frakcí ve studovaných zeminách. Stupnice Atterbergova systému má konstantu $0,1 \times 10^{1/2} = 0,316$ (mm) a s jejím využitím se rozlišují zrnitostní kategorie v tomto sledu: jíl (<0,002 mm), jemný prach (0,002–0,0063 mm), (střední) prach (0,0063–0,02 mm), hrubý prach (0,02–0,063 mm), jemný písek (0,063–0,2 mm), (střední) písek (0,2–0,63 mm) a hrubý písek (0,63–2,00 mm).

Od konce 19. století byla u nás zaváděna *klasifikace Kopeckého*, která souvisela s frakcemi (zrnitostními kategoriemi), stanovenými v Kopeckého plavicím přístroji: I. jílnaté částičky (<0,01 mm), II. prach (0,01–0,05 mm), III. práškový písek (0,05–0,10 mm) a kategorie IV. písek (0,1–2,00 mm). Toto původní Kopeckého pojmenování bylo později upraveno takto: koloidní jíl (<0,0001 mm), fyzikální jíl (<0,001 mm), jemný prach (0,001–0,01 mm), jílnaté částice (<0,01 mm), prach (0,01–0,05 mm), práškový písek (0,05–0,10 mm), písek (0,1–2,00 mm) a skelet (průměr >2,00 mm).

Pro potřeby KPP byla v 60. a 70. letech minulého století v ČSSR využívána názvoslovná soustava, jež vycházela z *klasifikační stupnice Kačinského*: jíl (<0,001 mm), jemný prach (0,001–0,005 mm), střední prach (0,005–0,01 mm); [předchozí 3 jednotlivé kategorie se **skupinově** označovaly jako „jílnaté částice“ (tzv. I. kategorie)]; hrubý prach (0,01–0,05 mm) [**skupinově** označení jako „částice prachu“, tzv. II. kategorie]; jemný písek (0,05–0,25 mm) [**skupinově** jako „práškovitý písek“, resp. III. kategorie]; střední písek (0,25–2,00 mm) [**skupinově** jako „písek“, resp. IV. kategorie]; hrubý písek (2,0–4,0 mm), štěrk (4,0–30,0 mm) kamení (>30,0 mm) [poslední 3 jednotlivé kategorie se **skupinově** označují jako „skelet“].

Zastoupení zrnitostních frakcí (kategorií) udává zrnitostní druh půdy s individuálním pojmenováním vždy podle konkrétně použitého klasifikačního systému. U nás se také dlouho

používal *Kopeckého klasifikační systém* později vycházející z grafikonu, který se označoval jako *Spirhanzlv klasifikátor* (viz SPIRCHANZL 1944)⁷¹.

V rámci KPP se zrnitostní klasifikace prováděla podle stupnice prof. Václava Nováka⁷² (jeho vysokoškolské učební texty viz např. NOVÁK 1954). Její základní členění (označení půdního druhu) vycházelo z procentuálního podílu jílnatých částic v jemnozemi a bylo následující: jíl (>75 % jílnatých částic), jílovitá zemina (60–75 %), jílovito-hlinitá zemina (45–60 %), hlinitá zemina (30–45 %), písčito-hlinitá zemina (20–30 %), hlinito-písčítá zemina (10–20 %) a také písčítá zemina (0–10 %). Byl-li obsah jílnatých částic (<0,01 mm) roven nule, označovala se taková zemina jako „*písek*“, event. „*hrubý písek*“, popř. jako „*vátý písek*“ (Novákovu stupnici přibližují údaje v tabulce 3-1).

Doplňující poznámky: V této souvislosti je nutné také doplnit poznámku, že zrnitostní kategorie *hrubý písek* u skeletu (jde teď o kategorii skeletu od 2 do 4 mm!) se nejen v terénu vymyká objektivnímu posouzení. Při laboratorní přípravě vzorků jemnozeme často dochází k rozrušování skeletu této kategorie. A tím dochází i k částečnému „vylehčování“ výsledků zrnitostních rozborů. Proto se z hodnocení skeletovitosti zpravidla zrna velikosti 2–4 mm vylučují. Jinak je tomu ovšem u případů písčítých zemin, kde pro značnou odolnost nedochází k rozrušování skeletu této kategorie a kde z agronomického hlediska je naopak žádoucí vydělení jemných a hrubých písků. V takovém případě se hodnotí i obsah *hrubého písku* (zrna velikosti 2–4 mm) a při jeho podílu nad 50 % se zemině přisuzuje název *hrubě písčítá zemina* jako samostatná kategorie, s případným dalším slovním oceněním hrubších kategorií skeletu. Stanovení skeletu se u odebraných půdních vzorků vypočítává buď v hmotnostních, nebo v objemových procentech.

Příklad hmotnostního stanovení celkového obsahu skeletu ve vzorku půdy: Z původního na vzduchu vyschlého vzorku se odváží 500 g průměrného vzorku. Vzorek se poté promývá na 2 mm síť s použitím ostrého štětce. Čistý skelet se spláchne ze síta na porcelánovou misku a potom do vysoušecího kelímku. Vysušení probíhá při 105 °C. Po vychladnutí se frakce zváží a vyjádří v % hmotnosti původního vzorku. Např. 290 : 500 g = 58 % skeletu.

⁷¹ Práce s grafikonem byla jednoduchá. Horizontální osa nese stupnici procentuálního zastoupení I. zrnitostní frakce (částice menší než 0,01 mm), vertikální osa zastoupení II. zrnitostní kategorie (0,01–0,05 mm). Zjištěnou hodnotou I. kategorie se vede vertikála, hodnotou II. kategorie horizontála. Jejich průsečík se protne v políčku, jehož pojmenování dává název klasifikované zemině. Padne-li průsečík do políčka hlín, provede se doplňující (podrobnější) klasifikace podle zastoupení III. a IV. kategorie. Je-li IV. kategorie větší než 20 %, jde o *hlínu písčitou*, a tím klasifikace končí. Je-li IV. kategorie menší než 20 %, ale součet III. a IV. kategorie je větší než 30 %, jde o *hlínu jemně písčitou* (a tím rovněž klasifikace takové zemině končí). Je-li IV. kategorie méně než 20 % a současně je-li součet III. a IV. kategorie menší než 30 %, jde o *hlínu* (bez jakéhokoliv bližšího označení).

⁷² Prof. Ing. Dr. Václav Novák (1888–1967) je zakladatel moderního československého půdoznalství. Jako vědec, vysokoškolský pedagog a akademický funkcionář (zastával i funkci rektora) působil na Vysoké škole zemědělské v Brně.

7.2.5 Tradiční Kopeckého stupnice zkoušená v podmínkách *Lesoškoklek*

Skutečnost, že půdy obhospodařované v rámci podniku LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem podle výsledků pedologického průzkumu z roku 2015 vykazují relativně úzké rozpětí hodnot jednotlivých podílů hlavních zrnitostních kategorií, motivovala řešitelský tým zprvu vyzkoušet i tradiční tuzemskou názvoslovnou soustavu pro zrnitostní půdní skladbu⁷³. Jako vyhovující se tak na počátku řešení úkolu jevila i možnost (návrh) členit půdy lesních školek podle nejstarší Kopeckého klasifikace z roku 1910, a to hlavně s využitím Spirhanzlova klasifikátoru, kde vstupními parametry pro určení půdního druhu byly zejména podíl I. zrnitostní frakce (jílnaté částice), dále pak II. zrnitostní frakce (hrubý prach) a v některých případech i III. zrnitostní frakce nebo její suma se IV. zrnitostní frakcí (částice písků). Předpokládalo se, že studované lesní školky společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem budou vykazovat následující diferencované půdní druhy (jejich přehled přibližuje tabulka 7-8). Tyto výchozí návrhy ale později nenalezly v provozní praxi *Lesoškoklek* další praktického uplatnění. V podmínkách *Lesoškoklek* se hlavním diferenciačním předělem staly čtyři zrnitostní kategorie (půdní druhy), segmentované podle Novákovy klasifikační stupnice (viz tab. 3-1): půda písčité (p); hlinito-písčité (hp); písčito-hlinitá (ph) a hlinitá (h).

Tabulka 7-8. Slovní označení půdního druhu včetně užívané zkratky (zkr.) a číselných kódů (Z1 až Z8) v provozní dokumentaci půdních bloků u společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem během jejího experimentálního zavádění v letech 2014–2015. Pro diferencované názvy půdního druhu byla použita původní Kopeckého klasifikační stupnice, která zeminy do příslušného půdního druhu začleňuje podle procentuálního podílu zrnitostních frakcí kategorií I. a II. (popř. u hlín i kategorie III., event. i IV.). Podklady pro takovou slovní interpretaci granulometrické skladby minerálních zemín byly převzaty od JANDÁK (1989).

Název půdního druhu ⁷⁴ (podle Kopeckého stupnice)	Označení		Začlenění do příslušného půdního druhu podle podílu těchto dílčích zrnitostní frakcí
	zkr.	kód	
písek jílnatě zakalený	P _(j)	Z1	I <10; II <10
písek slabě hlinitý	P _(h)	Z2	I <10; II >10
písek jílnatý	P _j	Z3	I = 10-25; II <5
písek jílnatohlinitý	P _{jh}	Z4	I = 10-25; II = 5-10
písek hlinitý	Ph	Z5	I = 10-25; II = 10-35
hlína	H	Z6	I = 10-45; II >20; I+II >45
hlína jemně písčité	H _p	Z7	I = 10-45; II >20; I+II >45; III+IV >30
hlína písčité	H _(p)	Z8	I = 10-45; II >20; I+II >45; IV >20

Vysvětlující poznámka: Sloupec s označením „kód“ byl jen interním pokusem rozčlenit si školky podle několika typických ukazatelů (vedle zrnitostní skladby to měl být ještě i obsah humusu a také výměnná půdní reakce), které by v souhrnu vystihovaly něco jako „stupeň naléhavosti“ z hlediska plánování melioračních opatření, resp. by byly signálem (provozně-ekonomickým ukazatelem) pro plánování (a ekonomické řízení) zúrodňovacích opatření z hlediska biologických (stanovištních) možností a zejména z hlediska ekonomické oprávněnosti konkrétních navrhovaných opatření. Po roce 2016 se od těchto prvotních návrhů ustoupilo, neboť se začala dávat přednost individuálním řešením péče o půdy v každé jednotlivé školce (resp. ve školkařském středisku) podniku LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem. Zde jsou podrobnosti výchozích představ a návrhů řešení projektu TA04021467 uváděny pouze jako inspirativní podnět pro případné napodobení.

⁷³ Tyto výchozí návrhy řešení ale později nenalezly v provozní praxi *Lesoškoklek* další praktického uplatnění.

⁷⁴ Půdní druh podle Kopeckého klasifikační stupnice byl klasifikován s využitím Spirhanzlova klasifikátoru.

7.3 OBSAH ROSTLINÁM PŘÍSTUPNÝCH ŽIVIN STANOVENÝ METODOU *MEHLICH III*

7.3.1 Obsah rostlinám přístupného fosforu

Pro hodnocení obsahu rostlinám přístupného fosforu (chemická značka P) v půdách lesních školek se v podniku LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem využívají interpretační kritéria, která jsou platná pro spektrofotometrické stanovení fosforu a totožná s pracovními postupy agrochemického zkoušení zemědělských půd – viz tab. 7-9 (orig. SMATANOVÁ 2020).

Tabulka 7-9. Kritéria hodnocení obsahu rostlinám přístupného fosforu (P) v minerálních půdách lesních školek společnosti Lesoškolky s. r. o. (extrakce postupem dle *Mehlich III*)

Slovní označení kategorie obsahu rostlinám přístupného fosforu v půdách lesních školek	Obsah rostlinám přístupného fosforu (P) stanovený metodou <i>Mehlich III</i> (v mg/kg)
nízký (N)	≤50
vyhovující (VH)	51–80
dobrý (D)	81–115
vysoký (V)	116–185
velmi vysoký (VV)	>185

7.3.2 Obsah rostlinám přístupného draslíku, hořčíku a vápníku

Pro hodnocení minerálních živin K, Mg a Ca u půd lesních školek bylo při 2. etapě řešení úkolu v *Lesoškolkách* uplatněno doporučení, které pro draslík (K) a hořčík (Mg) v půdě publikovali NÁROVCOVÁ et al. (2016*). Pro rostlinám přístupný vápník (Ca) v půdě školek byla využita kritéria metodického pokynu ÚKZÚZ, která zkompletovala SMATANOVÁ (2020).

Tabulka 7-10. Kritéria pro hodnocení obsahu rostlinám přístupného draslíku (K), hořčíku (Mg) a vápníku (Ca), stanoveného v minerálních půdách produkčních polí (lesních školek) společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem extrakcí podle *Mehlich III*.

Slovní označení kategorie obsahu rostlinám přístupných živin v půdách lesních školek	Obsah přístupných živin ve svrchní orniční vrstvě půdy stanovený analytickou metodou <i>Mehlich III</i> (v mg/kg)		
	draslík (K) a hořčík (Mg)		vápník (Ca) ⁺
	seskupené kategorie půdních druhů		
	(p) a (hp) *	(ph) a (h) *	(ph) a (h) *
nízký (N)	≤50	≤100	≤1100
vyhovující (VH)	51–100	101–150	1101–2000
dobrý (D)	101–200	151–300	2001–3300
vysoký (V)	201–350	301–400	3301–5400
velmi vysoký (VV)	>350	>400	>5400

Pozn. *: Označení půdního druhu příslušným symbolem (p), (hp), (ph) a (h) podle tradiční Novákovy klasifikační stupnice rozvádí tab. 3-1.

Pozn. ⁺: Kategorizace půd podle obsahu rostlinám přístupného vápníku se v lesních školkách zpravidla využívá pouze jako doplňkový pedologický indikátor. Při usměrňování dávek vápnění se přihlíží hlavně k hodnotám pH.

7.4 OBSAH ORGANICKÝCH LÁTEK V PŮDÁCH ŠKOLEK

Organické látky v půdě představují její veškerou spalitelnou hmotu. Analyticky se stanovují jako oxidovatelný uhlík (C_{ox}) a vyjadřují se v % hmotnosti půdy. Ze stanovení oxidovatelného uhlíku se jednoduchých výpočtem odvozuje tzv. *obsah humusu* (H_{ox}) v půdě, a to podle vzorce: $H_{ox} = C_{ox} \times 1,724$ (v %). Uvedeným způsobem vypočítaný obsahu "humusu" samozřejmě nereprezentuje obsah pravých (sekundárních, přeměněných) humusových látek v půdě. Výše uvedený číselný koeficient 1,724 je založen výhradně jen na empirickém (a pro potřebu výpočtu jen teoretickém) předpokladu, že humus obsahuje 58 % uhlíku. Dospělo se k němu tak, že číselná hodnota 100 v čitateli se vydělila 58 ve jmenovateli (= 1,724). Obsah organických látek v půdě tedy je pouze násobkem společného stanovení obsahu primární a sekundární organické hmoty v půdě (analyticky stanovené společně jako C_{ox}). Otázka primární a sekundární organické hmoty je především otázkou, zda proběhly jen rozkladné procesy přeměn zdrojů organické hmoty půdy, nebo i reakce procesů syntézy. Přitom je logické, že vlastnosti a specifické znaky původního (primárního) organického materiálu v půdě (odumřelých zbytků rostlinných a živočišných organismů) jsou diametrálně odlišné od (sekundární) organické hmoty, přeměněné na tmavě zbarvené polydispersní substance o vysoké molekulární hmotnosti (humus, resp. humusové látky v pravém smyslu slova). Výpočtem stanovený obsah „humusu“ ($H_{ox} = C_{ox} \times 1,724$) proto nevyjadřuje kvalitativní stránku organické hmoty v půdě. Prosté vzájemné porovnávání půd podle obsahu H_{ox} má proto svá úskalí (např. půda s nižším obsahem humusu H_{ox} může mít vyšší sorpční kapacitu, lepší pufrovitost, vyšší mikrobiální aktivitu apod. než půda s vyšším obsahem humusu H_{ox}).

Obecná kritéria pro hodnocení obsahu organických látek (humusu) v půdách lesních školek navrhnul NÁROVEC (2003*, resp. 1995⁺⁺), který zvolil následující členění půd do kategorií:

- velmi slabě humózní do 1,7 % H_{ox} ,
- slabě (mírně) humózní 1,8–3,0 % H_{ox} ,
- středně humózní 3,1–4,5 % H_{ox} ,
- humózní 4,6–7,0 % H_{ox} ,
- silně humózní nad 7,0 % H_{ox} .

Z pohledu dnešních zkušeností se ovšem již nejedná o plně uplatnitelnou segmentaci. Toto členění totiž odpovídalo tradičnímu konceptu pěstování SMLD v lesních školkách, při kterém se od roku 1963 (nově vydanou normou ON 48 2351 *Hnojení v lesních školkách*) direktivně po lesnické školkařské praxi požadovalo, aby usilovala o dosahování nejméně tříprocentního podílu humusu (H_{ox}) v ornicích školek. Pravidelným organickým hnojením měl být obsah humusu v orničním profilu lesních školek udržován minimálně na úrovni 3 % H_{ox} nejen z důvodu, že to bylo prospěšné pro zajištění kontinuity biologických procesů v půdě, ale také proto, že organická hmota byla tehdy chápána jako nejdůležitější zdroj minerálních živin pro výživu pěstovaných semenáčků a sazenic lesních dřevin (PEŘINA a MATERNA 1970)⁷⁵. Půdy lesních školek měly být při tomto pojetí (v *tradiční* soustavě hnojení) systematicky udržovány na úrovni středně humózních až humózních zemín s podílem H_{ox} od 3 do 7 %. Že se tuto výchozí ideu nedařilo našemu lesnímu školkařství v příštích desetiletích vývoje naplňovat, dokládají i tehdejší sdělení v odborné literatuře (viz např. MAUER 1978; LEDINSKÝ 1988 aj.).

⁷⁵ Experimentální práce Ing. Jiřího Ledinského, CSc. (VÚLHM Jiloviště-Strnady), které potvrzovaly pozitivní růstové odezvy semenáčků borovice lesní a sazenic smrku ztepilého na přihnojování stupňovanými dávkami dusíku z průmyslových hnojiv, byly publikovány až později (viz LEDINSKÝ 1970, 1974, 1975, 1977, 1980).

V současnosti nejméně polovina produkčních ploch v *Lesoškolkách* uvedeného a dlouhodobě se tradujícího minimálního limitu 3,0 % H_{ox} na svých produkčních školkařských plochách pro pěstování PSM nedosahuje. V tomto ohledu tristní je ovšem situace prakticky i kdekoli jinde, kde se organickému hnojení nevěnuje patřičná pozornost, takže by předchozí členění bylo možné upravit (a modifikovat) např. do dále uvedené posloupnosti slovních hodnocení relativních obsahů organických látek (humusu) v půdách lesních školek⁷⁶:

- velmi slabě humózní pod 1,0 % H_{ox},
- slabě (mírně) humózní 1,0–2,0 % H_{ox},
- středně humózní 2,1–4,0 % H_{ox},
- silně humózní 4,1–8,0 % H_{ox},
- velmi silně humózní nad 8,0 % H_{ox}.

Na reálný obsah organické hmoty v půdě a na její úlohu u půd jednotlivých zrnitostních kategorií se nicméně nyní v *Lesoškolkách* nahlíží důsledně individuálně. Na sorpčně slabých písčitéch půdách se nadále preferuje vliv organických látek na sorpční procesy v půdě (zadržování a poutání dodávaných minerálních živin). Na hlinitých půdách mohou naopak do popředí vystupovat účinky na stabilizaci půdní struktury, zmírňování důsledků technogenního zhutňování půdy apod. Konkrétní požadavky jednotlivých školkařských provozů (středisek) na „dobrý“, „střední“ či „nízký“ (tedy na *slabě*, *středně* a *silně humózní*) obsah organických látek v ornici konkrétních školkařských polí se proto mohou značně lišit. Klasifikace půd podle obsahu organických látek (resp. humusu) v lesních školkách, která byla nyní v období let 2016–2020 ve společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem uplatňována při hodnocení půd je uvedena v tabulce 7-11. Rozsah a odstupňování vyhodnocovací tabulky se v rámci *Lesoškolek* osvědčilo a bude se i nadále v provozní praxi uplatňovat.

Tabulka 7-11. Kritéria hodnocení obsahu humusu (H_{ox}) v minerálních půdách lesních školek u společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem (užívaná v období let 2016–2025)

Slovní označení kategorie obsahu organických látek v půdách lesních školek	Obsah oxidovatelného uhlíku (C _{ox}), resp. humusu (H _{ox}) v minerálních půdách lesních školek (v %)	
	C _{ox}	H _{ox} *
velmi nízký (VN)	≤0,92	≤1,60
nízký (N)	0,93–1,39	1,61–2,40
střední (S)	1,40–1,85	2,41–3,20
dobrý (D)	1,86–2,32	3,21–4,00
velmi dobrý (VD)	>2,33	>4,01

Pozn. *: Obsah humusu (H_{ox}) je odvozen ze stanovení C_{ox} v půdě převodem podle vzorce: H_{ox} = C_{ox} × 1,724

⁷⁶ Nejde přitom o jakkoliv nahodile zvolené číselné intervaly obsahů organických látek v půdách. Pro dále doporučené členění byl vzorem klasifikační systém, dlouhodobě uplatňovaný v germanofonních zemích. Lépe odpovídá i našim tuzemským poměrům a lze jej vyhledat v příslušné půdoznalecké, resp. školkařské literatuře (zdrojem informací byly statě od WITT, H.-H. 1997a: Bodenschutz. In: KRÜSSMANN, G. et al.: *Die Baumschule. Ein praktisches Handbuch für Anzucht, Vermehrung, Kultur und Absatz der Baumschulpflanzen*. 6., völlig neubearbeitete Auflage. Berlin, Parey Buchverlag 1997, s. 198–218).

7.5 OBSAH CELKOVÉHO DUSÍKU V PŮDÁCH ŠKOLEK

Pro stanovení obsahu celkového dusíku (N_t) v půdách se standardně užívá mineralizace tzv. Kjeldahlovou metodou. Návrh slovní klasifikace půd podle obsahu celkového dusíku (v %) v lesních školkách společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem uvádí tabulka 7-12.

Tabulka 7-12. Hodnocení obsahu celkového dusíku (N_t) ve svrchním profilu minerálních písčitéch půd na produkčních polích společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem

Slovní označení kategorie obsahu celkového dusíku v půdách lesních školek	Obsah celkového dusíku (N_t) stanovený mineralizací dle Kjeldahla (v %)
velmi nízký (VN)	$\leq 0,08$
nízký (N)	0,08–0,12
střední (S)	0,13–0,16
dobrý (D)	0,17–0,20
velmi dobrý (VD)	$> 0,20$

7.6 KATIONTOVÁ VÝMĚNNÁ KAPACITA V PŮDÁCH ŠKOLEK

Kationtová výměnná kapacita (zkr. KVK) představuje množství kationtů (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ a Na^+), které jsou vázány na půdní sorpční komplex a které mohou být iontovou výměnou uvolňovány pro výživu rostlin. Vyjadřuje se v milimolech chemických ekvivalentů na 1 kg zeminy, což představuje tolik mg dané látky (prvku), kolik činí její atomová nebo molekulová hmotnost dělená příslušnou valencí (např. u hořčíku = $24,31/2 = 12,15$ mg Mg). Starším synonymem (označením) této jednotky býval např. mekv./kg, meq/kg nebo mval/kg (miliekvivalent, resp. milival). Základní interpretační rámec pro hodnocení aktuální KVK u orných půd uvádějí údaje v tabulce 7-13, převzaté z metodik pro AZZP. Stejně slovní hodnocení doporučuje i příslušná legislativa (např. vyhláška č. 275/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů). Nicméně samostatně se suma kationtů jako číselná hodnota, získaná součtovou metodou, v agronomické praxi zpravidla nehodnotí. Z aplikovaných výstupů pro lesní školkaře lze odkázat na statě, které k využití dat KVK zkoncipoval DUBSKÝ (2020).

Tabulka 7-13. Hodnocení kationtové výměnné kapacity (KVK v milimolech chemických ekvivalentů na 1 kg zeminy) svrchních orničních profilů orných půd (převzato z Pracovních postupů pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v ČR – orig. SMATANOVÁ 2020)

Slovní hodnocení úrovně kationtové výměnné kapacity (podle Pracovních postupů AZZP v ČR v období 2017 až 2022)	Hodnoty kationtové výměnné kapacity (v mmol chem. ekv. na 1 kg půdy)
nízká (N)	≤ 120
střední (S)	121–180
vysoká (V)	> 180

Optimalizací zastoupení kationtů v sorpčním komplexu mají být vytvářeny předpoklady pro jejich harmonické uvolňování ze sorpčních vazeb do půdního roztoku a tím i pro vyváženou výživu pěstovaných rostlin (VANĚK et al. 2012)⁷⁷. Základní interpretační rámec pro hodnocení údajů KVK u orných půd kalkuluje především s tím, aby zastoupení kationtů hořčíku (Mg) v sorpčním komplexu bylo cca 2-3krát vyšší než je zastoupení draslíku (K). Pokud tomu tak není, pak se na dotčeném půdním bloku (pozemku) zpravidla omezuje hnojení draselnými hnojivy (např. KLÍR et al. 2008; KLÍR a KOZLOVSKÁ 2012; KLEMENT 2013; REJŠEK a VÁCHA 2018, s. 323, 344–350; PAVLŮ 2018; NÁROVCOVÁ et al. 2016*, s. 38–41; SMATANOVÁ 2020; DUBSKÝ 2020 a další).

* * *

⁷⁷ Proto, že množství vodorozpustného K v půdním roztoku závisí na půdním druhu a dále na obsahu výměnného K v půdě, je nebezpečí zvýšení obsahu K v půdním roztoku výrazně vyšší právě na lehkých (písčitých) půdách než na půdách střední zrnitostní kategorie. Vlivem antagonistického působení K vůči ostatním kationtům tak může na písčitých půdách snadno docházet k disharmoniím v příjmu kationtů rostlinami, resp. k luxuriantnímu příjmu draslíku na úkor ostatních prvků (kationtů). Uvádí se (VANĚK a kol. 2012, s. 120), že toto riziko bývá aktuální již při vyšším obsahu K v půdním roztoku než je 40 mg K na 1 dm³. K tomu na lehké (písčité) půdě ovšem může docházet již při obsahu výměnného draslíku v půdě kolem 150 mg K v 1 kg a vyšším. Přesné určení půdního druhu a znalost relací mezi prvky v kationtové výměnné kapacitě je tak důležitým předpokladem pro racionální a ekologicky šetrné aplikace průmyslových hnojiv (zejména draselných nebo hořečnatodraselných hnojiv se snadnou rozpustností ve vodě).

8. ZÁKLADNÍ AGROCHEMICKÉ VZTAHY (výňatky z učebních textů vysokých škol)

Starší i soudobá lesnická půdoznalecká literatura (např. JANDÁK et al. 2001, 2008; VAVŘÍČEK a KUČERA 2017) stejně jako prameny, vztahující se k environmentální chemii a výživě rostlin, nejčastěji půdu popisují jako *trojfázový systém*, který sestává z pevné, kapalné a plynné složky (též označované jako *fáze*). Tyto fáze, na kterých do značné míry závisí diferencovaný vývoj půd⁷⁸ a všechny probíhající půdotvorné procesy, jsou v zeminách zastoupeny v různých poměrech. Vhled do fázového složení půdy (soustavy půdních složek) přinášely pro studenty agronomie, lesnictví a zahradnických studijních oborů (ty jsou technologiím pěstování SMLD na minerálních půdách dnes relativně nejbližší) i četné další učebnice nebo studijní texty od čelních představitelů agropedologie a agrochemie na našich zemědělských vysokých školách. Z množiny těchto textů lze ke studiu lesním školkařům doporučit a ke kompilaci nyní využít např. ty statě či jejich fragmenty, jejichž autory jsou JURČÍK (1984), ŠARMAN (1984), VANĚK (1992), KOLÁŘ (1992), RICHTER (1994), JANEČEK a kol. (1998, 2012), VANĚK et al. (2012), PODRÁZSKÝ et al. (2015), PAVLŮ (2018) a mnozí další pedagogové a pedologové.

Podle JURČÍKA (1984, s. 68) jsou nejdůležitějšími faktory, spolupůsobícími při tvorbě a zvyšování úrodnosti půdy:

1. Složení půdy (fázové, chemické, zrnitostní), podmiňující fyzikálně-chemické, koloidně-chemické a biologické vlastnosti půdy,
2. hloubka ornice,
3. hloubka spodní vody,
4. svahovitost a expozice terénu,
5. klimatické podmínky (nadmořská výška, srážky, teplota),
6. činnost člověka.

8.1 SLOŽENÍ PŮDY

Složení půdy určujícím způsobem ovlivňuje živný režim v půdě a tedy i volbu soustavy hnojení, neboť fázové, zrnitostní a chemické složení je u různých půd velmi odlišné a ve svém komplexním působení podmiňuje tvorbu fyzikálních, fyzikálně-chemických, biologických aj. vlastností půdy. Při studiu těchto vlastností a chemického složení půdy rozeznáváme fázi tuhou, kapalnou a plynnou.

8.1.1 Tuhá fáze půdy

Tuhá fáze (složka) půdy sestává jednak z **minerálního** podílu, na který připadá u většiny našich půd až 95–98 % hmotnosti sušiny všech pevných částic půdy, jednak z **organického** podílu půdy (cca 2–5 % hmotnosti sušiny tuhé fáze půdy), který má určující roli z hlediska rozvoje půdní úrodnosti a stability fyzikálně-chemických a biologických vlastností půdy.

⁷⁸ Jako názvoslovné upřesnění pojmů *půda* a *zemina* lze citovat stat' od prof. Ing. Dr. Václava Nováka (byl zakladatelem československého půdoznalství, vysokoškolským pedagogem a také rektorem na Vysoké škole zemědělské v Brně; žil v letech 1888–1967) o tom, že „*půdou je část litosféry v celé hloubce, kam až sahají půdotvorné procesy /pedosféra/. Posouditi ji můžeme podle průřezu půdou, čili podle půdního profilu. Vezmeme-li z různých míst tohoto profilu kus hmoty, není to v pravém slova smyslu půda, nýbrž zemina. Z jedné zeminy, i když je to ornice, nemůžeme rozpoznat přesně typ, charakter půdy, když neznáme všechny zeminy, z nichž se půdní profil skládá.*“ (cit. NOVÁK 1954, s. 9).

8.1.1.1 Minerální podíl půdy

Zrnitostní složení půd velmi podstatně ovlivňuje podmínky výživy rostlin, a to zejména rozdílnou zásobu přijatelných živin, rozdílnou schopností živiny poutat (sorpcce živin), rozdílným vodním a vzdušným půdním režimem, podmínkami pro biologickou činnost půdy atd. Zrnitostní složení půdy se v soustavě hnojení bere jako **diferenciační faktor** při určování kritérií zásobenosti půdy živinami, ale také při optimálním výběru vhodného druhu hnojiv, techniky hnojení, hloubky zapravení hnojiv atd. (VANĚK 1992; RICHTER 1994 a jiní).

Minerální podíl pevné fáze půdy je tvořen:

- jílovými minerály (z minerálního podílu půdy tvoří 70–80 %),
- oxidy a hydroxidy zvláště Fe, Al a Si (z minerálního podílu tvoří 10–15 %),
- primárními minerály (podíl 7–10 %, především křemen, živce, slídy a další).

Jílové minerály tvoří významnou část minerálního podílu v půdě. Jsou složeny hlavně z křemíku, hliníku, kyslíku, vodíku a v malém množství obsahují také Ca, Mg, K, Fe, Zn aj.

Stavebním kamenem krystalové mřížky jílových minerálů jsou anionty kyseliny ortokřemičité (SiO_4^{4-}), krystalující v pravidelných čtyřstěnech neboli tetraedrických tvarech. Každý tetraedr se může chovat jako čtyřvalentní anion SiO_4^{4-} (viz schéma stavby tetraedru).

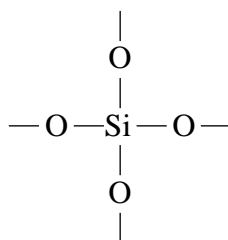


schéma stavby tetraedru kyseliny ortokřemičité

Zbytek volných vazeb může být neutralizován dalšími bázemi nebo vyvázáním dalších tetraedrů. V přírodě nacházíme různé typy tetraedrů. Mohou se slučovat v dlouhé řady, také se mohou cyklicky spojovat. Volné negativní náboje jsou vedle toho neutralizovány také s druhou základní jednotkou krystalové mřížky jílových minerálů, kterou tvoří aniont $\text{Al}(\text{OH})_6^{3-}$ krystalizující v pravidelných osmistěnech (oktaedrech).

Jestliže trivalentní hliník je obklopen šesti ionty OH^- , tak oktaedry mají nenasycenou valenci a mohou se spojovat mezi sebou přes dvě společné vazby OH^- , tvořící tak druhou vrstvu krystalové mřížky jílového minerálu. Krystalová mřížka všech jílových minerálů je tvořena z vrstev tetraedrů a oktaedrů. Vzniká tak navenek teoreticky elektroneutrální struktura s vyrovnaným počtem kladných a záporných nábojů. Vrstvy vytvářejí **lamely** krystalové mřížky jílových minerálů, které sestávají ze dvou nebo tří vrstev tetraedrů a oktaedrů. Podle **uspořádání krystalové mřížky** a stupně disperzity částic je dělíme na jílové minerály skupiny:

- smektitu (montmorilonitu),
- kaolinitu,
- illitu (hydroslídy).

Do skupiny **smektitu** řadíme montmorilonit, baidelit. Lamely krystalové mřížky jsou složeny ze dvou vrstev tetraedru a z vrstvy oktaedru. Jílové minerály této skupiny se vyznačují vysokou disperzitou částic (80 % tvoří částice velikosti $<1 \mu\text{m}$), velkou vnější i vnitřní povrchovou plochou (jejich měrný povrch činí 500–600 m^2 na 1 gram zeminy). Existence mohutného vnitřního povrchu je umožněna specifickou strukturou krystalové mřížky, umožňující pronikání vody i prvků mezi jednotlivé lamely. Důsledkem těchto vlastností je vysoká sorpční kapacita 80–120 $\text{mmol}/100 \text{ g}$ minerálu, plasticita, vaznost a hydrofilnost. Montmorilonity jsou nejvíce rozšířeny v půdách černozemního typu.

Do skupiny **kaolitů** jsou řazeny kaolinit, halluisit aj. Lamely krystalové mřížky tvoří vždy jedna vrstva tetraedru a jedna vrstva oktaedru (1 : 1). Kaolitiny se vyznačují velkou pevností krystalové mřížky, menší disperzitou částic (pouze 20–25 % částic $<1 \mu\text{m}$), malým vnějším i vnitřním povrchem a tím i podstatně menší schopností (5–10 mmol na 100 g) poutat kationty a nepatrnou bobtnavostí pro vodu. Z hlediska zásobení rostlin vodou a živinami jsou oproti montmorillonitům tyto minerály méně hodnotné. Jsou zastoupeny hlavně v půdách, které prošly kaolinitickým zvětráváním, a dále také v půdách typu podzolů.

Do skupiny **illitu** (hydroslídy) řadíme illit, chlorit, glaukonit aj. s nekonstantním chemickým složením. Představují skupinu přechodových jílových minerálů a svými vlastnostmi zaujímají místo mezi smektity a kaolinity. Měrný povrch mají 50–90 m^2/g , přičemž vnitřní povrch tvoří více než 50 % celkového měrného povrchu. Sorpční kapacita činí 10–40 $\text{mmol}/100 \text{ gramů}$.

Oxidy a hydroxidy tvoří menší část jílového podílu půdy. Jsou to látky amfoterní povahy vznikající při zvětrávání primárních minerálů, případně po mineralizaci organických zbytků v půdě. Jde o hydratované oxidy železa, hliníku, křemíku nebo některé jejich sloučeniny (např. alophan $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$). Také tyto sloučeniny vykazují určitou schopnost poutat na svém povrchu živiny do forem pro rostliny snadno přijatelných. Postupně mohou ztrácet vodu a krystalizovat. Jejich vliv se uplatňuje hlavně ve fyzikálních a fyzikálně-chemických vlastnostech půdy.

Primární minerály zaujímají v minerálním podílu půdy pouze 7–10 % a proto také jejich význam pro bezprostřední výživu rostlin je malý. Minerály této skupiny (křemen, živce, slídy, pyroxémy aj.) se v půdě nacházejí ve formě větších zrnitostních částic (prach, písek, skelet), postupně zvětrávají a uvolňují některé ionty (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} aj.). Vzhledem na pomalý průběh zvětrávacích procesů je jejich vliv na výživu rostlin zanedbatelný.

8.1.1.2 Organický podíl tuhé fáze půdy

Organická hmota v půdě tvoří veškerý spalitelný podíl půdy, který můžeme rozdělit na látky **nehumifikované**, **přechodné** a **humifikované**.

Organické látky **nehumifikované** (primární) představují v půdě většinou pouze 10–15 % z celkového organického podílu půdy. Jsou tvořeny odumřelými, nerozloženými nebo polorozloženými zbytky rostlin, organických hnojiv, zooedafonu a mikroedafonu. Tyto látky jsou postupně v aerobních podmínkách rozkladnými procesy odbourávány na konečné produkty mineralizace jako je CO_2 , NH_3 , H_2PO_4 , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ aj., které slouží jako zdroj výživy rostlin i mikroorganismů (tzv. *živný humus*).

Procesy mineralizace se uvolňuje značné množství energie nutné k zajištění energetického metabolismu půdních mikroorganismů a dalších chemických procesů.

Oxid uhličitý (CO₂), vznikající při mineralizaci organických látek v půdě, proniká zčásti i nad půdní povrch, kde může být asimilován rostlinami. Vedle toho CO₂ s vodou tvoří kyselinu uhličitou, která spolu s dalšími kyselinami vznikajícími v procesu destrukce organické hmoty se podílí na rozpouštění některých, v chemicky čisté vodě nerozpustných sloučenin, do forem přijatelných pro rostliny. V průběhu mineralizace organických látek vzniká v půdě i řada dalších biologicky aktivních látek, důležitých pro vyšší rostliny.

Intenzita mineralizace organických látek v půdě může být značně rozdílná. Závisí především od vlastností výchozího organického materiálu, jeho množství v půdě, také od teploty, vlhkosti, reakce prostředí, obsahu N-látek v půdě atd. Uvolněné živiny z organických látek mohou být za příznivých podmínek vyšším rostlinám v dispozici v poměrně krátké době.

Veškerá masa odumřelých mikrobiálních, rostlinných a živočišných zbytků se však v půdě úplně mineralizuje až na jednoduché produkty. Současně probíhá při mírné anaerobióze také syntéza nových, velmi složitých organických nebo organominerálních látek nazývaných látky „humusové“ neboli **humifikované**.

Organické látky, které prošly procesem humifikace, označujeme jako *humus vlastní* (pravý). Tyto látky mají pro výživu rostlin a půdní úrodnost řadu vysoce významných vlastností. Podle složení a zejména podle vlastností je dělíme na **huminové kyseliny** (HK), **fulvokyseliny** (FK) a **huminy** (HU).

Huminové kyseliny tvoří nejkvalitnější složku humusových látek. Z hlediska využití živin, hlavně dusíku (N), je v HK asi 4 % N. Z něho určitá část přechází hydrolytickými procesy do půdního roztoku. Jde zejména o ty atomy dusíku, které jsou vázány na bočních řetězcích HK. Nehydrolyzující část dusíku je pevně vázána v heterocyklických vazbách HK a reaguje s Ca²⁺ a Mg²⁺ za vzniku humátu vápenatého nebo hořečnatého, které jsou ve vodě nerozpustné a podporují drobtovité struktury půdy. HK jsou charakteristické pro černozemě.

Fulvokyseliny oproti HK se vyznačují větším počtem bočních lineárních řetězců s menším počtem aromatických jader. V důsledku toho jsou i snadněji hydrolyzovatelné než HK. Jejich Ca a Mg soli jsou ve vodě rozpustné. Pouze fulváty železa (Fe) a hliníku (Al) jsou při neutrálním pH vodostálé. S těžkými kovy vytvářejí komplexní (rozpustné) sloučeniny. FK jsou charakteristické pro kyselé půdy a na půdní vlastnosti působí méně příznivě než HK.

Huminy jsou v podstatě huminovými kyselinami velmi komplikovaného složení, pevně vázané na minerální podíl půdy především na jílové minerály typu smektitu, což vysvětluje jejich odolnost vůči kyselinám, zásadám a mikroorganismům. Dusík (N) huminů představuje podíl 20–30 % veškerého N v půdě.

Obsah humusu vlastního je hodnotou relativně stálou v půdně klimatických podmínkách dané oblasti. Dekompozice vlastního humusu umožňují v podstatě tytéž faktory jako u humusu živného, avšak s ohledem na fázové (rovněž zrnitostní a chemické) složení půdy tyto procesy probíhají velmi pozvolně. Uvádí se, že uhlík (C) v huminových kyselinách vzniká (slang. *je starý*) 750 let, ve fulvokyselinách 120 let a v huminech 2400 let (ex RICHTER 1994, s. 79).

Humus vlastní (pravý) v půdě podporuje tvorbu drobtovité struktury, jejímž důsledkem je příznivý vodní, vzdušný a tepelný režim půdy. Pravý humus má dále tyto hlavní účinky:

- relativně vysokou sorpční schopnost pro živiny,
- kladně ovlivňuje pufovinnost půdy,
- příznivě působí na biologickou, biochemickou a biofyzikální dynamiku půdy,
- detoxikuje škodlivé sloučeniny a částečně i těžké kovy,
- humusovým efektem snižuje retrogradaci fosforečných aniontů.

Pravidelné dodávání organických látek do půdy je proto základem každé soustavy hnojení. Organické látky zlepšují úrodnost přímo i nepřímo a jsou zdrojem humusotvorných látek. Bez vyrovnané bilance organických látek se snižuje obsah živného i vlastního humusu a zhoršuje se celá řada půdních vlastností.

8.1.2 Kapalná fáze půdy

Kapalnou fází půdy neboli půdním roztokem rozumíme hlavně vodu (kapilární a gravitační) a v ní rozpuštěné látky. Půdní voda s rozpuštěným CO_2 a O_2 , minerálními a organickými sloučeninami se zúčastňuje půdotvorného procesu. Z hlediska výživy je důležitý transport látek z půdního roztoku do živých buněk kořenového systému rostlin, ale i vertikální transport půdním profilem. Ten je příčinou ztrát živin vymytím do spodních vrstev, které mohou významně snížit jejich využití z dodaných hnojiv (organických i průmyslových).

Kvalitativní složení a koncentrace půdního roztoku se mění v důsledku působení řady fyzikálních, fyzikálně-chemických a biologických procesů probíhajících v půdě v těsné souvislosti s teplotou, vlhkostí, aerací (provzdušněním) půdy, složením pevné fáze půdy atd.

Půdní roztok v závislosti od výše uvedených podmínek obsahuje řadu rozpuštěných minerálních a organických látek, a to v různém množství a poměru. Z minerálních látek jsou to zejména kationty K^+ , Na^+ , NH_4^+ , H^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} ; v podstatně nižších koncentracích jsou v půdním roztoku obsaženy Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} aj., z nichž část může být vázána v chelátových vazbách. Aniontovou složku půdního roztoku tvoří především HCO_3^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , H_2PO_4^- , OH^- , Cl^- a v nepatrném množství některé sloučeniny molybdenu, bóru aj. Jednotlivé ionty se do půdního roztoku dostávají zvětráváním minerálů, rozkladem organických látek, výměnou ze sorpčního komplexu, ale i transportem z imisních zdrojů.

Celkové množství solí v půdním roztoku může kolísat od několika setin procenta do několika procent (tzv. *zasolené půdy*). Ve „zdravých půdách“ činí obsah solí v půdním roztoku asi 0,05 %. Složení a koncentrace solí v půdním roztoku se během roku mění. Ke zvýšení koncentrace solí dochází zejména v souvislosti s hnojením půdy minerálními (průmyslovými) hnojivy, s vysycháním půdy a s intenzivní mineralizací organických látek. Naopak ke snížení koncentrací solí vede zvýšení půdní vlhkosti, odčerpání živin rostlinami i mikroorganismy, vyplavení nebo jejich imobilizace do nerozpustných forem apod.

8.1.3 Plynná fáze půdy

Plynná fáze půdy je tvořena půdním vzduchem. Půdní vzduch je s vodou stálou součástí půdy, ve které vyplňuje všechny volné póry neobsahující vodu. Může být uzavřen i v kapilárách,

a to mezi vodou. Půdní vzduch se liší svým složením od atmosférického tím, že obsahuje více oxidu uhličitého, vodních par a má nižší obsah kyslíku.

Oxid uhličitý (CO_2) v půdním vzduchu dosahuje průměrného podílu cca 0,30 %. Při nedostatečném provzdušnění půdy může obsah CO_2 v půdním vzduchu činit 1–5 %. Obsah CO_2 se v půdě zvyšuje v důsledku rozkladu organických látek půdními organismy, dýcháním rostlin pomocí kořenů, nedostatečným provzdušením. Oxid uhličitý (CO_2) spolu s vodou (H_2O) vytváří kyselinu uhličitou (H_2CO_3), která je významným regulátorem reakce půdy (rozmezí 5,2–6,5 pH) a působí přímo i při výživě rostlin uhlíkem.

Obsah kyslíku (O_2) v půdním vzduchu se pohybuje v rozmezí 10–20 %. Je to důležité, neboť zajišťuje dýchání všech půdních organismů, slouží také k oxidaci organických i minerálních látek. Nedostatek kyslíku v půdním vzduchu vede k redukci zvláště sloučenin Fe a Mn. Redukce je podporována přítomností organických zbytků při nedostatečném provzdušení a zasahuje i jiné sloučeniny (SiO_4^{2-}).

Obsah dusíku (N_2) ve formě čpavku (NH_3) je v půdním vzduchu oproti atmosférickému rovněž zvýšen. N_2 se uplatňuje při volné a symbiotické fixaci a v anaerobních podmínkách je z dusičnanů (NO_3^-) opět uvolňován ve formě NO_x , případně jako elementární N_2 denitrifikací.

Rozpustnost plynů půdního vzduchu v půdním roztoku je závislá na teplotě a na parciálním tlaku. Při teplotě kolem 15 °C se rozpouští ve vodě asi 1 % (objemové) oxidu uhličitého (CO_2), zatímco rozpustnost ostatních složek je podstatně nižší: rozpustnost kyslíku asi 30krát nižší, dusíku 60× nižší. Při průměrném poměru parciálních tlaků v půdním vzduchu $\text{CO}_2 : \text{O}_2$ je poměr plynů 1 : 60. Vzhledem k poměru jejich rozpustnosti ve vodě (1 : 30) je poměr obsahu v půdním vzduchu rozpuštěných plynů $\text{CO}_2 : \text{O}_2 = 1 : 2$. Půdní roztok obsahuje tedy více rozpuštěného kyslíku a zejména CO_2 v poměru k N_2 než samotný půdní vzduch. Tento fakt je velmi důležitý pro všechny biologické procesy v půdě včetně samotné výživy pěstovaných rostlin (ex RICHTER 1994, s. 82).

8.2 VYBRANÉ PŮDNÍ VLASTNOSTI A JEJICH VÝZNAM VE VÝŽIVĚ ROSTLIN

8.2.1 Sorpční schopnost půdy

Jde o schopnost půdy poutat (sorbovat) ionty, popřípadě celé molekuly různých sloučenin z půdního roztoku do pevné fáze půdy. Takto poutané látky (živiny) jsou podle druhu a podle intenzity sorpce chráněny proti vyplavení, vytváří rezervoár lehce přijatelných živin pro rostliny (umožňující postupný příjem živin během vegetace) a podstatně omezují nežádoucí zvyšování koncentrace solí v půdním roztoku.

Zeminy vykazují několik způsobů (druhů) sorpce živin. V rámci půdoznalectví a agrochemie se studují (rozlišují) především následující druhy sorpce živin v půdě:

1. mechanická,
2. fyzikální,
3. chemická,
4. fyzikálně-chemická,
5. biologická.

8.2.1.1 Mechanická sorpce

Podstata mechanické sorpce spočívá v existenci kapilárních pórů v půdě, na nichž se mechanicky zadržují pevné částice půdy a na nich se nacházející živiny. Pro výživu rostlin má tento druh sorpce jen omezený význam.

8.2.1.2 Fyzikální sorpce (adsorpce)

Souvisí s jevy na povrchu fázového rozhraní. Je dána obsahem jemně disperzních částic, které výrazně zvyšují celkový povrch. Fyzikální sorpcí se rozumí adsorpce iontů i celých molekul vyvazujících živiny pevnými částicemi půdy, a to v důsledku působení fyzikálních sil. O kladnou fyzikální adsorpci jde tehdy, jsou-li molekuly určité látky půdního roztoku přitahovány k pevným částicím půdy většími fyzikálními silami nežli molekuly vody. K záporné fyzikální adsorpci dochází např. u chloridových (Cl^-) a dusičnanových (NO_3^-) iontů při působení chloridů a nitrátů na půdu. Je to také jedna z příčin relativně snadné vyplavitelnosti iontů Cl^- a NO_3^- z půdy.

8.2.1.3 Chemická sorpce

Důležitým druhem sorpce v půdě je sorpce chemická (absorpce, chemisorpce). Jde o schopnost půdy zadržovat některé živiny v důsledku chemických reakcí, při nichž vznikají ze sloučenin rozpustných ve vodě (iontů) sloučeniny ve vodě málo rozpustné nebo nerozpustné (srážení).

Např. kationty Ca^{2+} vytváří s anionty CO_3^{2-} a SiO_4^{2-} ve druhém stupni disociace ve vodě málo rozpustný uhličitan vápenatý (15 mg CaCO_3 se rozpouští v 1 litru vody) a rozpustnější síran vápenatý ($\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$), jehož rozpustnost se zvyšuje se stoupajícím obsahem vody v půdním prostředí. Uhličitan hořečnatý (MgCO_3) je rovněž ve vodě málo rozpustný. Uhličity CaCO_3 a MgCO_3 se však rozpouštějí již ve slabých kyselinách (H_2CO_3).

Anionty kyseliny ortofosforečné (H_2PO_4^-) na neutrálních nebo alkalických půdách mohou vytvářet s ionty Ca^{2+} tři druhy solí. První je ve vodě rozpustný dihydrogenfosforečnan vápenatý – $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$. Druhou je hydrogenfosforečnan vápenatý – CaHPO_4 , který je nerozpustný ve vodě, ale již rozpustný ve slabých kyselinách. Třetí solí je fosforečnan vápenatý – $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, resp. oktokalciumfosfát – $\text{Ca}_4\text{H}(\text{PO}_4)_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$, z něž po letech vzniká pravděpodobně apatit – $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \cdot \text{OH}$, v němž je fosfor velmi pevně chemicky sorbován, zvláště po jeho přeměně z amorfni do krystalické formy.

K chemisorpci iontů kyseliny ortofosforečné s trojmocnými kationty Al^{3+} a Fe^{3+} za vzniku nerozpustných sraženin dochází hlavně v kyselých půdách, a to za vzniku $\text{Al}(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{PO}_4$ apod. Čerstvě vysrážené fosfáty, zejména hlinité, jsou amorfni a fosfor v nich je pro rostliny podstatně přístupnější nežli z fosfátů starších, kde již došlo k vytvoření krystalové mřížky.

V souvislosti se změnami některých půdních vlastností (např. hodnot pH, obsahu organických látek, vlhkosti atd.) dochází k chemisorpci (a tím i ke snížení přístupnosti prvků pro rostliny) i u mikroelementů (B, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo). Z hlediska praktické výživy rostlin je důležité omezovat chemisorpci, při níž vznikají těžce rozpustné sloučeniny, z nichž rostliny nemohou živiny přijmout vůbec nebo jen v nedostatečném množství.

8.2.1.4 Fyzikálně-chemická (výměnná) sorpce

Její podstatou jsou elektrostatické síly, resp. vzájemná neutralizace opačně nabitých částic. Na jedné straně jsou to koloidní částice minerálního i organického podílu pevné fáze půdy, na druhé straně je to půdní roztok obsahující ionty živin. Na rozhraní obou těchto fází vznikají povrchové náboje a v důsledku toho i různé adsorpční jevy. Výměna iontů mezi pevnou a kapalnou fází půdy je reverzibilní proces. Soubor všech půdních koloidů se běžně označuje jako výměnný sorpční komplex (zkr. VSK). Je tvořen půdními koloidy (částice s průměrem zrn <0,00025 mm až 0,001 mm). Půdní koloidy zahrnují (představují) látky organické (humusové), minerální, jílové minerály, oxidy Al a Fe a látky organominerální.

V půdách se vyskytují:

- záporně nabitě acidoidy (jílové minerály, huminové kyseliny, kyselina křemičitá),
- kladně nabitě bazoidy,
- amfolytoidy (amorfní hydráty sesquioxidů, bílkoviny aj.), které v kyselém disperzním prostředí uvolňují hydroxylové ionty, chovají se jako bazoidy a výměnou adsorbují záporně nabitě anionty (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} aj.). Naopak v zásaditém prostředí uvolňují vodíkové ionty, chovají se jako acidoidy a výměnou adsorbují kladně nabitě kationty z půdního roztoku, např. Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ aj. Při určitém pH nastává izoelektrický bod a amfolytid je neutrální.

Ve středu koloidní organominerální micely je jádro, které se svým povrchem tvoří koloidní granuli. Na jejím povrchu je nabíjecí vrstva, která určuje náboj granule (záporně nabitě). Pro zachování neutrality micely musí být k dispozici opačně nabitě ionty, které tvoří vrstvu **kompensujících** iontů (kationtů). Obě vrstvy tvoří elektrickou dvojvrstvu, která určuje povahu elektrokinetického potenciálu. Vrstva kompensujících iontů se dělí na 2 části: na nepohyblivou vrstvu, která těsně přiléhá k nabíjecí vrstvě (tzv. Sternerova vrstva) a na difúzní vrstvu, nacházející se směrem k vnějšímu roztoku (tzv. Goyuova vrstva).

8.2.1.5 Biologická sorpce

Jde v podstatě o živiny poutané v živých i odumřelých tělech půdních mikroorganismů. Celková hmotnost půdních mikroorganismů dosahuje 5 i více tun na 1 ha (JURČÍK 1984, s. 74). Půdní organismy v průběhu svého životního cyklu spotřebovávají značnou část rostlinných živin nacházejících se v půdě v rostlinám přijatelném stavu. Půdní organismy je kumulují v hmotě svých těl a tím snižují v půdě obsah živin přijatelných rostlinami.

Živiny vázané biologickou sorpcí jsou do přijatelné formy uvolňovány teprve po odumření mikroorganismů a po úplné mineralizaci organické hmoty. Intenzita biologické sorpce, množství biologicky sorbovaných živin a intenzita mineralizace je závislá na celé řadě podmínek; je to obsah organických látek, poměr uhlíku a dusíku ($\text{C}_{\text{ox}} : \text{N}_t$), vlhkost, teplota, aerace aj. Nepříznivým projevem biologické sorpce živin v půdě může být tzv. *dusíková deprese*, ke které dochází při zaorání organické hmoty s širokým poměrem C/N.

Biologická sorpce má význam při bilancování živin. Výrazně ovlivňuje zvláště dynamiku dusíku v půdě. Průměrně asi 30 % N z hnojiv je zabudováno touto sorpcí. Přitom z hnojiv ledkových (tj. s dusičnanovou vazbou N) je to 10–20 % a z hnojiv amonných 20–40 %.

8.2.1.6 Význam a využití sorpční schopnosti půd

Živiny obsažené v půdě mohou být v půdním roztoku minerálními a organickými půdními částicemi poutány výměnně, fixovaně a pevnými vazbami. Pro výživu rostlin však mají význam pouze ty živiny, které jsou obsaženy v půdním roztoku v iontové formě, a dále jen takové formy živin, které jsou vázány na tuhou fázi půdy a které mohou výměnnou sorpcí postupně z pevné fáze přecházet do půdního roztoku.

Důležitým ukazatelem úrodnosti půdy, zejména pokud jde o její schopnost vázat dostatek živin přijatelných pro rostliny je nejen hodnota maximální sorpční kapacity půdy (hodnota T), ale zejména hodnota charakterizující stupeň nasycených půdních koloidů bázemi (hodnota V) a momentální obsah výměnných bází (hodnota S).

8.2.2 Reakce půdy a výživa rostlin

Půdní reakce je vyjadřována záporným dekadickým logaritmem koncentrace H^+ iontů. Ty se ve vodních roztocích spojují s molekulami vody a tvoří ionty H_3O^+ (hydroxoniové ionty). V půdním roztoku rozpuštěné kyseliny a koloidní acidoidy uvolňují H^+ (tzv. *disociace*); rozpuštěné zásady a koloidní bazoidy se s nimi slučují (*asociace*). Půdní reakce je potom dána rovnovážným stavem mezi disociací a asociací H^+ iontů.

K okyselení půdy dochází v důsledku odstranění bází z organických koloidů, jílových minerálů a z amorfních gelů; dále z důvodů nitrifikačních procesů; vlivem intenzivní biologické činnosti půdy (tvorba H_2CO_3); hnojením fyziologicky kyselými hnojivy; kyselými spady (SO_2 , NO_x , fluorovodík HF aj.) a dalšími vlivy. K alkalické reakci půdy naopak přispívá vysoký obsah Na v prostředí, vysoký obsah $CaCO_3$, respektive $Ca(HCO_3)_2$, intenzivní biologická činnost půdy, používání hnojiv s vyšším obsahem sodíku atd.

Vzhledem k tomu, že půda je třífázový systém, rozeznáváme u ní dvě základní formy kyselosti:

1. kyselost aktivní (aktuální),
2. kyselost potenciální, která se dělí na půdní kyselost: a) výměnnou a b) hydrolytickou.

Aktivní půdní kyselost je dána koncentrací H^+ iontů v půdním roztoku. Je tvořena organickými a minerálními kyselinami půdního roztoku, hydrolyticky kyselými hnojivy a kyselými spady. Má bezprostřední vliv na příjem živin rostlinami. Stanovuje se ve výluhu půdy vodou, resp. v půdní suspenzi.

Výměnná půdní kyselost je způsobená adsorbovanými H a Al (příp. Fe) ionty, které se vyměňují za bazické ionty roztokem neutrální soli KCl, resp. $CaCl_2$. Zjištěné hodnoty výměnné kyselosti se v tuzemské agrochemické praxi využívají ke stanovení potřeby vápnění.

Hydrolytická kyselost: Extrakcí půdy roztokem neutrální soli (KCl) se všechny ionty H^+ nepodaří z výměnného sorpčního komplexu vytěsnit. K vytěsnění pevněji vázaných H^+ je proto používáno hydrolyticky alkalických solí octanu sodného nebo vápenatého. Tyto sloučeniny se ve vodním roztoku hydrolyticky štěpí za vzniku slabé kyseliny a silně

disociované zásady. Vzniklý roztok vykazuje proto alkalickou reakci ($\text{pH} = 8,5$), která je hlavní příčinou dokonalejšího vytěsnění iontů H^+ vázaných v sorpčním komplexu půdy. Čím více iontů H^+ je z výměnného sorpčního komplexu ionty Na^+ vytěsněno, tím více iontů OH^- je neutralizováno na H_2O a tím více se v roztoku projeví kyselost kyseliny octové (CH_3COOH). Její koncentrace se stanoví titrací louhem sodným na vhodný indikátor a vyjádří se v miliekvivalentech (mekv) na 1 kg půdy. V některých zemích se hodnot hydrolytické půdní kyselosti využívá např. ke stanovení potřeby vápnění půd (ČR k nim ale již nepatří).

Půdní reakce má na půdní úrodnost výrazný vliv. V silně kyselých půdách se nedaří některým užitečným (např. nitrifikačním) bakteriím, které jsou pro optimální průběh biochemických reakcí v půdě často nezbytné. Dochází poté ke vzniku příznivých podmínek pro činnost plísňí, hub apod., které jsou pro úrodnost půdy naopak méně vhodné. Mineralizační procesy jsou v kyselých podmínkách vesměs zpomaleny a syntetické procesy vedou ke tvorbě méně kvalitních humusových látek (fulvokyselin). Vysoká kyselost půdy nepříznivě ovlivňuje efektivnost využití některých hnojiv. V kyselém prostředí je také aktivován hliník a řada těžkých kovů, jejichž přebytek rostlinám škodí. Účinným opatřením k odstranění půdní kyselosti je pravidelné vápnění, popř. aplikace některých bazicky působících silikátových hornin (ty se v rámci řešení projektu v *Lesošolkách* nyní testují – viz HREUS et al. 2022*).

Hnojiva zapravená do půdy mohou výrazně ovlivňovat hodnotu pH zvláště na lehkých půdách s malou pufrovací schopností. U hnojiv se rozlišuje:

- a) **aktuální reakce**, která je způsobená chemickým složením hnojiva. Přitom platí, že soli silných kyselin a zásad poskytují neutrální roztoky (KCl , K_2SO_4 , NH_4NO_3); soli slabých zásad a silných kyselin mají reakci kyselou; soli slabých kyselin a silných zásad reagují alkalicky. V průmyslových hnojivech působí nejen hlavní živiny, ale i řada doprovodných látek.
- b) **fyziologická reakce**, je způsobená vlivem rostliny v závislosti na selektivním příjmu aniontu nebo kationtu kořeny rostlin. Za fyziologicky kyselé hnojivo je považováno takové hnojivo (sůl), z něhož rostliny přijímají více kationt nežli aniont, který pak způsobuje okyselení půdního prostředí. Příkladem je síran amonný. Je-li rostlinou z hnojiva přijímán více aniont nežli kationt (příkladem je dusičnan vápenatý), půdní roztok má tendenci se alkalizovat. Odebírá-li rostlina z hnojiva stejně kationt i aniont, je fyziologická reakce takového hnojiva neutrální.

V praxi je nutno k fyziologické reakci hnojiv přihlížet hlavně v podmínkách nízké ústojčivé schopnosti půd. Vliv hnojiv na pH půdy lze upravovat pomocí ekvivalentu kyselosti. Výpočet vychází z předpokladu, že S, Cl, P a N snižují obsah vápníku a tedy i pH půdy. Naopak Ca, Mg, K a Na zvyšují hodnotu pH . Výpočtové ekvivalenty se vyjadřují v CaO nebo CaCO_3 , popř. jen v Ca.

Příklad výpočtu ekvivalentu kyselosti hnojiv E (proměnná n je u orných půd 0,50 a u travních porostů 0,80):

$$E \text{ (v kg CaO)} = (1,0 \text{ CaO} + 1,4 \text{ MgO} + 0,6 \text{ K}_2\text{O} + 0,9 \text{ Na}_2\text{O}) - (0,4 \text{ P}_2\text{O}_5 + 0,7 \text{ SO}_3 + 0,8 \text{ Cl} + n \cdot \text{H}),$$

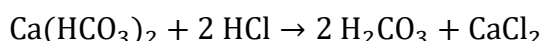
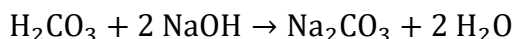
$$\text{resp. } E \text{ (v kg Ca)} = (1,00 \text{ Ca} + 1,65 \text{ Mg} + 0,51 \text{ K} + 0,9 \text{ Na}) - (0,64 \text{ P} + 1,25 \text{ S} + 0,56 \text{ Cl} + 0,70 \cdot \text{H}).$$

Ekvivalenty kyselosti nebo zásaditosti poskytují informace o působení hnojiva a mohou být důležitým ukazatelem také pro výpočet dávky udržovacího vápnění u orných půd.

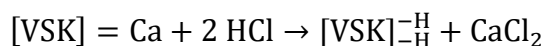
8.2.3 Pufrovací (ústožčivá, tlumivá) schopnost půdy

Pufrovací schopnost definuje RICHTER (1994, s. 91) jako vlastnost (schopnost) půdy odolávat do určité míry nežádoucí změně pH, např. po aplikaci fyziologicky kyselých nebo zásaditých hnojiv, odběrem živin rostlinami apod.

Tato půdní vlastnost je dána přítomností určitých látek (tzv. pufrů) v půdním roztoku a ve výměnném sorpčním komplexu (VSK). V půdním roztoku úlohu pufrů zajišťují slabé kyseliny a jejich soli se silnými zásadami. Mezi nejznámější patří:



Ústožčivou (tlumivou) schopnost vykazují v půdě také fosfáty, některé alkalické soli organických kyselin atd. Také nasycený VSK plní funkci pufru, jak vyplývá z reakce, při které k okyselení půdního roztoku nedochází:



Významně se na ústožčivé schopnosti humózních půd podílí adsorpčně nasycený humus. Při jeho silném nasycení výměnnými bázemi snadno odstraňuje vznikající kyselost výměnou bází na H^+ půdního roztoku. Alkalickou reakci neutralizuje disociací H^+ do půdního roztoku, kde spolu s OH^- vytvoří vodu (H_2O).

8.2.4 Redukčně-oxidační procesy v půdě

Probíhají v úzké souvislosti s biotickou činností půdy a s půdní reakcí a mají značný význam i pro příjem živin rostlinami. Nejdůležitějším oxidačním činidlem v půdě je atmosférický kyslík (O_2), který proniká do půdy, kde vstupuje do reakcí s mnohými látkami. Redukujícími látkami v půdě jsou nejčastěji organické látky. Jako redukční činidla působí i Fe^{2+} , Mn^{2+} aj.

Výše uvedené látky vytváří v půdním roztoku redukčně-oxidační systém. K určení jeho charakteristiky se stanovuje redukčně-oxidační potenciál půdy, neboli „*redoxpotenciál*“, který se označuje symbolem E_h . Hodnoty E_h zjištěné v půdě se blíží k hodnotě E_h toho systému, který v dané půdě převažuje a nazývá se „*určující potenciál systému*“. Hodnoty E_h se pohybují podle druhu a typu půdy, ale i podle ročního období od <200 až >700 mV. Podzolové půdy s kyselou reakcí mají E_h od 600 do 750 mV, černozemě s neutrální půdní kyselostí mají hodnoty E_h od 450 do 600 mV (ex RICHTER 1994, s. 91).

Jelikož hodnota E_h závisí i od pH půdního roztoku, používá se k dosažení srovnatelných hodnot E_h při různých hodnotách pH ukazatele rH_2 , jehož význam vyplývá z výrazu:

$$rH_2 = \frac{E_h}{30} + 2\text{pH}$$

V dobře aerovaných (provzdušněných) půdách činí hodnoty $rH_2 = 28\text{--}34$, zatímco v neprovzdušněných oglejených půdách jsou <20.

8.2.5 Biologická činnost půdy

Důležitou podmínkou úrodnosti každé půdy je vysoká intenzita její biologické činnosti, umožněná přítomností velkého počtu nejrůznějších mikroorganismů, hlavně bakterií, plísní, aktinomycet apod. Tyto organismy se zúčastňují metabolismu uhlíku, dusíku i síry, biologické sorpce živin, humifikačních a dalších procesů v půdě.

Svou biologickou činností půdy (půdní edafon) produkují řadu fyziologicky aktivních látek jako jsou vitamíny, antibiotika, auxiny a jiné růstové stimulanty. Jde vesměs o sloučeniny příznivě ovlivňující metabolismus rostlin. Některé z těchto látek jsou složkami enzymů, jiné zvyšují baktericidní vlastnosti buněčné šťávy rostlin. Často jsou také považovány za látky, podporující příjem živin rostlinami. Optimální podmínky pro rozvoj zemědělsky významných mikroorganismů (a tím i pro intenzivní biologickou činnost orných půd) zajišťuje především dostatek snadno rozložitelných organických látek, dále příznivá vlhkost půdy (nejintenzivněji přibližně kolem 60 % maximální kapilární vodní kapacity), rovněž teplota půdy kolem 25 °C, příznivá půdní reakce a **dostatečný přístup vzduchu**, a to vše podle charakteru jednotlivých skupin žádoucích mikroorganismů. Na úpravě podmínek výživy rostlin se do značné míry podílejí také vyšší živočichové (makroedafon) žijící v půdě (např. dešťovky), a to hlavně provzdušněním půdy a také spoluúčastí na vytváření žádoucí drobtovité půdní struktury (RICHTER 1994, s. 92).

8.3 ŽIVINNÝ REŽIM PŮD

Agrochemie pod pojmem *živinný režim v půdě* rozumí rovnovážný stav živin v půdě, který je výslednicí četných rozkladných reakcí i syntetických procesů, souběžně v půdě probíhajících. Tyto procesy směřují na straně jedné ke zvýšení mobility a tím k zpřístupnění živin pro rostliny, na straně druhé směřují také k nežádoucímu (trvalému či přechodnému) snižování množství přístupných živin v půdě (cit. KOLÁŘ 1992; RICHTER 1994, s. 93).

Do první skupiny procesů patří zvětrávání minerálů, mineralizace organických látek, biologická fixace vzdušného dusíku hlízkovými bakteriemi vikvovitých rostlin (či jiných mikroorganismů schopných fixace dusíku), chemický a mikrobiální rozklad těžko rozpustných solí a sloučenin v půdě. Do druhé skupiny patří fixace iontů K^+ a NH_4^+ v mezivrstevních prostorech mřížek jílových minerálů, chemisorpce fosforečnanů a tvorba těžce rozpustných fosforečnanů železa, hliníku a vápníku, dále imobilizace dusíku organickou půdní hmotou (při jejím mikrobiálním rozkladu v půdě je dusík inkorporován do organických sloučenin), také pak biologické poutání dusíku, fosforu, síry a dalších biogenních prvků v protoplazmě mikroorganismů, nevratná (ireverzibilní) sorpce na vysoce aktivním povrchu některých koloidních půdních částic.

Jestliže výživa rostlin mluví o „přístupných“ živinách, je třeba to chápat tak, že **přístupné živiny** tvoří jen malou část z celkového obsahu živin v půdě. Z nich je rostlina schopna přijmout během vegetace jen dílčí podíl, který je označován jako **přijatelné živiny**. Podíl **přijatelných** živin je určován především jejich rozpustností ve vodě, ale i podmínkami příjmu a příjmovou schopností samotných rostlin. Pojem **přístupné živiny** se v praxi ztotožňuje s tím podílem, který je analyticky stanoven při půdních analýzách dohodnutým laboratorním postupem (BAIER a BAIEROVÁ 1985; RICHTER 1994 aj.).

Živinný režim půd je závislý na charakteru sorpce a iontové výměny v půdě (a proto především na kvalitě jílových a humusových koloidů v půdě), na mikrobiální a makrobiální

aktivitě (např. na přítomnosti dešťovek) v půdě, na hodnotě půdní kyselosti pH, na rovnováze (poměru) vody a vzduchu v půdě, na obsahu mikroelementů a makroživin a na stupni rozložitelnosti půdní organické hmoty. Živinný režim půd nepřímo ovlivňují také ztráty živin vyplavením a u dusíku také vytěkáním N_2 , NH_3 a oxidů dusíku do ovzduší v procesech mikrobiologické denitrifikace, chemické denitrifikace, vytěkání NH_3 po alkalizaci půdního prostředí v suchých půdách atd. Je tedy logické, že **živinný režim** je různý v půdách rozdílné zrnitosti. Dominantně jej **určuje půdní druh** (zrnitostní půdní skladba); významně jej ovlivňují i environmentální a klimatické změny, zejména dostupnost půdní vláhy. Živinný režim v půdě ovlivňuje celou soustavu výživy rostlin, a proto obecná pravidla musí být v oblastech, kde jsou půdy s odlišnými agrochemickými vlastnostmi, vždy individuálně upravena pro lokální podmínky daného hospodaření. Typickým příkladem ze zemědělské praxe jsou půdy horských a podhorských oblastí, stejně tak obhospodařování půd v aridních oblastech. Podstatný vliv na živinný režim půd má také genetický půdní typ, ke kterému se praktická výživa polních plodin (základní hnojení půd na pozemcích produkčních polí) snaží rovněž přihlížet.

Dalším významným faktorem, který se projevuje zejména v posledních několika letech a který razantně zasahuje do rovnovážného stavu živin v půdě, je vliv nárůstu teplot vzduchu. Příkladem mohou být meteorologické podmínky např. v létě 2019 (červen až srpen), ale také během léta v roce 2018 nebo 2015. Tehdy v povrchové vrstvě obhospodařovaných polí teplota půdy za teplých slunečních dnů běžně překračovala $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tyto podmínky rezultovaly do nižšího využití dusíku z dodávaných hnojiv, a to znamenalo vyšší obsahy zbytkového minerálního dusíku v půdě po sklizni a také větší intenzitu uvolnění dusíku mineralizací z půdní organické hmoty, a to zvláště při mělkém zapravení organických hnojiv (plodin tzv. *zeleného hnojení*) do půdy. Na procesech živinného půdního režimu se tedy spolupodílí i způsob zpracování půdy. Např. při minimalizaci zpracování u orných půd může v povrchové vrstvě ornice docházet ke kumulaci draslíku i dalších jednomocných kationtů (NH_4^+ , Na^+), což výrazně zhoršuje povrchovou strukturu půdy a její schopnost zadržet vodu ze srážek.

Významným agrotechnickým opatřením proto je orba a hluboké kypření orničních profilů, neboť se tak pro pěstované rostliny zpřístupňuje více živin než při mělkém zpracování půdy. Ale s rostoucí intenzitou zpracování půdy je také třeba vracet do půdy větší množství organických látek, a to v kvalitních statkových a organických hnojivech s širším poměrem C/N (hnůj, kompost, sláma). Pokud se používají pouze organická hnojiva s úzkým poměrem C/N (takovými jsou digestát či kejda a jejich fugáty, různé nestabilizované „rychlokomposty“ apod.) a navíc i vyšší dávky minerálních dusíkatých hnojiv, může se v důsledku stimulace rozvoje mikroorganismů značně urychlovat rozklad organických látek v půdě. Tyto nepříznivé jevy (projevující se v půdách poklesem poměru C/N, a to dokonce hluboce pod hodnotu <10 , snižováním úrovně KVK atd.) jsou již několik let zaznamenávány např. u půd v intenzivně využívaných zelinářských oblastech. Bez přijetí správného (změněným podmínkám prostředí adekvátního) způsobu hospodaření (tj. bez realizace široké škály cíleně usměrňovaných agrotechnických a agrochemických opatření) by se však podobné degradační účinky na půdu mohly projevit i v provozech lesního školkařství, zejména v podnicích nacházející se v aridních (suchých) územích ČR (cf. SALAŠ 2012).

Praktickou výživu rostlin je proto žádoucí usměrňovat tak, aby souborem výživářských a zúrodňovacích opatření byla ve všech půdách vytvořena a trvale udržována **optimální zásoba přístupných živin**, poutaných v iontovýmenné formě na půdní částice (přičemž největší iontovýmennou kapacitu mají půdní koloidy a z nich zejména humusové částice). Výše definovaný cíl je možné na půdách všech druhů a typů zajistit při splnění dvou

předpokladů: (#1) intenzivním organickým hnojením a (#2) vytvářením podmínek, aby dodávaná organická hmota v půdě pouze nemineralizovala, ale aby ve zvýšené míře také humifikovala. K tomu je třeba naplnit všechny podmínky pro optimální humifikaci: upravit pH, vyrovnat poměr C/N (ale i poměr C/P) pro náročný přenos energie při humifikaci, zajistit omezenou aerobiózu v půdě a přihlídnout k substrátům, které při modelové humifikaci transformují organickou hmotu na humus s vyšším stupněm konverze. V praxi se zvláště na druhou podmínku při zúrodňovacích opatřeních často zapomíná a organickými hnojivy se (nesprávně) hnojí i **velmi kyselé půdy**, kde vlivem tvorby frakce železitých fosfátů je mobilita fosforu pro tvorbu adenosintrifosfátu (ATP) k přenosu energie pro humifikaci poté nedostatečná (KOLÁŘ 1992).

Z hlediska praktického uplatňování soustav hospodaření na půdách a aplikací systémů hnojení pěstovaných rostlin je důležité respektovat poznání, že rostliny mohou z půdy přijímat **pouze ty živiny, které jsou obsaženy v půdním roztoku** v iontové formě. Vzhledem k nízké koncentraci živin v půdním roztoku by půdní roztok sám o sobě svým obsahem živin nestačil zabezpečit potřebnou výživu rostlin. Musí být proto průběžně během růstu rostlin doplňován živinami z tuhé fáze půdy. Přechod určité živiny z obtížně rozpustné do rozpustnější (a tím i lehčeji přijatelné formy), bývá označován jako *mobilizace* (= uvolňování), při mikrobiálním odbourávání jako *mineralizace*. Opačný proces se označuje jako *imobilizace*, *poutání* nebo *fixace*. **Iontovými schopnost** je klíčovou půdní vlastností z těch podmínek, které bezprostředně ovlivňují cesty přechodů iontů živin z půdního roztoku do kořenů rostlin. Jen živiny poutané iontovýměnně na půdní (zvláště humusové) koloidy mohou v dostatečném a nepřetržitém toku doplňovat koncentraci živin v půdním roztoku na požadovaný optimální stav. Forma a účinek právě takového živinového režimu v půdě jsou v agrotechnické a agrochemické praxi dostatečně známy a dlouhodobě potvrzeny. Tento žádoucí stav je označován pojmem *stará síla půdy* nebo též *stará půdní síla živin*. Je to stav (živinný režim v půdě), který umožňuje kontinuální „přítok“ minerálních živin do půdního roztoku z příznivých forem jejich sorpce v půdě. Je pro výživu rostlin významný také tím, že vysoký stupeň saturace půdy živinami tlumí výkyvy v příjmu živin rostlinami, které jsou způsobovány proměnlivými ekologickými faktory (především vlivy povětrnostními).

Dosažení účinků *staré půdní síly* je možné zajistit především systematickým základním hnojením půd. Tím, že je iniciován **posun rovnováhy** mezi ionty a molekulami v půdním roztoku a mezi ionty a molekulami sorbovanými půdními částicemi, se udržuje proces doplňování živin do půdního roztoku, který je rozhodující pro zásobování rostlin živinami. Má-li být ovšem splněna přirozená snaha energetických dějů v přírodě dospět do elektroneutrálního stavu, příjem živin rostlinami může probíhat jen bez změny elektrického náboje. Proto je příjem živin rostlinami přísnou iontovou výměnou, při které se za odebrané kationty do systému půdního roztoku vrací vodíkové ionty (KOLÁŘ 1992). Stejně jako existuje řídicí rovnováha mezi ionty v půdním roztoku a mezi ionty v půdních sorbentech, existuje rovnováha i mezi ionty v půdním roztoku a mezi ionty v koloidním systému kořenového vlášení rostlin. Tuto rovnováhu určuje především **koncentrační spád**. Jestliže je půdní roztok kyselý, tj. je v něm přebytek vodíkových iontů, je koncentrační spád vodíkových iontů v tomto případě minimální a rostliny musí vynaložit značnou energii, aby tuto pro ně nepříznivou situaci změnila a aby k příjmu živin rostlinami vůbec mohlo dojít. Půdní reakce tak je důležitou vlastností s přímým vztahem k výživě rostlin, má však stejně jako celá řada dalších agrochemických půdních vlastností k výživě rostlin i vztah nepřímý.

Agrochemických **vlastností půd s nepřímým vztahem** k výživě rostlin je mnoho a fungují ve vzájemných systémových i podsystémových interakcích. Tak např. zrnitost půdy určuje

vlastnosti s přímým vztahem (tj. sorpci a iontovou výměnu v půdě), ale také ovlivňuje vodní a vzdušný režim v půdě a tím také její biologický režim. Ten samozřejmě ovlivňuje důležitou agrochemickou vlastnost s přímým vztahem k výživě rostlin (tj. koncentraci přístupných živin v půdě), protože procesy mineralizace půdní organické hmoty i organických zbytků a organických hnojiv jsou závislé na aktivitě mikrobiální činnosti v půdě (ex KOLÁŘ 1992). Důležitý je také **stav rovnováhy vody a vzduchu v půdě** a také všechny vlastnosti, které předurčují možnosti rozvoje biologické činnosti a umocnění nároků půdních mikroorganismů i makroorganismů. Je to zejména **množství a kvalita primární rozložené půdní organické hmoty**, ale také následně množství a kvalita transformované půdní organické hmoty čili humusu⁷⁹.

* * *

⁷⁹ Zde je nutné upozornit na problematiku terminologie, užití při interpretacích závěrů environmentální chemie. Lze odkázat např. na diplomovou práci s názvem *Proč ztotožňování pojmů „humus“ a „půdní organická hmota“ v pedologii je zdrojem chybných závěrů?* (aut.: Bc. Dvořák, Miroslav. 2013. [Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Ladislav Kolář, DrSc.]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií 2013: 47 s.), která vysvětluje úskalí praktické analytické chemie, která k výpočtům tzv. „humusu“ využívá celkový obsah C_{ox} vynásobený koeficientem 1,724 (tzv. Weltův koeficient, který je založený na teoretickém předpokladu obsahu 58 % uhlíku v humusu). Soudobé přístupy ke studiu vlivů různých aspektů hospodaření a environmentálních změn na půdní organickou hmotu lze sledovat na široké škále certifikovaných metodik pro zemědělskou praxi. Ke studiu lze lesním školkařům doporučit např. tento pramen, dostupný na internetových serverech: BADALÍKOVÁ B. a VAŠINKA M. 2020. *Hodnocení obsahu organické hmoty v půdě a jejího vlivu na vodní erozi a půdní vlastnosti*. Uplatněná certifikovaná metodika č. 47/2020. Troubsko, Zemědělský výzkum, spol. s r. o. 2020: 22 s. – ISBN 978-80-88000-28-0.

9. PRAVIDLA PRO ZÁKLADNÍ HNOJENÍ PŮD V *LESOŠKOLKÁCH*

V soustavách hospodaření na půdách lesních školek je vždy nutné hledat harmonický **soulad všech agrotechnických a agrochemických opatření**, a to počínaje úrovní (frekvencí) střídání cílové produkce juvenilních dřevin (SMLD) s plodinami kultur *zeleného hnojení* (zkr. ZH) během tzv. odpočinkového, resp. regeneračního či sanitárního období, přes systematickou péči o příznivé fyzikální půdní poměry na obhospodařovaných pozemcích (přesně cílenými agrotechnickými zásahy) až po intenzitu hnojení půd organickými a průmyslovými hnojivy. Racionální hnojení půd školek minerálními hnojivy, přírodními a syntetickými melioranty či pomocnými půdními látkami je spolu s použitím postupů integrované (vč. chemické) ochrany rostlin vždy nutné považovat za nedílnou podmínku pro zajištění dlouhodobé udržitelnosti produkce juvenilních dřevin při pěstování SMLD ve školkách a pro zabezpečení kontinuity půdní biologické činnosti (a diverzity života v půdě).

9.1 ROLE VÁPNIKU A VÁPŇENÍ PŮD

Vápník (chemická značka Ca) se řadí k důležitým prvkům pro výživu rostlin. V půdě se vyskytuje v různých sloučeninách, které se z hlediska formy a přijatelnosti rostlinami rozdělují na sloučeniny s nevýměnným Ca, na sloučeniny s výměnným Ca a na sloučeniny s Ca rozpuštěným ve vodě. Doplnování zásob Ca do půd lesních školek se zabezpečuje prostřednictvím systematického **vápňení**. K indikaci potřeby vápňení se u zájmových pozemků nejčastěji využívá analytické stanovení hodnot výměnné půdní kyselosti (dnes obvykle ve výluhu půdy roztokem chloridu vápenatého – CaCl₂; dříve za využití chloridu draselného – KCl; jednotkou půdní kyselosti je pH – tzn. „potenciál vodíku“, lat. *pondus hydrogenia*, angl. *potential of hydrogen*)⁸⁰. Účelem vápňení je dosažení a udržení požadovaného optimálního rozpětí hodnot výměnného pH v půdě (ornici) zájmových pozemků. Dávky vápenatých hnojiv jsou určovány především pěstovanými rostlinami a bývají diferencovány hlavně zrnitostním složením obhospodařované půdy. Vápňení se rozlišuje na **meliorační a udržovací**. Melioračním vápňením se rozumí jednorázové použití vyšší dávky vápenatých hnojiv, které může rychle zvýšit pH půdy na požadovaný stav. Udržovací vápňení zajistí udržení stávajícího rozpětí hodnot reakce (pH) půdy doplněním (kompenzací) předpokládaných ročních ztrát vápníku. Nynější odhad průměrných ročních ztrát vápníku z obhospodařovaných orných půd v ČR činí cca 215 kg CaO na 1 ha. Obvyklé roční normativy dávek vápenatých hnojiv pro orné půdy v ČR (údaje převzaty od Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského) jsou dále zkompletovány v tabulce 9-1.

Pravidla (výchozí) pro vápňení pozemků, obhospodařovaných ve školkařských střediscích (zkr. ŠS) společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem:

- Cílem vápňení je dosáhnout a na pozemku poté udržet zvolenou *optimální* reakci půdy. Úroveň požadované „optimální“ půdní reakce nicméně bývá na konkrétním půdním bloku (PB/DPB) volena individuálně a při jejímu určení se přihlíží k mnoha proměnlivým okolnostem a hlediskům. Prvořadým hlediskem jsou **individuální požadavky odběratelů SMLD při smluvním pěstitelství**. Žádoucí rozmezí se většinou pohybuje v rozmezí $\pm 0,2$ pH od zvolených optimálních (cílových) hodnot.

⁸⁰ Výměnná půdní kyselost je způsobena adsorbovanými H a Al (příp. Fe) ionty, které se roztokem neutrální soli (dnes nejčastěji CaCl₂, popř. dříve KCl) vyměňují za bazické ionty. Jednotkou tzv. půdní reakce je záporný dekadický logaritmus koncentrace H⁺ iontů, uváděný jako pH (slovně potenciál vodíku).

- Znalost zrnitostního složení zeminy na PB je druhým rozhodujícím hlediskem, neboť správné stanovení cíle vápnění (i určení vlastní dávky vápnění) vždy k půdnímu druhu přihlíží. Větší jednorázovou dávkou vápnění si lze dovolit pouze na pozemcích, které obsahují více jílových částic. Zohledňuje se také množství vápníku dodaného v závlahových vodách a k předpokládaným ztrátám vápníku elucí (vyluhováním).
- Třetím hlediskem je pěstovaná kultura. Při intenzivním pěstování SMLD je toto hledisko částečně upozaděné a dává se přednost řešení, které směřuje ke stabilizaci výměnné půdní reakce na školkařských polích někde kolem univerzální cílové hladiny $5,5 \text{ pH} \pm 0,2$ (5,3–5,7 pH). Jde o pragmatický průnik dílčích požadavků, který dokáže vyhovět jak na pH náročnějším (listnatým) dřevinám, tak většině dřevin jehličnatých druhů (a v neposlední řadě i plodinám kultur ZH).
- Při optimalizaci úrovně půdní reakce na PB se přihlíží i ke sledu pěstebních osnov, resp. k zařazování a k pěstování účelových zemědělských kultur. Ty v současných podmínkách, kdy jsou kvalitní organická hnojiva pro lesní školkařství často nedostupná (nebo v požadovaném množství přinejmenším velmi obtížně dostupná), mají nezastupitelnou roli v podobě kultur *zeleného hnojení*. Omezujícím faktorem pro sortiment pěstovaných plodin ZH pak bývá již půdní reakce $<4,8 \text{ pH}$ (takové hodnoty výměnného pH jsou aktuálně v *Lesoškolkách* běžné nejméně na jedné čtvrtině až třetině obhospodařovaných PB). Tolerance zemědělských plodin (a zejména jejich jednotlivých odrůd) k nižším hodnotám pH je sice možná, ale jen do určité hranice. Vyšší odchylka od druhově a odrůdově specifické „optimální“ (vyžadované) úrovně výměnného pH má za následek všeobecné zhoršení podmínek pro pěstování náročných a výkonných plodin ZH (což se mimo jiné ve svém důsledku také projevuje nedostatečným nárůstem biomasy těchto plodin).
- Nároky plodin ZH v rámci sledu pěstebních osnov se respektují tím, že k plodinám ZH vyžadujícím vyšší hodnotu pH se vápní přímo, případně v časovém předstihu tak, aby v době jejich pěstování na pozemku došlo k žádoucí úpravě pH, popř. i k přizpůsobení ostatních půdních vlastností. Je samozřejmé, že na jednom pozemku nelze vždy usilovat o dosažení zcela optimálního pH půdy podle požadavků všech plodin ZH.
- Potřebou vápnění se rozumí množství alkalicky působícího Ca (popř. Mg), kterou se dosahuje nebo udržuje optimální hodnota pH půdy. Celkovou potřebu vápnění tvoří dávka melioračního a udržovacího vápnění u půd s nižší než optimální hodnotou pH, nebo jen dávka udržovacího vápnění na půdách s již optimální úrovní pH.
- Vlastní realizace vápnění ve ŠS *Lesoškolek* musí vycházet z dostupného sortimentu a množství vápenatých hnojiv. V praxi intenzivního pěstování SMLD je obvyklé, že **přednostně se vápní pozemky, které se nejvíce odchylojí od optimálního pH**. U pozemků, využívaných pro smluvní pěstování SMLD, ale tato zásada ustupuje do pozadí.
- Pro období let 2019–2022 přijal podnik LESOŠKOLKY s. r. o. strategii, že bude v systémech hnojení a péče o půdní úrodnost preferovat vápnění vždy po dvou letech (po ukončení pěstebního cyklu), a to **v relativně menších dávkách**. Orientační dávky pro ZPF přibližuje tab. 9-1; návrhy dávek vápnění pro *Lesoškolky* uvádí tab. 9-2.

Tabulka 9-1. Obecně platné roční normativy dávek vápenatých hnojiv (v tunách CaO na 1 ha) pro zemědělský půdní fond (pro orné půdy a ovocné sady) v podmínkách České republiky, resp. pro půdy rozdílných zrnitostních kategorií – půdy lehké, střední a těžké (údaje převzaty z publikace ÚKZÚZ 2012: Metodický návod pro hnojení plodin. [Sestavili Trávník K. a kol.] 1. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 26 s.)⁸¹

Roční normativ dávek vápenatých hnojiv v tunách CaO (Ca) na 1 ha pro kategorie půd					
Lehké půdy		Střední půdy		Těžké půdy	
výměnné pH	normativ	výměnné pH	normativ	výměnné pH	normativ
< 4,5	1,20 (0,86)	<4,5	1,50 (1,07)	<4,5	1,70 (1,22)
4,6-5,0	0,80 (0,57)	4,6-5,0	1,00 (0,71)	4,6-5,0	1,25 (0,89)
5,1-5,5	0,60 (0,43)	5,1-5,5	0,70 (0,50)	5,1-5,5	0,85 (0,61)
5,6-5,7	0,30 (0,21)	5,6-6,0	0,40 (0,28)	5,6-6,0	0,50 (0,36)
-	-	6,1-6,5	0,20 (0,14)	6,1-6,5	0,25 (0,18)
-	-	-	-	6,6-6,7	0,20 (0,14)

Tabulka 9-2. Doporučené dávky mletých vápenců (v t/ha) při udržovacím a melioračním vápnění produkčních školkařských ploch rozdílného půdního druhu (klasifikovaného podle Novákovy stupnice) na pozemcích společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem⁸²

Doporučená opatření pro stabilizaci a úpravu výměnné půdní reakce v orníčním profilu minerálních půd v lesních školkách	Půdní druh dle kategorií *		
	(p)	(hp)	(ph; h)
	Dávka aplikovaného mletého vápence (CaCO ₃) (v t/ha)		
Vynechání vápnění ⁺	-	-	-
Udržovací vápnění ⁺⁺	0,75	0,75	1,00
Meliorační vápnění ⁺⁺⁺	1,25 (2,00)	1,50 (2,25)	2,00 (3,00)
Max. jednorázová dávka vápnění	2,00	3,00	4,00

Pozn. *: Označení půdních druhů symbolem podle tabulky 3-1.

Indexy ^{+/++/+++}:

⁺ - nevápní se tehdy, obsahuje-li půda více než 0,3 % uhličitany, popř. je-li výměnná půdní reakce >5,8 pH/KCl u písčitých půd, >6,0 pH u hlinitopísčitých půd a >6,2 pH u písčitolhlinitých půd (viz návaznost těchto hodnot výměnného pH s údaji v interpretační tabulce 7-3);

⁺⁺ - udržovací vápnění se provádí vždy po ukončení hlavního pěstební cyklu, tj. zpravidla v 2letém intervalu; jeho účelem je stabilizovat (udržet) stávající hodnotu výměnného pH půdy (resp. vykrývat dílčí ztráty vápníku z orníčního půdního profilu);

⁺⁺⁺ - při melioračním vápnění je účelné meliorační dávku mletých vápenců sloučit do jednorázové aplikace spolu s dávkou udržovací, avšak jen do té míry, aby nebyla překročena maximální doporučená jednorázová dávka vápnění. Údaje v závorce platí v případě, kdy aplikace (dávka) melioračního vápnění se slučuje s dávkou udržovacího vápnění.

⁸¹ Tytéž normativy uvádí i 6. vydání těchto doporučení pro praxi od Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského, které vyšlo o 8 let později (viz publikace ÚKZÚZ 2020: Metodický návod pro hnojení plodin. [Sestavili Ing. Karel Trávník a kolektiv]. 6. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Sekce zemědělských vstupů: 29 s. – ISBN 978-80-7401-024-8.).

⁸² V listopadu 2022 byla uvedená doporučení novelizována v navazující certifikované metodice pro praxi (viz NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., NĚMEC P. 2022. *Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek*. Certifikovaná metodika. (Osvědčení č. MZE-67234/2022-16222/M249 ze dne 25. 11. 2022). 1. vydání. Strnady, VÚLHM: 59 s. – Lesnický průvodce 6/2022. – ISBN 978-80-7417-241-0.

Realizace vápnění musí ve školkařských provozech vždy vycházet z místních podmínek. V soustavách hnojení půd v *Lesoškolkách* jsou zdůrazňovány individuální přístupy, které zohledňují specifické požadavky smluvních odběratelů SMLD. Jde např. o synchronizaci vývoje juvenilních dřevin ve školkách v takových půdních podmínkách, které následně po výsadbě převládají na místě trvalého umístění SMLD v lesních porostech a na zalesňovaných holinách. Týká se to především synchronizací vůči převládající výměnné půdní reakci na zalesňovaných pozemcích a na školkařských polích, tzn. kdy SMLD, určený pro edaficky kyselá lesní stanoviště, je záměrně pěstován ve školkách v podmínkách nižších hodnot výměnného pH půdy (cf. MAUER 2012; MAUER a MAUEROVÁ 2011 a další).

9.2 SPECIFICKÁ ROLE FOSFORU A APLIKACE FOSFOREČNÝCH HNOJIV

Fosfor (chemická značka P) má jako základní minerální živina do jisté míry ve výživě rostlin a hnojení zvláštní postavení. Zatímco kationtové živiny (ionty K, Mg, Ca) jsou poutané téměř výhradně výměnnou sorpcí na jílové minerály a na humusové látky, fosfor je sorbován převážně amorfními minerálními složkami půdy, tj. oxidy a hydroxidy hliníku a železa, popřípadě výměnnou sorpcí poutaným hliníkem a vápníkem.

Z hlediska aplikací fosforečných hnojiv v lesních školkách lze přijímat různorodá řešení péče o půdní úrodnost. Dokonce ani případy silného hnojení fosforečnými hnojivy na půdách s již vysokou hladinou P v půdě nebyly doprovázeny navenek manifestovanou újmou, pokud se týká dosahování normou ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* požadovaných standardů morfologické kvality SMLD. Environmentálně ohleduplné to ovšem není (dnes je eutrofizace povrchových vod vážným problémem). Pro kategorizaci obsahu rostlinám přístupného fosforu v půdách lesních školek společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem se doporučují interpretační kritéria podle tabulky 7-9 (extrakce dle *Mehlich III*).

U „velmi vysokého“ (VV) a „vysokého“ (V) obsahu rostlinám přístupného P v půdě, kde není další zvyšování obsahu P v půdách žádoucí, **se základní hnojení P vynechává** až do doby, než obsah P v půdě poklesne na úroveň „dobrý“ (D), popř. než dosáhne jiné žádoucí cílové hladiny. Při dosažení kategorie obsahu rostlinám přístupného P v půdě „dobrý“ (D) se doporučuje aplikovat **udržovací hnojení** fosforečnými hnojivy v dávce cca 15–20 kg P/ha vždy na začátku (zpravidla 2letého) pěstebního cyklu. U „vyhovujícího“ (VH) obsahu P v půdě činí doporučená dávka fosforečného základního hnojení kolem 25–30 kg P/ha/2 roky. Při obsahu rostlinám přístupného P v půdách školek <50 mg P/kg půdy (extrakce *Mehlich III*; kategorie obsahu rostlinám přístupného fosforu v půdách lesních školek „nízký“ – „N“) je **dosycovací hnojení** půdy P-hnojivy v dávkách kolem 35–40 kg P/ha/2 roky nebo i vyšších možné aplikovat teprve až po předchozích agromelioračních úpravách vybraných parametrů půdy na zájmových školkařských polích. Vyžaduje se dosažení vyhovující hodnoty výměnné půdní reakce (a to ve vztahu k danému půdnímu druhu; na lehkých písčitých půdách nejlépe >5,4 pH/CaCl₂), žádaný je i obsah humusu >2,8 % H_{OX}, resp. předchozí vydatné organické hnojení. Dávkou se kryje spotřeba dřevin pouze na 2 roky dopředu a uspokojují se nároky na dosažení vyšší hladiny rostlinám přístupného P v ornicích zájmových pozemků. Většina tuzemských lesních školek (i těch na písčitých půdách) ovšem silné dosycovací hnojení P ani nevyžaduje, neboť v důsledku operativního hnojení pěstovaných dřevin hnojivy typu NPK mívají spíše vysokou až velmi vysokou koncentraci P v orničních profilech. V podmínkách *Lesoškolek* se dosycovací typ hnojení P-hnojivy realizuje hlavně ve ŠS Františkovy Lázně na zrnitostně středních půdách (tj. půdy s podílem jílnatých částic 20 až 45 %).

S ohledem na vodní režim písčitých půd je nutné průmyslová fosforečná hnojiva zpracovávat do celého orníčního profilu. V aridních podmínkách (zejména na pozemcích tradičních lesních školek bez možnosti účinného doplňkového zavlažování) při pouhém rozprostření a mělkém zapravení průmyslových hnojiv může v suchých povrchových vrstvách ornice docházet k nežádoucímu **zvyšování koncentrace solí**, která následně snižuje klíčivost výsevu a dehydratací poškozuje pletiva a růst mladých rostlin. Proto je vhodné základní hnojení půd ve školkách fosforečnými průmyslovými hnojivy integrovat se zpracováním organických hnojiv do půdy (nejlépe třeba se zaoráváním kultur ZH).

9.3 DOPORUČENÍ PRO ZÁKLADNÍ HNOJENÍ DRASELNÝMI A HOŘEČNATÝMI HNOJIVY

Na půdách velmi lehkého zrnitostního složení, které v tuzemských lesních školkách zpravidla převažují, není hnojení draselnými a hořečnatými průmyslovými hnojivy snadnou záležitostí. Oba biogenní prvky podléhají vyluhování (eluci) a vertikálním přesunům do hlouběji položených půdních horizontů.

Pro základní hodnocení obsahu draslíku (K) a hořčíku (Mg) v půdách lesních školek se dnes v *Lesoškolkách* používají **standardní interpretace** obsahu rostlinám přístupného K a Mg v půdě podle AZZP (tj. stanovené extrakcí *Mehlich III*), popř. kritéria pro obsah K, Mg a Ca v půdě pro kategorie písčitých až hlinitých půdních druhů (určených dle tradiční Novákovy zrnitostní klasifikace), která jsou kompletována v tab. 7-10.

Podle hodnot obsahu rostlinám přístupných živin K a Mg v půdě, stanovených metodou *Mehlich III*, byly pro podmínky školkařských středisek *Lesoškolek* již v předchozí etapě řešení projektu doporučeny (blíže viz NÁROVCOVÁ et al. 2016*, s. 36–41) diferencované dávky těchto živin vždy před zahájením 2letého pěstebního cyklu. Při nízkém obsahu K, resp. Mg se doporučuje dosycovací hnojení v dávkách nad 140 kg č. ž. K⁸³, resp. 50 kg Mg/ha/2 roky. Podmínkou ovšem je úroveň sorpční kapacity půdy nad 150 mmol/kg, vyhovující hodnota pH/CaCl₂ a obsah humusu >2,8 % H_{ox}. Pokud tyto podmínky splněny nejsou, je nutné uplatňovat pouze obohacovací stupeň hnojení dávkou 80–140 kg K/ha, resp. 30–50 kg Mg/ha/2 roky, která je doporučována při vyhovujícím obsahu živin. Při dobrém obsahu živin v půdě se aplikuje základní dávka udržovacího hnojení 40–80 kg K/ha/2 roky, resp. 20–30 kg Mg/ha/2 roky. Při velmi vysokém či vysokém obsahu se základní hnojení K a Mg na přechodnou dobu vynechává, a to do doby než se v půdě dosáhne žádané hladiny.

Samotná informace o obsahu (koncentraci) rostlinám přístupných živin K a Mg v půdě se ale dnes nepovažuje za dostatečný podklad pro komplexní agrochemickou charakteristiku orných půd a pro agronomickou interpretaci potřeby základního hnojení minerálních půd (cf. REJŠEK a VÁCHA 2018, s. 323, 344–350). V metodických doporučeních pro management půd ve společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem proto např. NÁROVCOVÁ et al. (2016*, s. 38) propagují jako důležitou indikační pedologickou charakteristiku také tzv. *kationtovou výměnnou kapacitu* (KVK). Půdní diagnostikou ve školkách se sledují zastoupení K a Mg v KVK a základním hnojením Mg a K se udržuje vyvážený poměr K : Mg = 1 : 3–(2). Některé specifické podrobnosti o využívání hodnot KVK v hnojařské praxi lesních školek metodicky rozvedl také DUBSKÝ (2020).

⁸³ Hmotnostní jednotky minerálních živin, resp. hnojivé dávky se zde uvádějí jako prvky (nikoliv jako oxidy), tj. jako tzv. „čisté živiny“ (až na výjimky se ale zkratka č. ž. v textech tohoto výstupu dále neuvádí).

Tabulka 9-3. Návrh rozsahů dávek základního hnojení půd draselnými hnojivými pro různé (agrochemickým rozbořem doložené) kategorie obsahu rostlinám přístupného K v orničním profilu půd na školkařských polích společnosti Lesoškolky s. r. o. Rečany nad Labem

Dosažená (agrochemickým rozbořem doložená) kategorie obsahu rostlinám přístupného draslíku (stanoveného metodou <i>Mehlich III</i>) v půdách lesních školek ⁺	Doporučená opatření a obvyklé dávky základního hnojení půd lesních školek draselnými hnojivými před zahájením 2letého pěstebního cyklu (v kg K/ha)
nízký (N)	silné dosycovací hnojení půdy draslíkem v dávkách nad 140 kg K/ha je možné teprve po předchozích agromelioračních úpravách školkařských polí (podmínkou pro dosycovací hnojení K je vyhovující výměnné pH, vyšší střední sorpční kapacita půdy >15 mval na 100 g půdy, „dobrý“ poměr K : Mg v KVK do 1,6 a obsah humusu >2,8 % H _{ox}), do té doby lze užít pouze obohacovací stupeň hnojení K
vyhovující (VH)	obohacovací základní hnojení půdy draslíkem v dávkách kolem 80–140 kg K/ha (příklad: 400–650 kg síranu draselného na 1 ha před zahájením pěstebního cyklu); podmínkou uskutečnění obohacovacího draselného hnojení je vyhovující poměr K : Mg v kationtové výměnné půdní kapacitě (je součástí stanovení AZZP)
dobrý (D)	udržovací hnojení cca 40–80 kg K/ha (příklad: 200–400 kg síranu draselného na 1 ha vždy před zahájením pěstebního cyklu); podmínkou je vyhovující poměr K : Mg v kationtové výměnné kapacitě
vysoký (V)	základní hnojení půd příslušnou živinou (K) se vynechává na přechodnou dobu 1 pěstebního cyklu (obvykle na 2 roky)
velmi vysoký (VV)	další zvyšování obsahu K v půdách není žádoucí; základní hnojení se vypouští do doby, než obsah K v půdě poklesne na úroveň „dobrý“, popř. než dosáhne jiné žádoucí cílové hladiny

Index ⁺:

⁺ Kategorizace obsahu rostlinám přístupného Mg v půdách lesních školek viz tabulka 7-10.

Navržené dávky základního hnojení půd v lesních školkách draslíkem (podle tabulky 9-3) i uváděná doporučení, že teprve na podkladě posouzení hmotnostních nebo ekvivalentních relací mezi draslíkem a hořčíkem v KVK je možné o draselném hnojení vůbec uvažovat, do praxe plánování hnojařských opatření v lesních školkách vnášejí nový prvek, a to ochotou navrhopvat zúrodňovací opatření v posloupnosti dílčích kroků, kde nechybí ani dočasné vynechání hnojařských zásahů. Praxe si jistě povšimne i faktu, že navrhopvané dávky

dosycování půd draslíkem (ale předtím již také Mg a P) jsou nižší, než které uváděly např. práce z období před 25 či více lety (cf. ŠARMAN 1984, s. 122; DUŠEK 1997, s. 60 aj.). Je to především zcela zásadním způsobem pozmeněná dostupnost organických hnojiv (již RECH 1989; DUŠEK a NÁROVEC 1991 aj.) pro **doplňování organické hmoty** a pro úpravy celkové sorpční kapacity půd v soudobých lesních školkách, která si takové korektury vyžádala. Nahlédneme-li do výše citovaných pramenů, tak např. Šarmanovy výpočty, kterými studentům lesního inženýrství tento vysokoškolský pedagog přibližoval tematiku stanovení potřeby organického hnojení v lesních školkách, běžně uvádějí dávky kolem 300 až 400 tun kompostu na 1 ha produkčních školkařských ploch (ŠARMAN 1984, s. 171). Totéž demonstruje DUŠEK (1997, s. 58) na příkladu modelové lesní školky (která byla založena na písčité půdě a která má aktuální podíl humusu v ornici na úrovni 2,7 % H_{ox}), když své výpočty uzavírá potřebou (výsledkem) doplnit obsah humusu v ornici dávkou kolem 250 tun zetlelé stromové kůry v přepočtu na 1 ha. Možnosti zrealizovat taková doporučení v praxi se dnes budou ale zdát spíše fikcí než seriózním návrhem. A to přesto, že za uplynulá desetiletí se obecná platnost těchto doporučení (výpočtů dle Wildeho vzorce) nezměnila (WITT 1997b).

Jestliže u návrhů základního hnojení ve školkách byla dosud zdůrazňována jen otázka správné intenzity hnojení (diferenciace dávek udržovacího, obohacovacího a dosycovacího hnojení), pak u draslíku jsou neméně důležité i **další články systému hnojení**, a to volba hnojiva, doba a způsob aplikace hnojiva atd. Na lehkých písčitých půdách s malou sorpční kapacitou nelze s ohledem na možný transport K v půdním profilu hnojit vyššími dávkami K. Navíc je třeba respektovat citlivost pěstovaných dřevin na obsah chloru (Cl^-). Známe je, že jehličnaté druhy lesních dřevin větší množství Cl^- v půdě, ale především přímé hnojení hnojivy s obsahem Cl^- , nesnášejí. Hnojením zvýšené množství Cl^- v půdě listnaté druhy dřevin tolerují úspěšněji. Praktickým opatřením ve školkách je **preferencí síranových typů** draselných hnojiv před hnojivy s chloridovou vazbou. Chloridy draselné (které bývají cenově levnější variantou hnojení než sírany draselné) přicházejí ve školkách v úvahu spíše jen zcela výjimečně, a to na zrnitostně středních kategoriích půd při podzimní přípravě půdy, resp. při pěstování kultur ZH. Mezi jarním hnojením školkařských ploch snadno rozpustným síranem draselným (K_2SO_4) a mezi výsevem nebo školkováním je třeba zvláště na písčitých půdách vždy zachovávat dostatečný časový odstup (doporučují se obvykle nejméně 4 týdny). Zpracováním půdy je třeba zabezpečit rozprostření draselných hnojiv v celém orničním půdním profilu.

9.4 OTEVŘENÉ OTÁZKY KOLEM HNOJENÍ SÍROU A MIKROELEMENTY

Síra (chemická značka S) je nepostradatelný prvek pro růst rostlin. Patří mezi makroživiny, obdobně jako N, P, K, Ca a Mg, a pro výživu rostlin musí být v půdě zastoupena v relativně velkém množství (desítky kg/ha) a v přístupných formách. Celkový obsah síry v půdě se obvykle pohybuje v rozmezí 0,01–0,10 %, přičemž její hlavní podíl je vázán, obdobně jako u N, v půdní organické hmotě. Organický podíl S v půdě činí přibližně 90–95 %. Pro příjem síry rostlinami jsou však rozhodující anorganické formy (především síranový aniont SO_4^{2-}), představující přibližně jedno procento z celkového obsahu S v půdě. Z dalších anorganických forem jsou potenciálním zdrojem sírany adsorbované na povrchu půdních částic a částečně i síra okludovaná v síranech vápenatých a hořčnatých. Síra je v rostlinách obsažena v aminokyselinách (cystein a metionin) a následně v mnoha stavebních a funkčních bílkovinách. Při nedostatku síry se uvedené aminokyseliny omezeně vytvářejí, ale zpomaluje se růst rostlin a využití dalších živin (např. dusíku). Vstupy síry zahrnují atmosférickou depozici S (většinou ve formě srážek), síru z aplikovaných hnojiv a síru, která je uvolněna mineralizací půdní organické hmoty (KLEMENT 2013; REJŠEK a VÁCHA 2018, s. 319).

V řadě zemí (Austrálie, Nový Zéland, USA a některé země západní Evropy) je hnojení sírou považováno za běžné agrochemické opatření. Uvádí se (VANĚK a kol. 2012, s. 159), že jakmile v humidnějších oblastech poklesne input síry (S) z ovzduší pod 15 kg/ha/rok, je nutné pěstovaným rostlinám **dodávat síru hnojením**. Přísun S z ovzduší do půdy již v některých oblastech ČR (Vysočina, jižní Čechy) pod tuto úroveň poklesl dlouhodobě (<10 kg/ha/rok), a tak přestože je imisní situace v ČR nadále lokálně proměnlivá, můžeme předpokládat, že také ve většině oblastí ČR je (nebo bude) třeba se zajištěním výživy rostlin sírou zabývat.

V rámci podniku LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem ucelená strategie pro hnojení sírou zatím vytyčena nebyla. Kalkuluje se s předpokladem, že upřednostňování síranových typů draselných hnojiv zatím napomáhá potenciální disproporce ve výživě sírou řešit. Podniková orientace na sladřování postupů monitoringu půdní úrodnosti s metodikami ÚKZÚZ pak je i v tomto ohledu chápána jako vykročení správným směrem, neboť pedologické laboratoře tohoto ústavu v extraktu podle *Mehlich III* analyzují také obsahy přístupné síry v půdě a také většinu nejdůležitějších mikroelementů (B, Cu, Mn, Zn, Fe).

Analýzy půd na obsah rostlinám přístupné síry a na mikroelementy se ovšem předpokládají teprve v případech, když by se na pěstovaných dřevinách **příznaky nedostatku** síry nebo stopových prvků **projevily karencemi** a když by takové deficiencie signalizovaly závěry opakovaných agrobiologických kontrol. Pokud by byl zjištěn nízký obsah těchto prvků v půdě, řídila by se podniková praxe doporučením ústavu (ÚKZÚZ). Dávky mikroelementů by neměly překročit doporučené hodnoty, ale také musí zaručit rovnoměrné rozmištnění (rozprostření) hnojiv na ploše zájmových pozemků. Na stanovištích, kde se předpokládá ztížený příjem mikroelementů z půdy, se vždy dává přednost mimokořenovým aplikacím.

9.5 PŘEPOČTOVÉ KOEFICIENTY

Obsahy živin v půdách a rostlinách, stejně jako potřeba živin pro rostliny, se v současné době udávají v čistých prvcích (tzv. v „čistých živinách“; zkr. č. ž.). V minulosti bývalo pravidlem, že se dávala přednost vyjadřování obsahu živin také v oxidech (kysličnících). U hnojiv ovšem toto pravidlo přetrvalo i do současnosti. Dlouhodobou snahou agrochemické vědy a praxe ovšem je i u hnojiv jednotně přejít na uvádění údajů výhradně v čistých prvcích. Vzájemné **přepočty ze sloučenin na prvky a naopak** z prvků na sloučeniny (zpravidla oxidy) vyžadují znalost přepočtových koeficientů (viz dále tab. 9-4). Užitečným metodickým doplněním této publikace proto mohou být i hodnoty relativních atomových hmotností některých z hlediska agrochemie nejdůležitějších makroelementů a minerálních prvků: C = 12,011; O = 15,999; H = 1,008; N = 14,007; P = 30,97; K = 39,10; Na = 22,989; Ca = 40,08; Mg = 24,31; S = 32,06; Cl = 35,45; Fe = 55,85; Al = 26,98 atd.

Tabulka 9-4. Koeficienty pro přepočít vybraných prvků (hlavních rostlinných živin a některých stopových prvků) na sloučeniny (oxidy) a naopak

Koeficienty pro přepočít rostlinných živin z kyslíčnicků (oxidů) na prvky			Koeficienty pro přepočít rostlinných živin z prvků na kyslíčnický (oxidy)		
NO ₃	× 0,22	= N	N	× 4,42	= NO ₃
NH ₄	× 0,77	= N	N	× 1,28	= NH ₄
P ₂ O ₅	× 0,44	= P	P	× 2,29	= P ₂ O ₅
K ₂ O	× 0,83	= K	K	× 1,20	= K ₂ O
CaO	× 0,71	= Ca	Ca	× 1,40	= CaO
CaCO ₃	× 0,56	= CaO	CaO	× 1,78	= CaCO ₃
MgO	× 0,60	= Mg	Mg	× 1,66	= MgO
SO ₃	× 0,40	= S	S	× 2,50	= SO ₃
SiO ₃	× 0,47	= Si	Si	× 2,14	= SiO ₃
Fe ₂ O ₃	× 0,70	= Fe	Fe	× 1,43	= Fe ₂ O ₃
MnO	× 0,77	= Mn	Mn	× 1,29	= MnO
MnO ₂	× 0,63	= Mn	Mn	× 1,58	= MnO ₂
ZnO	× 0,80	= Zn	Zn	× 1,24	= ZnO
CuO	× 0,80	= Cu	Cu	× 1,25	= CuO
MoO ₃	× 0,66	= Mo	Mo	× 1,50	= MoO ₃
B ₂ O ₃	× 0,31	= B	B	× 3,22	= B ₂ O ₃

* * *

10. ZELENÉ HNOJENÍ V SOUSTAVÁCH HOSPODAŘENÍ

Důraz na dlouhodobě příznivou bilanci minerálních živin a organických látek na produkčních školkařských polích je dnes aktuální (naléhavý) pro všechny tuzemské pěstitele PSM, kteří uplatňují tradiční technologie pěstování SMLD na minerálních půdách. Nedostatečně řešeným problémem bývá klesající podíl organických látek v půdě. Než se v rámci soudobého LH systémově vyřeší zajišťování zdrojů humusotvorných organických látek pro půdy lesních školek, tj. než dojde k překlenutí disproporcí (nynější nedostatečné intenzity organického hnojení v lesních školkách), je nezbytné školkařské praxi doporučit, aby zavedla do soustav hospodaření na půdách lesních školek alternativní řešení, které je současně důležitým půdoochranným opatřením. Jedná se o pravidelné *pěstování kultur zeleného hnojení (ZH)*⁸⁴. Excerpcí, analýzou a syntézou nových (např. BRANT et al. 2019; ZERA 2021; NÁROVCOVÁ a NĚMEC 2022*) i nadále platných starších (MAREŠ a kol. 1961; ERHART a HARTL 2008; NÁROVCOVÁ a NĚMEC 2017*) poznatků z pěstování plodin zeleného hnojení, popř. postupů z úseku kompostování rostlinných zbytků, bylo možné během 2. etapy řešení problematiky navrhnout některé nové varianty střídání pěstebních sledů plodin zeleného hnojení v podmínkách školek ve východním Polabí (ŠS Řečany n. L.), jejichž klimatické (i ostatní agroekologické) podmínky zpravidla odpovídají kukuřičnému nebo řepařskému výrobnímu typu ve smyslu tradiční rajonizace území ČR do zemědělských výrobních oblastí.

10.1 HISTORIE ZELENÉHO HNOJENÍ V LESNÍCH ŠKOLKÁCH U NÁS

Historické aspekty uplatňování zeleného hnojení zmiňují v domácí odborné literatuře např. MAREŠ a kol. (1961, s. 5). Uvádějí, že pozitivní efekty zeleného hnojení sice byly známy a v zemědělství využívány již ve staré říši římské, avšak že ve středověku, kdy naopak bylo zemědělství na nízkém stupni rozvoje, se v Evropě zelené hnojení nepoužívalo (neboť se na ně už pravděpodobně zapomnělo). Teprve v předminulém století bylo znovuobjeveno a popularizováno Albertem Schulzem (1831–1899). Ten v letech 1855 až 1894 realizoval na svém statku Lupitz v sousedním Německu (dnes je lokace této zemědělské farmy uváděna jako Kusey, část obce Klötze v okrese Salzwedel ve spolkové zemi Sasko-Anhaltsko) širokou škálu pokusů se zlepšováním vlastností hlinito-písčitých půd pomocí slínování, uplatněním draselného a fosforečného hnojení a také prostřednictvím pěstování bobovitých rostlin.

Od osmdesátých let 19. století, kdy se objevují první zprávy o použití ZH v Evropě, doznaly získané zkušenosti a popsané účinky ZH mnohé korektury. Zprvu (na začátku 20. století) bylo v LH u nás pěstování plodin ZH považováno především za prostředek ke zlepšení vlastností půd v tzv. *vyčerpávaných* lesních školkách (např. FRIČ 1930). Ve 30. letech minulého století (po roce 1929) u nás nastává druhá etapa zvýšeného zájmu o ZH v lesním školkařství. Dokládají

⁸⁴ Jedna z definic (ROZSYPAL 2004) charakterizuje *zelené hnojení (ZH)* jako opatření, kterým se rozumí záměrné pěstování plodin za účelem jejich zapravení do půdy jako organického hnojiva. Zaoráním zelených rostlin, které byly na pozemku vypěstovány, se tedy primárně sleduje dosažení efektů organického hnojení, totiž zvýšit obsah organických látek a upravit bilanci živin v obhospodařované půdě. Pěstování plodin ZH přináší také řadu dalších efektů a účinků, z nichž některé vystupují do popředí a jsou někde ceněny a preferovány dokonce ještě mnohem přednostněji, než je úloha samotného organického hnojení. DUŠEK a NÁROVEC (1991) přitom již v minulosti doporučovali, aby byl termín „*zelené hnojení*“ v segmentu lesního školkařství vždy chápán v širším smyslu slova a aby byl postupně nahrazován výstižnějším výrazem „*pěstování účelových kultur*“, resp. „*pěstování kultur (plodin) zeleného hnojení*“. Toto doporučení bude v dalším textu akceptováno. I při užití zkráceného označení *zelené hnojení* (nebo při užití zkratky ZH) je proto třeba mít na zřeteli naznačenou mnohostrannou úlohu pěstování plodin zeleného hnojení v lesních školkách. Konkrétně preferované role a účinky ZH budou dále v textu upřesňovány, kvantifikovány a vysvětlovány.

ji experimentální práce a další aktivity bývalého Výzkumného ústavu lesní biochemie a pedologie v Praze-Dejvicích, které inicioval Dr. Ing. Antonín Němec. Ten rovněž publikoval souhrnné zhodnocení poznatků o zeleném hnojení, získaných z tohoto období (např. NĚMEC 1942, 1948). Nejednalo se ale pouze o výčet pozitivních stránek působení ZH, nýbrž i o popis některých tehdejších provozních problémů s aplikacemi ZH ve školkách. K hlavním nevýhodám ZH se přitom řadila úzká závislost účinnosti ZH nejen na srážkových poměrech v jednotlivých letech (účinná závlahová zařízení tehdy ve většině školek nebyla k dispozici), ale také na volbě vhodných druhů plodin ZH pro diferencované lokální půdní a klimatické poměry. Orientaci na systematické uplatňování kultur ZH v lesním školkařství tehdy bránila rovněž ta skutečnost, že zeleným hnojením doplněné množství minerálních živin zpravidla nepostačovalo ke zvýšení koncentrací a zásob minerálních prvků P, K a Ca v půdách školek na žádanou úroveň (MAŘAN 1933b). V pozdějších etapách rozvoje LH po 2. světové válce byla u nás za hlavní nevýhodu zeleného hnojení označována nutnost vyloučení školkařských ploch na celý jeden rok z produkce SMLD, což se tehdy chápalo jako nežádoucí extenzivní způsob využívání půdy (MAŘAN 1950).

Ke změně těchto stanovisek, většinou vůči ZH ve školkách nějakým způsobem vyhraněných (kritických), dochází teprve v úvodu 60. let minulého století, když se pozornost více obrací k zakládání lesních školek trvalejšího charakteru (PEŘINA a DUŠEK 1961) a kdy hlavním článkem vyrovnané bilance koloběhu organických látek v půdách školek měly být aplikace tzv. *lesních kompostů* (PEŘINA a PEŠKA 1963). Zařazování plodin ZH do pěstebních osnov ve školkách dokonce tehdy začaly podporovat i příslušné dobové direktivy (např. novelizovaná ČSN 48 2310 *Lesní školky* z roku 1963 nebo ON 48 2351 *Hnojení v lesních školkách* z roku 1964), podle nichž se jedna pětina až jedna třetina produkčních ploch ve školkách měla každoročně vylučovat z produkce za účelem tzv. *meliorace půdy*. K dalšímu upřesnění použitelnosti ZH dochází v tuzemském lesním školkařství také počátkem 70. let, kdy se ZH doporučuje používat hlavně na plochách určených pro letní školkování, tj. v období mezi vyzvednutím sazenic brzy na jaře a vlastním letním školkováním. Nedocházelo při tom k vyloučení ploch z produkce na celý rok a navíc kultury ZH byly ceněny pro možnost přispívat k odplevelení zejména těch ploch, kde se vyskytovaly úporné druhy plevelů.

Systematické zařazování kultur ZH do osevních sledů v tuzemských školkách se nicméně ani tehdy pravidlem nestalo. Důvod byl zřejmý. V severozápadních a severních příhraničních oblastech Česka stále zřetelněji již propukala imisní kalamita a znovu tak narůstal tlak na maximální využití školkařských ploch k produkci SMLD pro obnovu lesa (LEDINSKÝ 1988). V tomto ohledu lesní školkařství nenapodobilo tehdejší perspektivní trendy ze zemědělské rostlinné výroby u nás, kde se začal klást značný důraz na systematické zlepšování fyzikálních, chemických a biologických vlastností orných půd pomocí plodin zeleného hnojení včetně zavádění tzv. *meziplodin*. Na celostátní úrovni řešení těchto naléhavých otázek centrálně koordinoval *Ústav pro vědeckou soustavu hospodaření*, který se úlohou meziplodin včetně vlivu střídání polních plodin v zemědělských soustavách intenzivně zabýval (blíže KUDRNA 1981; BENDA 1984 aj.).

Mapujeme-li zpětně situaci v agrokomplexu na počátku 80. let minulého století u nás, je možné toto ohlédnutí do minulosti uzavřít konstatováním, že pěstováním kultur ZH formou hlavní plodiny bývalo v zemědělské výrobě akceptováno jen ve zcela výjimečných případech (např. při zemědělských rekultivacích, po melioracích odvodňování apod. – viz ŠTÝS et al. 1981) nebo pokud byly pozemky daleko od zdrojů organických hnojiv, případně při jejich absolutním nedostatku. Při srovnávání situace se zahraničními školkami je nutné doplnit, že právě od tohoto období se u provozovatelů a majitelů zahraničních lesních a zahradnických

školek odvíjí zvýšený zájem o systematické zlepšování půdní úrodnosti pomocí pěstování účelových kultur, resp. plodin zeleného hnojení (např. BUCHNER 1983, 1984). Tuzemská školkařská praxe nicméně nástup těchto progresivních trendů při obhospodařování půdy včas nepodchytila (DUŠEK a NÁROVEC 1988, 1991). Brzy nato naše lesní školkařství prodělalo svoji komplexní přestavbu do nových poměrů tržně orientované ekonomiky a začalo působit v podmínkách zcela pozměněných modelů podnikání v LH včetně organizace zajišťování úkolů při obnově a při zakládání lesa u transformovaných, restituovaných a privatizovaných lesních majetků (BLUĐOVSKÝ et al. 1998; FOLTÁNEK 2009, 2016; SIMANOV 2016 aj.).

10.2 POLYFUNKČNÍ VYUŽÍVÁNÍ KULTUR ZELENÉHO HNOJENÍ V *LESOŠKOLKÁCH*

V podmínkách společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem (tento obchodní závod hospodaří na vlastních či na pronajímaných školkařských pozemcích o souhrnné výměře kolem 220 ha; je organizačně rozčleněn do 7 dílčích školkařských středisek) nyní význam pěstování kultur zeleného hnojení při obhospodařování půdních bloků lesních školek vystupuje do popředí pro celou řadu důležitých rolí a účinků. Některé z nich již na stránkách *Lesnické práce* popsali DUŠEK a NÁROVEC (1991), v souhrnné školkařské monografii poté znovu DUŠEK (1997) a naposledy NÁROVCOVÁ a NĚMEC (2017*, 2022*), resp. NÁROVCOVÁ et al. (2021*). Kultury zeleného hnojení se v kontextu těchto doporučení v *Lesoškolkách* zařazují ve všech případech a situacích, kdy to podmínky (agrotechnické lhůty, aktuální průběh a prognóza počasí, vhodný stav fyzikálních a chemických vlastností půd, dostupnost osiva, ekonomická nákladovost atd.) dovolují. Především se využívá každé příznivé jarní, pozdně letní i podzimní období po vyzvednutí produkce semenáčků či sazenic lesních dřevin z půdních bloků. Dominantní rolí zejména jarního pěstování účelových kultur ZH je prostřednictvím rychle vytvořeného souvislého rostlinného porostu chránit půdu před větrnou a vodní erozí (nyní v *Lesoškolkách* respektované zásady protierozní i všeobecné ochrany půdy zevrubně popsali např. HŮLA et al. 2003; ČERMÁK et al. 2007; JAVŮREK et al. 2010; KOVAŘÍČEK et al. 2012; BADALÍKOVÁ a NOVOTNÁ 2016, 2017; NÁROVCOVÁ et al. 2016* aj.). Stranou nezůstává ani schopnost plodin ZH potlačovat rozmnožování a růst plevelných rostlin nebo důležitá role (schopnost) uložení živin v rostlinné biomase opětovně živiny do půdy (po zaorání a rozkladu organické hmoty) navracet. Se zvyšováním obsahu rozložitelné organické hmoty v půdě souvisí role stabilizace využitelného podílu humusových látek v orničním profilu, navýšení množství půdních bakterií a mikroorganismů, fixace minerálních živin a zmírňování jejich vyplavování, dále příznivé ovlivňování vodního a tepelného režimu půd, podpora vytváření drobtovité půdní struktury a mnohé další kladné účinky a funkce pro všestranné zlepšování vlastností intenzivně obhospodařovaných půd. Kořínky některých plodin ZH tím, že pronikají do značné hloubky půdního profilu (při volbě vhodné plodiny rovněž prorůstají i utuženými podorničními vrstvami, které perforují), mohou vytvořenými makropóry výrazně ovlivňovat fyzikální půdní poměry (např. infiltraci vody) v rhizosféře následně pěstovaných lesních dřevin. Obohacování půdního profilu organickými látkami prostřednictvím plodin ZH je v *Lesoškolkách* považováno za stěžejní opatření a bývá hodnoceno jako srovnatelné s účinky slabé až střední dávky chlévského hnoje. Rozklad organické hmoty po zaorání ZH bývá rychlý (resp. je rychlejší než u rozkladu chlévského hnoje), ale následné uvolňování živin mineralizací dodané organické hmoty je relativně pozvolné. ZH je ceněné také z fytosanitárního hlediska pro schopnost potlačování chorob či pro regulaci výskytu škůdců a plevelů na produkčních plochách (NÁROVCOVÁ et al. 2021*). Pro zvýšení fytosanitárního účinku se doporučuje kombinovat a střídat druhy plodin ZH, neboť až na výjimky není vhodné pěstovat tytéž plodiny ZH bezprostředně po sobě.

Eminentní význam se nyní kulturám ZH přikládá také při omezování nepříznivých následků jednostranného využívání půd školek pěstováním monokultur, zejména stále týchž jehličnatých druhů dřevin. V tomto ohledu se dnes kulturám ZH přiřazuje nezastupitelná úloha přerušovačů monokulturních sledů dřevin. Již např. DUŠEK (1997) uvádí, že tato nadměrně významná funkce plodin ZH nebyla v tuzemských lesních školkách nikdy v minulosti náležitě doceňována, natož adekvátně využívána. Plodinám ZH je nutné přisuzovat velký význam také při snižování škodlivých důsledků zhutňování půdy, které ve školkách vzniká používáním těžké dopravní techniky, výkonných tažných mechanizačních prostředků a adaptérů. V řadě školek je technogenní kompakce půdních profilů závažným a aktuálním problémem. Je však třeba poukázat na všeobecně známou skutečnost, že samotné pěstování plodin ZH nedokáže silně zhutnění podorniční vrstvy půdy účinně eliminovat. V takových případech je nezbytností mechanické rozrušení kompaktní mezivrstvy pomocí strojů a adaptérů pro hloubkové prokypřování půdní spodiny (pluhy s podrývacími trny, jednoúčelové stroje pro hloubkové kypření půd, specializované agrotechnické postupy atd.). Zkušenosti z provozů společnosti *Lesoškolky* (NÁROVCOVÁ et al. 2016*) přitom potvrzují oprávněnost doporučení, aby pokročilá agrotechnická opatření (podrývání pomocí speciálních strojů a adaptérů) byla uplatňována i ve školkách na písčitéch sedimentech, a to nejdéle v pětiletých intervalech (NÁROVCOVÁ a NĚMEC 2017*; NÁROVCOVÁ et al. 2021*).

10.3 ZAŘAZOVÁNÍ KULTUR ZELENÉHO HNOJENÍ JAKO HLAVNÍ PLODINY

10.3.1 Souvztažné a podporující okolnosti

Při studiu účinků (a při analýze možností pro uplatňování) plodin ZH na školkařských polích v rámci soudobé produkce SMLD u podniku LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem se řešitelé projektu TH04030346 „*Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek – druhá etapa*“ zaměřili (a navázali) na doporučení, která byla závazná pro tradiční provozy lesních školek v 60. letech minulého století (DUŠEK, KOTYZA a kol. 1970). Ta pravidelně zařazovala pětinu až třetinu školkařských ploch do tzv. *odpočinkového* či *melioračního* období. Dělal se to především za účelem úhorování (tzv. *černý úhor* byl důležitým tehdejším prostředkem k odplevelení pozemků), přirozené obnovy produkční schopnosti stanoviště nebo všestranného zlepšování půdních vlastností každé lesní školky. Návrat k tomuto konceptu iniciovalo a umožnilo konečně i to, že nynější praxe (trh) neklade lesním školcům za úkol jen produkci PSM (a tedy plné využití produkčních ploch), nýbrž že v posledních letech od odběratelů rapidně narůstají také kvantitativní požadavky na KSM.

Pravidelné vkládání jednoletého melioračního a odpočinkového období do rámců pěstebních osnov, tj. na témže produkčním poli systematické střídání cyklů pěstování lesních dřevin se zařazováním kultur zeleného hnojení jako hlavních (účelových) plodin, může být vnímáno z celé řady rozdílných zorných úhlů. Jednak v pozitivním ohledu jako vhodné alternativní řešení k překlenutí situace, kdy naše LH nemá k dispozici potřebná množství organických hnojiv a kdy tak vynuceně dochází k minimalizaci inputu (přísunu) organické hmoty do půdy obhospodařovaných produkčních ploch lesních školek. Směrem k dále rozváděným doporučením na zařazování ZH jako hlavní plodiny jistě mohou zazníť ale i rozpačitá či odmítavá stanoviska, poukazující, že se jedná o ideový návrat ke konceptům extenzivního využívání půdy, a to dokonce již starších déle než půl století. Ale pro pochopení odlišností v situování (zařazování) kultur zeleného hnojení do soustav hospodaření na půdách lesních školek nyní a v minulosti je možné (nutné) vzít do úvahy zásadní odlišnost tehdejšího a nynějšího způsobu saturování (doplňování) minerálních živin do půd školek.

V minulosti byla hlavním prostředkem doplňování minerálních živin, nutných pro výživu pěstovaného PSM, organická hnojiva, především pak lokálně připravované komposty (PEŘINA a PEŠKA 1963; PEŘINA a MATERNA 1970), dnes jsou to výhradně hnojiva průmyslová (NÁROVCOVÁ et al. 2016*, s. 32–43). Jestliže v minulosti byla v rámci LH nedostatková především vhodná průmyslová (minerální) hnojiva a půdy školek běžně obsahovaly podíl kolem 4 až 7 % humusových látek (tyto hodnoty potvrzuje např. NÁROVEC 2006*), dnes půdám lesních školek chybí zejména tolik žádoucí organická složka (podíl humusu v ornících školek bývá jen kolem 2 až 4 %) jako nezbytný **sorbent pro poutání živin** dodávaných písčitém půdám průmyslovými hnojivými (NÁROVCOVÁ et al. 2016*, s. 16). Stabilizace obsahu organických látek v ornících lesních školek je proto jedním z důležitých nových argumentů, proč se v rámci podniku LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem pěstování kultur ZH jako hlavní plodiny nyní tolik preferuje a vyhledává.

Důvodem je rovněž všeobecný požadavek důslednější **ekologizace výrobních postupů** při pěstování PSM v lesních školkách. Chápeme-li ekologické zemědělství jako pragmatické vyústění potřeby uspokojovat celospolečenskou poptávku po udržitelném rozvoji venkova, po účinné ochraně půdy před degradací a devastací, po snižování zátěže přírodních zdrojů a po zmírňování možných rizik kontaminace složek životního prostředí agrochemikáliemi (MZE ČR 2016, s. 16), pak navrhovaná celoroční péče o půdu prostřednictvím účelových kultur zeleného hnojení je jednou z cest, jak takovou společenskou poptávku v lesních školkách naplňovat. Podkladem pro bilancování koloběhu organických látek a pro rychlou diagnostiku situace v hospodaření se živinami na různých úrovních agroekosystémů v takovém případě mohou být postupy standardně používané v ekologickém zemědělství (doporučit ke studiu lesním školkařům lze pro tento účel např. publikaci ČERMÁK et al. 2007).

10.3.2 Ověřené sledy kultur zeleného hnojení (modelové příklady)

Užijeme-li výrazové prostředky konvenčního a ekologického zemědělství, které pěstování kultur ZH během celého vegetačního období označují za model *ZH jako hlavní plodiny*, pak právě tato alternativa nebývá v zemědělské rostlinné výrobě nijak častá. Četnější je kultivace porostů ZH jako tzv. *meziplodiny*, a to buď formou *podsevu do krycí kultury*, nebo jako *strništní plodiny*, eventuálně u víceletých kultur (např. v ovocných sadech) jako *podplodiny* (RICHTER a ŘÍMOVSKÝ 1996). Tyto způsoby pěstování plodin ZH nalézají ovšem v lesních školkách jen velmi omezené příležitosti (pro souběh a návaznost vyzvedávání a expedice SMLD ze záhonů školek s výsevy a se školkováním v úvodu vegetačního období).

S přihlédnutím k tomu, jak se ve velmi úzkém časovém souběhu jarních sezónních prací (slangově „špiček“) dařilo v lesních školkách optimalizovat a synchronizovat kumulaci pěstebních a agrotechnických operací při výrobě prostokořenného SMLD se lhůtami pro zakládání porostů plodin zeleného hnojení, tak byly v letech 2015 až 2022 v *Lesoškolkách* modelově zkoušeny dvou- nebo třífázové sledy kultur ZH po sobě v jednom kalendářním roce. Celé jednoleté období, vyčleněné pro pěstování plodin ZH, zpravidla vždy umožnilo alespoň dvojitou hlavní produkci (sklizeň, resp. zapravení do půdy) plodin ZH. Podaří-li se výsevy plodin ZH v podmínkách *Lesoškolek* uskutečnit již (nejpozději) v dekádě mezi 11. a 20. dubnem, pak bývá dosažitelná i trojitá produkce plodin ZH po sobě. Zvládnutí výsevů plodin ZH v časném jaře je ve školkách organizačně náročné, nicméně z pohledu produkce organické hmoty se vždy jedná o kultury ZH s jeho nejvyššími kvantitativními účinky.

Při záměrném vyřazení školkařských polí po dobu jednoho roku z produkce lesních dřevin byly v podmínkách *Lesoškolek* úspěšně ověřeny následující modelové sledy kultur ZH:

(1) Trojí produkce kultur zeleného hnojení:

- hrách setý (nebo hrách rolní čili *peluška*, popř. bob obecný): výsev na začátku dubna, zaorání v polovině června,
- čirok obecný var. súdánský: výsev na konci června, zaorání v první polovině srpna,
- svazanka vratičolistá: výsev v druhé polovině srpna, zaorání v říjnu,

nebo kombinace:

- hořčice bílá: výsev na začátku dubna, zaorání v polovině června,
- čirok obecný var. súdánský: výsev na konci června, zaorání v první polovině srpna,
- svazanka vratičolistá: výsev v druhé polovině srpna, zaorání v říjnu.

(2) Dvojí produkce kultur zeleného hnojení:

- hrách setý (hrách rolní): výsev začátek května, zaorání v polovině července,
- svazanka vratičolistá: výsev na konci července, zaorání v říjnu,

nebo kombinace:

- žito seté: výsev na začátku května, zaorání v polovině července,
 - hořčice bílá: výsev na konci července, zaorání v říjnu.
-

Jako univerzální (modelový) se na většině pozemků, které byly z produkce SMLD uvolněny celé vegetační období jednoho roku, a ve všech školkařských střediscích *Lesoškolek* osvědčil tento sled tří po sobě následujících plodin zeleného hnojení v jediném roce:

- jarní výsev hrachu, pelušky nebo žita setého (v termínu mezi 10. – 20. dubnem),
- letní výsev čiroku súdánského (v termínu 20. – 30. června) a
- pozdně letní výsev hořčice bílé nebo svazanky vratičolisté (od 20. do 30. srpna).

V průběhu tohoto období (vynechávaného roku), kdy jsou na školkařských polích po sobě opakovaně pěstovány plodiny ZH, se rovněž snadno při zaorávkách ZH realizují všechna potřebná opatření pro zvyšování hladin minerálních živin v ornících školkařských polí (podpora a zvyšování biologické sorpce živin na organické látky, dosycovací hnojení půdy fosforem, hořčíkem a také draslíkem; meliorační a udržovací vápnění aj.), stejně jako dílčí operace při zpracování půdy (hloubkové zpracování půdy, prohlubování ornice atd.).

Tyto pro půdu regenerační, meliorační a ozdravné cykly pěstování kultur zeleného hnojení se v podmínkách soustavy hospodaření na půdách v *Lesoškolkách* střídají s pěstováním cílové školkařské produkce PSM lesních dřevin. Ta přetrvává na školkařských polích zpravidla plně

2 roky (od jara do jara přespříštího roku), takže kultury ZH se na daném pozemku střídají vždy **každým třetím rokem**, eventuálně po dvou hlavních pěstebních cyklech, tj. **nejpozději po pěti letech** (blíže NÁROVCOVÁ et al. 2016*, 2021*; NÁROVCOVÁ a NĚMEC 2017*, 2022*). Této cykličnosti se v *Lesoškolkách* přizpůsobuje i periodicitu půdoznalecného průzkumu vybraných ukazatelů půdní úrodnosti (detaily průběžného monitoringu půd viz NÁROVEC et al. 2017*), takže realizace opatření (vyměrování dávek) základního hnojení půd se vždy opírá o seriózní podklady a data agrochemické půdní kontroly (NĚMEC et al. 2017*). Také je nutné zdůraznit i to, že úspěšná integrace pěstování vybraných plodin ZH vyžaduje od školkařských podniků zajištění potřebné mechanizace (secí stroje, nářadí a adaptéry pro přípravu půdy a péči o porosty aj.), předpokládá dostupnost požadovaného osiva včetně nákupu specifických prostředků chemické ochrany rostlin a také naplnění mnoha dalších předpokladů.

Preference hrachu setého (*Pisum sativum* L.) vyplývá z univerzálního postavení této luskoviny při využívání (zejména v řepařsko-obilnářském výrobním typu) pro zelené hnojení. Vytváří značné množství šťavnaté zelené hmoty a také rozvětvené podzemní biomasy. Kořeny na lehkých půdách snadno pronikají do hloubek kolem 1,00 metru. Plodina snáší široké spektrum půd s odlišnou texturou a chemismem; vyšší citlivost vykazuje jen vůči příliš kyselým půdám. Klíčí již při teplotách 1 až 2 °C a snáší i mírné mrazy (někdy až do -7 °C). Do sklizně zelené hmoty, resp. do zapravení do půdy hrách doroste již během 60 dní (údaj se ale liší podle použité odrůdy). Ve vlhkém roce a na minerálně bohatých půdách někdy porosty trpí poléháním (hrách vytváří lodyhu i 200 cm dlouhou), některé provozy proto dávají přednost pěstování hrachu výhradně jen ve směskách. Jako podpurná rostlina se uplatňuje nejčastěji oves setý (výsevek 15–20 kg osiva/ha) nebo hořčice bílá (3–5 kg/ha).

Je-li požadována (upřednostňována) luskovina se vzpřímenou, nepoléhavou lodyhou, pak alternativou místo hrachu setého může být např. bob obecný (*Faba vulgaris* Moench.). Střídát tyto plodiny ZH lze i z toho důvodu, že zařazovat hrách setý po sobě se v osevním postupu všeobecně doporučuje jen jednou za pět či šest let (MAREŠ a kol. 1961, s. 85). Obměňuje se proto např. i s hrachem rolním (*Pisum sativum* L., ssp. *arvense* [L.] A. Gr.) neboli *peluškou*. Ta je ještě skromnější než hrách setý a prosperuje i ve vyšších polohách; naopak ale nekoření tak hluboko (většinou do 50 cm).

Preference čiroků (*Sorghum* Adams) v podmínkách školkařských středisek *Lesoškolek* ve východním a středním Polabí pramení z vhodnosti jejich pěstování pro energetické účely, tedy ze schopnosti produkovat při relativně nízkých nárocích na půdní vláhu **vyšší výnos nadzemní a podzemní biomasy**. Pěstování čiroků bez závlahy je možné také v těch aridních oblastech, kde úhrn ročních dešťových srážek dosahuje jen 400–700 mm (HERMUTH, JANOVSÁ, STRAŠIL et al. 2012, s. 20). I v takových podmínkách dokáží na jednu seč pro energetické využití produkovat výnos kolem 14–20 tun suché nadzemní biomasy na 1 ha. Rostliny čirokovité (stejně jako kukuřice) náležejí do skupiny rostlin s fotosyntézou typu C4. Jsou tedy dosti náročné na teplo, ale na produkci 1 kg sušiny spotřebují jen něco málo přes 200 litrů vody (což je ještě o 100 litrů méně, než kolik vyžaduje kukuřice). Argumentem pro čirokovité rostliny je dobře propracovaná pěstitelská technologie, která je prakticky shodná s pěstováním kukuřice. Používají se při ní rovněž stejné mechanizační prostředky, uplatňují se podobná pravidla pro výživu a hnojení a rovněž se respektují podobné zásady při střídání v osevních postupech.

Úlohou žita setého (*Secale cereale* L.) je opět (stejně jako u čiroků) **co nejvyšší výnos nadzemní biomasy** pro zaorání do půdy. Jeho výhodou je prosperita i v podhorských a horských oblastech, nižší nároky na produkční potenciál půd, odolnost vůči horším

pěstitelským podmínkám včetně tolerance ke kyselým půdám aj. Při změnách klimatu se bude cenit i jeho suchovzdornost a možnost pěstování rovněž na lehkých písčitých půdách v níže položených teplých sušších oblastech. V zemědělských soustavách je významný také jeho fytosanitární účinek (PETR et al. 2008, s. 15).

Volba hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) a svazenky vratičolisté (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) vycházela z jejich tradiční všestranné role v systémech ZH. Bude o ní ještě pojednáno v navazujících kapitolách o rámcových zásadách pěstování ZH.

10.4 RÁMCOVÉ ZÁSADY PĚSTOVÁNÍ VYBRANÝCH PLODIN ZELENÉHO HNOJENÍ

Roli účelových kultur, resp. plodin ZH v soustavách hospodaření na půdách lesních školek může plnit široká škála rostlinných druhů a jejich nejrůznějších sledů (navazujících osevních postupů) či společných kultivací (kombinací, směsek). Podat vyčerpávající popis těchto možností není náplní práce. Předkládaný popis se zaměří pouze na množinu těch rostlinných druhů a jejich sledů, které již byly v rámci řešení úkolu (projektu) v *Lesoškolkách* úspěšně odzkoušeny (NÁROVCOVÁ et al. 2021*) a které zmiňuje i předchozí text. Jsou to: hrách setý (*Pisum sativum* L.), bob obecný (*Faba vulgaris* Moench.), žito seté (*Secale cereale* L.), širok obecný var. súdánský (*Sorghum vulgare* var. *sudanense*; syn. *Sorghum bicolor* /L./ Moench.), hořčice bílá (*Sinapis alba* L.) a svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth.).

Vyzdvihovány budou pouze ty okolnosti a údaje, které jsou pro racionální pěstování těchto plodin ZH v lesních školkách důležité, tedy především základní agrotechnická data (výsevek, agrotechnické lhůty atd.), nebo údaje, které nelze při pěstování zemědělských plodin jako účelových kultur ZH opomíjet. Pro zemědělské podnikatele, kteří evidují své lesní školky v LPIS, jsou navíc u ZH důležitá i všechna závazná pravidla tzv. kontroly podmíněnosti.

10.4.1 Hlavní zásady při pěstování luskovin na zelené hnojení

Z mnoha druhů luskovin bude v této podkapitole pozornost věnována zejména hrachu, popř. bobu. Technickým předpokladem uplatnění luskovin jako zeleného hnojení ve školkách je dostupnost secích zařízení (strojů) a jejich nastavení na požadovanou hloubku vysévání (hrách na 5–6 cm; bob na cca 8 cm). Zvláštností luskovin je relativně malá výnosová reakce např. na vysokou úroveň dusíkatého hnojení za vegetace, popř. i na jiné intenzifikační faktory. Specifikem může být i dlouhá doba kvetení a zrání plodů a značná citlivost na přesně vymezený průběh počasí v tomto období, stejně tak jako např. rozdílná druhová a odrůdová náchylnost k chorobám nebo resistance vůči škůdcům. Luskoviny nemají takovou autoregulační schopnost ve větvení stonků jako obiloviny v odnožování (tj. vytváření vedlejších stébel), takže důležitým prvkem jejich pěstování je zabezpečení optimálního počtu rostlin na jednotku plochy. Hustotu řídce založených porostů luskovin již zpravidla nelze dodatečně upravovat.

Výchozí koncept posloupnosti plodin zeleného hnojení na produkčních plochách *Lesoškolek* jako první sled preferuje právě luskoviny. Navazujícími plodinami jsou obilniny. Aby ZH naplnilo svůj hlavní účel doplnění organických látek do půdy, musí právě obilniny zajistit tvorbu potřebného množství rostlinné biomasy. Předpokladem k tomu ale je délka dostupného meziporostního období v trvání alespoň 45 až 60 dní od zasetí (ROZSYPAL 2004).

10.4.1.1 *Pracovní operace při pěstování hrachu*

Při pěstování hrachu na ZH ve školkách (jarní výsevy) se doporučuje věnovat pozornost následujícím agrotechnickým a agrochemickým opatřením:

- Jarní předseťová příprava půdy a předseťové hnojení zahrnuje zkeypření půdy do hloubky 6 cm a povrchové rozmetání (tzv. „*na široko*“) předseťové dávky minerálních granulovaných hnojiv, a to buď pouze dusíkatých (v dávkách kolem 30 kg č. ž. N/ha), nebo plných (typu NPK).
- Setí: co nejdříve, do hloubky 5–6 cm a obvykle do řádků vzdálených cca 15 cm, norma výsevu cca 1 mil. kusů klíčivých semen na 1 ha (tj. 100 ks na 1 m²). Obvyklý výsevek činí 150 až 260 kg/ha. Po zasetí je možné (nikoliv však nezbytné; doporučuje se ale v sušších oblastech) pro zlepšení vzcházení půdu lehce utlačit hladkými (nebo cambridskými, tedy profilovanými) středně těžkými válci.
- Během vegetace (až do výšky rostlin 12 cm) je možné porost ošetřit vláčením (prutovými bránami), v případě dodatečného zaplevelení je vhodný postřik postemergentními herbicidy, alternativně při výskytu škůdců (obaleči, listopasi aj.) další chemická ochrana. Kontrola rostlin (cca ve 3–5 týdnech po vzejití osiva) k potvrzení, zda se na kořenech hrachů objevují hlízky.

10.4.1.2 *Pracovní operace při pěstování bobu*

Při pěstování bobu (časné jarní výsevy) se pozornost věnuje následujícím agrotechnickým a agrochemickým opatřením:

- Jarní předseťová příprava půdy a předseťové hnojení: zkeypření půdy do hloubky 8 až 10 cm a podle úrodnosti půdy povrchové rozmetání výchozí předseťové dávky minerálních granulovaných hnojiv, a to opět buď pouze dusíkatých (v dávkách kolem 30 kg č. ž. N/ha), nebo kombinovaných hnojiv typu NPK.
- Setí: včasné, do hloubky 8–10 cm, obvykle do řádků vzdálených cca 15–25 cm, norma výsevu cca 400 tis. kusů klíčivých semen na 1 ha (tj. 40 ks na 1 m²); obvyklý výsevek od 140 do 250 kg/ha; preemergentní aplikace herbicidů.
- Během vegetace (až do výšky porostu 12–15 cm) je možné provést vláčení, při dalším zaplevelení je vhodný postřik postemergentními herbicidy; alternativně chemická ochrana: zejména proti listopasu čárkovanému nebo mšici bobové. Kontrola rostlin (cca ve 3–5 týdnech po vzejití osiva), zda se na kořenech rostlin objevují hlízky (pokud nikoliv, je možné aplikovat produkční přihnojení dusíkatými hnojivy nebo plnými hnojivy v dávce kolem 30 kg č. ž. N/ha).

10.4.2 *Pěstování vybraných druhů obilovin*

Obiloviny v ověřované skladbě plodin pro ZH (NÁROVCOVÁ a NĚMEC 2017*) reprezentovalo především žito seté (z jarních výsevů), neboť se jako monokulturní porost zeleného hnojení obstojně hodí pro sorpčně a minerálně (živinami) chudé (kyselé) písčité zeminy, popř. je velmi vítanou příměsí do nejrůznějších typů směsek ZH, a také tzv. *súdánská tráva* (tj. širok obecný var. *súdánský*).

10.4.2.1 Zásady pěstování žita setého na zelené hnojení

Základem je vhodná odrůdová skladba a kvalita osiva, a to nejen podle semenářských kritérií, ale i podle původu (provenience), neboť v biologické hodnotě osiva od různých množitelů a z různých ekologických podmínek existují velké rozdíly. V ČR jsou u žita setého rajonizovány jak **odrůdy typu populací**, které jsou založeny na populačním udržovacím šlechtění, tak i **odrůdy typu hybridů**. Odrůdy typů populací nemívají vyhraněné požadavky na stanoviště a jsou zpravidla vhodné pro všechny oblasti pěstování. Dobře se uplatňují jako ozimé plodiny především na stanovištích s nižší intenzitou agrotechniky (jsou tedy vyhledávány např. ekologicky hospodařícími podniky). Pro hybridní odrůdy bývá někdy vyžadována odrůdově specifická agrotechnika a také pěstování v nefusariózních oblastech. Detailní informace tohoto zaměření a další podrobnosti k širokému okruhu otázek kolem pěstebních technologií a možnostech soudobého uplatnění žita nebo kříženců žita s pšenicí (tzv. *tritikale*) v podmínkách ČR lze čerpat z relativně málo početné specializované (odborné nebo populárně-naučné) literatury (např. PETR et al. 2008). V podmínkách *Lesoškok* jsme v letech 2015–2022 konkrétně testovali diploidní populační odrůdu 'Bojko' (NÁROVCOVÁ a NĚMEC 2017*, 2022*), která vznikla křížením jarní a ozimé formy žita a která se vyznačuje komplexní rezistencí vůči houbovým chorobám. Je rovněž tolerantní vůči kyselým půdám a hodí se také do teplejších aridních oblastí ČR.

Pro dobrý průběh fotosyntetické asimilace je nutné, aby porost žita nebyl přehuštěný a mohlo do něho dobře pronikat sluneční záření a proudit vzduch. K dosažení optimální struktury porostu, pěstovaného na zrno, je plně **dostačující hustota** kolem 280 až 350 rostlin na 1 m². Při menším počtu rostlin dochází působením autoregulace porostu k tvorbě většího počtu produktivních odnoží. Naopak při vyšším počtu rostlin (což bývá v důsledku používání vysokých výsevků v praxi častějším jevem) se silně redukuje odnože, porost bývá přehuštěný a jednotlivé rostliny jsou celkově slabší a méně rozvinuté. Takové rostliny jsou také náchylnější k polehnutí. Chyby v založení porostu většinou nelze dodatečně eliminovat.

Budoucí strukturu porostu zeleného hnojení proto zásadním způsobem ovlivňuje **výsevek**. Optimální porostní hustotu při pěstování „na zeleno“ (200 až 300 rostlin na 1 m²) poskytuje výsevek, jemuž odpovídá cca tři a půl až čtyři milióny klíčivých semen na 1 ha. V hmotnostních jednotkách tomuto požadavku vyhovuje výsevní množství osiva v běžné kvalitě asi 130 až 140 kg·ha⁻¹ pro setí v dobrých podmínkách a asi 150 až 160 kg·ha⁻¹ pro setí v horších podmínkách. U hybridních odrůd jsou často doporučovány také výsevky na úrovni 100 kg·ha⁻¹ nebo i méně (např. 70 kg na 1 ha, tj. 2,5 až 2,75 milióny klíčivých semen). Je to možné jednak pro použití drobnějšího osiva a také proto, že hybridní odrůdy mají větší odnožovací schopnost. Doporučuje se vždy ale pečlivě zvažovat, v jakých podmínkách se bude zásev takového osiva provádět, a pokud nejsou podmínky ideální, raději extrémně nízké výsevky nevolit. Na vysýchavých písčitých půdách v *Lesoškokách*, kde nebyla jistota plné připravenosti (a provozuschopnosti) závlahových soustav ve všech rizikových fázích roku, byla námi v letech 2015–2022 pro zelené hnojení upřednostňována diploidní odrůda 'Bojko'. Při jarním termínu setí jsme raději (s předběžnou opatrností) preferovali výsevek až 240 kg/ha (NÁROVCOVÁ a NĚMEC 2017*). Při sklizni „na zeleno“ většinou doba sklizně koreluje s počátkem metání (tvorbou klasu). Výnosy zelené hmoty se u diploidní odrůdy 'Bojko' v *Lesoškokách* pohybovaly průměrně kolem 20 tun na 1 ha (viz NÁROVCOVÁ a NĚMEC 2022*). Potenciálně mohou být i na úrovni 25 až 45 tun na 1 ha, u tetraploidních odrůd až 60 tun/ha. Žito nebo tritikale je proto z důvodu vysoké potenciální produkce biomasy také vyhledávanou plodinou k energetickým účelům (PETR et al. 2008, s. 173).

Při pěstování žita setého (jarní výsevy na zelené hnojení) se doporučuje věnovat pozornost následujícím hlavním agrotechnickým a agrochemickým zásadám a opatřením:

- Žito seté vyžaduje větší *utuženost půdy* (resp. vytvoření pevného *osivového lůžka*). Zásadou proto je půdou příliš nehýbat, ale zaset do vyzrálé půdy v co nejkratším (nejvhodnějším) termínu. Jarní příprava půdy většinou tedy zahrnuje jen urovnání povrchu (smykem) a lehké nakypření půdy branami do úrovně hloubky setí (u žita do 4 cm). Pokud by z nějakých důvodů výsevům žita ve školkách měla předcházet (předset'ová) orba, pak musí být vykonána s předstihem nejméně 3 týdnů před výsevem.
- Předset'ové hnojení: rozprostření plánované dávky minerálních fosforečných a draselných granulovaných hnojiv rozmetadly (s prvořadým požadavkem rovnoměrnosti) a jejich mělké zapravení do půdy (běžné dávky bývají kolem 200 kg superfosfátu a 80 kg síranu draselného v přepočtu na 1 ha).
- Setí: základem je kvalitní (uznané) a zdravé osivo; obvyklá hloubka setí 2,5 až 4 cm, obvyklá šířka řádků 10–15 cm, vzdálenost v řádku 3–5 cm. Možné je i setí na široko. Někde se traduje ještě mělčí setí (2 cm), ale uvedená hloubka se jeví jako optimální, protože půda se zpravidla slehne a obilka zůstane v hloubce cca 2 až 3 cm.
- Produkční hnojení dusíkem (v dávkách kolem 30 kg č. ž. N/ha) a ochrana proti chorobám a škůdcům se obvykle řeší až v průběhu jarní fáze vegetace, a to podle aktuálního vývoje porostu a dle závěrů agrobiologických kontrol.

10.4.2.2 Zásady pěstování čiroku obecného na zelené hnojení

Uplatněnou certifikovanou metodiku, která komplexně hodnotí současný stav produkce, kvality a využití čiroků v ČR a která se zabývá zásadami agrotechniky, jakož i jeho botanickou charakteristikou a odlišnostmi dílčích variet čiroku obecného, jejich výnosovými, kvalitativními a technologickými parametry atd., vydal před 10lety Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i. Praha-Ruzyně (HERMUTH et al. 2012). Je to veřejně dostupný zdroj nadále platných relevantních informací, které přicházejí do úvahy při uplatňování čiroku jako plodiny zeleného hnojení v lesních školkách. Následující text bude z citovaného pramene rovněž vycházet (excerpovat).

Při pokusných výsevech v *Lesoškolkách* (v letech 2015 až 2022) se používala varieta (odrůda) čiroku obecného, která se v praxi označuje jako tzv. *súdánská tráva* (*Sorghum vulgare* var. *sudanense*). Zkoušel se rovněž **kříženec čiroku se súdánskou trávou**. Šlo o odrůdu 'Gardavan', která má menší nároky na teploty při klíčení. Vzchází již při venkovních teplotách 8–10 °C a vzcházení trvá 10–14 dnů. Na úplné dozrání čiroky obvykle potřebují sumu efektivních teplot 2500 až 3500 °C a délku vegetačního období bez mrazů od 120 do 180 dní. Daří se jim i v takových agroekologických podmínkách, kde kukuřice již neposkytuje žádané a spolehlivé výnosy biomasy.

Při pěstování *súdánské trávy* (nebo jejich kříženců s čirokem) se doporučuje ve školkách věnovat pozornost následujícím hlavním agrotechnickým a agrochemickým opatřením:

- Příprava půdy pro čiroky je závislá na půdních a klimatických podmínkách dané oblasti. Povrch půdy je nutné do výsevu a později až do doby plného vzejití porostu stále udržovat bez půdního škraloupu. Rozrušování půdního škraloupu je důležité

k přerušení kapilarity v orniční vrstvě půdy, aby výpar vody z půdy byl co nejmenší. Po zasetí se doporučuje (cit. HERMUTH et al. 2012, s. 21) pozemek uválcovat cambridskými válci, a to především tehdy, je-li horní vrstva ornice přerušena. Válením se utlačí půda v hloubce zasetých semen a tím se zabezpečí přívod vody k semenům z hlubších vrstev půdy. Válení po zasetí se v případě použití vhodného secího stroje s přítlačnými kotouči již neprovádí.

- Výsevné množství osiva čiroků se odvíjí od účelu pěstování a pohybuje se od 20 do 30 kg·ha⁻¹ (u plodin pěstovaných pro zelenou hmotu je i vyšší). Hloubka setí čiroků bývá 3 až 5 cm. Velmi důležitým zásahem je včas rozrušovat půdní škraloup, který se vytváří zvláště po deštích. Výsev je možné provést až teprve tehdy, nehrozí-li mrazy a když je půda již dostatečně teplá (nejméně 10–12 °C v oblasti seťového lůžka).
- Výsev se provádí secími stroji; používají se secí stroje konstruované pro výsev obilnin, nebo speciální secí stroje na přesný výsev kukuřice (nebo přímo čiroku). Osivo čiroků má mít klíčivost nejméně 80 %, čistotu 98 %. Pro výsevy se používá osivo tříděné.
- Čirok je plodina velmi náročná na příjem živin. Předosevní hnojení a přihnojování čiroku za vegetace se proto realizuje velmi podobně jako u kukuřice. Vzhledem k nízkému počátečnímu a dlouhotrvajícímu odběru živin se doporučuje k přihnojování používat spíše plná hnojiva s pomalým a trvalým uvolňováním živin. Spotřeba dusíku a draslíku je největší ve fázi od nárůstu 3. – 4. lístku po vymetání. Fosfor přijímají rostliny čiroku zpočátku (tj. prvé čtyři týdny) velmi pomalu a v malém množství. Spotřeba fosforu se stupňuje až ve fázi kvetení, kdy je příjem této živiny největší. Ve větší míře využívá čirok také vápník, ale až v pozdějších fázích vegetačního období.
- Doporučovaná souhrnná dávka pro zajištění optimální výživy porostů čiroku obecného předseťovým a operativním (produkčním a kvalitativním) hnojením během vegetace je nemalá (v kg č. ž. na 1 ha): 140–160 kg N; 25–35 kg P; 100–125 kg K; 30–50 kg Ca a 15–30 kg Mg.

10.4.3 Zásady pěstování hořčice bílé na zelené hnojení

Z agroekologických hledisek je při intenzivním produkčním pěstování porostů hořčice bílé (*Sinapis alba* L.) zdůrazňována potřeba (vhodnost) pěstování výhradně v kukuřičné nebo řepařské výrobní oblasti, dále na úrodných (spíše hlinitých) půdách s neutrální půdní reakcí a v oblastech s dostatečnou úrovní výživy rostlin (hnojením) sírou (MIKŠÍK et al. 2007, s. 8). Jedná se o specifické nároky na prostředí, kterými se tato olejnina zásadně odlišuje např. od řepky olejně (*Brassica napus* L.). U hořčice bílé existuje také široká škála semenných, pícních a kombinovaných typů odrůd, které se mohou v agroekologických nárocích a v některých technologických požadavcích ještě hlouběji profilovat (cf. PELIKÁN et al. 2013). V českém sortimentu jsou registrovány např. domácí odrůdy 'Zlata' (povolena v roce 1982), 'Veronika' (2000), 'Severka' (2003), 'Polárka' (2006) a švédská odrůda 'Medicus' (2005).

K hlavní obecným agrotechnickým a agrochemickým zásadám při pěstování hořčice bílé patří:

- Osivo by mělo být z kategorie *certifikované*. Při pěstování hořčice je vždy třeba dbát na účinnou ochranu proti dřepčíkům, neboť ti dokáží vzcházející porosty zcela zdecimovat. Protože použití mořeného osiva již možné není, stává se nejméně dvojitá aplikace povolených insekticidních přípravků nezbytností. První (profylaktické) ošetření porostů se provádí již ve fázi děložních lístků.

- I s ohledem na dřepčíky a na ostatní možné biotické škůdce se ve školkách doporučuje aplikovat přibližně dvojnásobné množství osiva, než jaké uvádějí standardní zemědělské metodiky pro optimalizace výsevků při pěstování hořčice na semeno (např. MIKŠÍK et al. 2007, s. 10). V podmínkách *Lesoškolek* se osvědčily výsevky kolem 25–30 kg osiva na 1 ha při užití řádkových secích adaptérů. Při plošném setí (rozhozením „na široko“ spolu se zavlačením) dokonce ještě o dalších 50 % vyšší.
- Hořčice vzchází zpravidla již 5–8 dní od výsevu. Termín výsevu je pro kvalitu porostů proto velmi důležitým faktorem. Respektuje se pravidlo, aby se u vzcházejících porostů minimalizovaly možné škody pozdními mrazy (mladé rostliny mohou utrpět újmu již při dvouhodinové expozici přízemními teplotami vzduchu pod -7 °C; u dospělých rostlin jsou kritickou teplotou -2 °C). V podmínkách nížinných poloh ČR bývá optimálním termínem výsevu období mezi 20. březnem a 10. dubnem. Za nejzazší termín setí hořčice bílé se uvádí 20. duben; setí v květnu bývá v nížinné zemědělské typové struktuře označováno již za opožděné a rozhodně za nevyhovující pro pěstování na semeno (MIKŠÍK et al. 2007, s. 12). Jako plodina ZH roste hořčice velice rychle. Během 5 až 7 týdnů mohou být porosty již zaorávány. (Období do sklizně tzv. *na semeno* ale trvá 80 až 141 dní.)
- Hloubka setí obvykle bývá 2–3 cm; mezirádková vzdálenost se standardně doporučuje 25 cm. Založení porostu hořčice, která preferuje suché oblasti s hlubokými půdami, by mělo na jaře předcházet přinejmenším zkyplení půdy do hloubky alespoň 20–22 cm (umožňují-li to agrotechnické lhůty, doporučuje se před výsevem střední až hluboká podzimní orba). Standardem jarní přípravy půdy je především smykování (resp. použití těžších bran), následuje preemergentní aplikace pesticidů a také zavlačení osiva na hloubku výsevu. Za sucha se osev uválí válci.
- Proto, že hořčice nesnáší kyselé půdy, je nutné před její kultivací zrealizovat udržovací nebo meliorační typ vápnění (detaily uvádí NÁROVCOVÁ et al. 2016*, s. 33). Vyplatí se rovněž zajistit výživu účelových kultur hořčice bílé základním hnojením půdy, a to rámcovými dávkami 25 až 30 kg č. ž. P/ha a také profylaktickou dávkou 80 až 100 kg č. ž. K/ha ve formě síranu draselného. Podmínkou obohacovacího typu základního (předset'ového) draselného hnojení půdy je vyhovující hodnota hmotnostního poměru rostlinám přístupných živin K/Mg (<1,6) v ornici zájmových pozemků. Při draselném a hořečnatém hnojení půdy je třeba vždy preferovat hnojiva se síranovou vazbou těchto živin. Při společném deficitu síry a hořčíku v půdách je preferovaným typem základního hnojiva kieserit.
- Část nedostatkových živin P, K a Mg se může aplikovat i na kulturu prostřednictvím komplexních hnojiv typu NPK. Z mikroelementů bývá hořčice náročná na bór. Dusíkaté operativní hnojení na kulturu (tzv. „*na list*“) by mělo činit alespoň 60 kg č. ž. N/ha. Polovinu této dávky je vhodné rozhodit *na list* ve formě ledků, obvykle (optimálně) v termínu, když výška vzešlých rostlin činí 10 až 20 cm.

10.4.4 Zásady pěstování svazenky vratičolisté

Svazenka vratičolistá (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) je významnou a z mnoha hledisek ceněnou, oblíbenou a atraktivní rostlinou pro zakládání porostů účelových plodin v lesních školkách. Vysévat ji lze v jarní, v letní i v pozdně letní fázi vegetačního období. Úloha zeleného hnojení je u svazenky žádanou rolí, ale nabízí se také preferování schopnosti porostů svazenky účinně chránit půdu (role krycí kultury), všestranně zlepšovat fyzikální půdní vlastnosti (neboť vytváří hustý kořenový systém), průběžně zajišťovat dostatek pastvy pro včely (role medonosné plodiny), poskytovat ozdobný efekt v krajině (estetická funkce) atd.

Při jarním termínu výsevu (ten se ale v lesních školkách používá zřídka) začíná svazenka kvést již po 40–50 dnech a doba jejího kvetení trvá 20–40 dnů. Lodyha je vzpřímená; pokud se větví, pak zpravidla v apikální části. Dorůstá délky 30–80 cm. Pro co nejrychlejší růst a tvorbu bohaté nadzemní i podzemní biomasy jsou v ČR doporučovány různé vyšlechtěné odrůdy (PELIKÁN et al. 2013). Patří k nim domácí registrované odrůdy 'Větrovská' (povolena v roce 1952), 'Profa' (z roku 2007), 'Protana' (2008), 'Promoce' a 'Meva' (obě 2009), 'Vega' (2012) nebo německá odrůda 'Lisette' (1996). Všeobecně je svazenka považována za skromnou rostlinu, nenáročnou na půdní i klimatické podmínky. Z hlediska půdního druhu preferuje písčité a šterkovité půdy, snáší však i půdy středních zrnitostních kategorií. Stanoviště pro její pěstování by mělo být osluněné (MAREŠ a kol. 1961).

K obecným zásadám racionálního pěstování svazenky vratičolisté ve školkách patří:

- Uplatňuje se v zemědělské rostlinné výrobě nejčastěji jako tzv. *letní meziplodina*. Optimální dobou pro pozdně letní výsev je období od poloviny července do poloviny srpna (v odborné literatuře se většinou jako nejpozdější termín výsevu svazenky uvádí polovina září). V čistých porostech se seje (přísevem na diskových bránách) buď do řádků, vzdálených 12–20 cm (výsevek 8–12 kg na 1 ha), nebo plošným setím „na široko“ (standardní výsevek 12–17 či 20 kg, tj. kolem 5–8 milionů klíčivých semen na 1 ha).
- Důležité je zajistit zasetí semen do hloubky cca 1,0–2,5 cm (přímý rozhoz osiva na půdní povrch ve školkách bez zapracování do půdy a bez úpravy výsevku má často za důsledek vznik mezernatých porostů).
- Jako „strniskové“ zelené hnojení se svazenka velmi často uplatňuje ve směskách, ve kterých jsou doplňujícími komponenty především hořčice, pohanka, peluška, někdy též oves, vikev a další plodiny. Do nejrůznějších luskovino-obilních směsek se v agrární praxi svazenka doporučuje a přidává také z důvodů zajištění a obohacení potravní nabídky (pastvy) pro včely (GERSTMEIER a MILTENBERGER 2020).
- Pro velkou flexibilitu této plodiny k výchozí úrovni půdní úrodnosti na produkčních školkařských plochách svazenka nevyžaduje ani výchozí specifická agrochemická opatření před výsevem, ani během dalšího pěstování. Agrochemické zásahy se řídí spíše než ohledy na danou plodinu, celkovým strategickým záměrem zlepšování parametrů půdní úrodnosti na zájmovém pozemku lesní školky (včetně realizace dosycovacího typu základního hnojení půdy).

* * *

SHRNUTÍ

Kapitoly o sazenicích a půdách v lesních školkách

Předkládaná kniha popisuje vybraná témata výzkumného projektu „*Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek – druhá etapa*“ (TH04030346). Hlavním leaderem projektu je VÝZKUMNÝ ÚSTAV LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ A MYSLIVOSTI, v. v. i. Strnady – Výzkumná stanice Opočno (koordinátorka: Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.). V letech 2019–2022 projekt získal podporu Technologické agentury České republiky. V centru pozornosti (a náplní projektu) jsou návrhy řešení některých soudobých problémů s udržováním půdní úrodnosti v modelových poměrech školkařských středisek společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem (www.lesoskolky.cz). Publikace využívá také osobní zkušenosti z realizací terénních poradenských a expertizních aktivit, které v letech 1995 až 2022 autor knihy a pracovníci Výzkumné stanice Opočno pro provozní praxi zajišťovali. Kniha je členěna do deseti samostatných kapitol, které shrnují dílčí oblasti realizovaných projektových analýz, syntéz a optimalizací.

Úvodní kapitola připomíná určující úlohu iniciativ, strategií a programů Evropské komise na úseku (#1) zajištění udržitelného rozvoje venkova, (#2) podpory stability a funkcionality zemědělské a lesní krajiny, (#3) prosazování účinné ochrany půdy před degradací či devastací, (#4) podpory rozmanitosti života v půdě a na obhospodařovaných agrárních a lesních pozemcích včetně lesních školek atd.

Kapitola 2 analyzuje vývoj požadavků na kvalitu sadebního materiálu lesních dřevin v České republice, a to za období od roku 1955 po současnost. V poměrech centralizovaného řízení ekonomiky v bývalé Československé socialistické republice (1960–1990) byl vliv centrálních orgánů do sektoru praktického lesního školkařství zajišťován prostřednictvím ministerských instrukcí, podnikových směrnic, metodických pokynů a rovněž pomocí československých státních norem (ČSN). Požadavky na výběr stanoviště pro založení lesní školky definovaly např. články 16 až 22 ČSN 48 2310 *Lesní školky* (platnost normy od 1. 1. 1955). Povinnost doložit pedologickým rozbohem vhodnost volby místa pro vybudování lesní školky určoval např. článek 39 normy ČSN 48 2320 *Práce v lesních školkách* (platnost od 1. 4. 1959).

Výchozím měřítkem pro posuzování kvality sadebního materiálu lesních dřevin (SMLD) se v poválečném období nejprve stala ČSN 48 2211 *Sazenice lesních dřevin* z roku 1955, která byla v roce 1962 nahrazena normou ČSN 48 2211 *Semenáčky a sazenice lesních dřevin*. Později byla ČSN 48 2111 upravována ještě dvakrát (1975, 1988). Přímou na ni navázala i česká technická norma ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* z roku 1998. Zpracovatelem této (a do nových poměrů tržní ekonomiky koncipované) řady technických norem pro zalesňování a pro obnovu lesa v ČR byl Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jíloviště-Strnady, útvar pěstování lesa (Výzkumná stanice Opočno), spolu s Ústavem zakládání lesů Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně (viz JURÁSEK et al. 1998). Hlavním přínosem normy z roku 1998 bylo definování parametrů sadebního materiálu tzv. *standardní jakosti* (detaily MAUER 1998; JURÁSEK 1998; ŘEŠÁTKO 1998). Norma se stala metodologickým východiskem pro analytickou a kontrolní práci ve Zkušební laboratoři č. 1175.2 *Školkařská kontrola* (ZL ŠK), která působí na Výzkumné stanici Opočno. Od roku 2014 je Ministerstvem zemědělství ČR pověřena posuzováním kvality SMLD jako výhradní akreditované pracoviště s působností v rámci celé ČR.

V roce 2004 v souvislosti s přistoupením ČR mezi členské země Evropské unie byla do legislativy ČR implementována evropská směrnice Rady 1999/105/ES ze dne 22. 12. 1999 o uvádění reprodukčního materiálu lesních dřevin na trh (in orig.: Council Directive 1999/105/EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material). Ta specifikuje požadavky na sadební materiál tzv. *obvyklé obchodní jakosti*. Prováděcí předpis (vyhláška č. 29/2004 Sb.) k zákonu č. 149/2003 Sb., o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin, ve znění pozdějších předpisů, tuto výchozí (obchodovatelnou) kvalitu předepisuje pro sadební materiál uváděný v ČR na trh (tzv. *do oběhu*). Požadavky české technické normy ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* jsou v některých ohledech ještě náročnější a směřují při třídění SMLD ve školkách k vyššímu stupni uplatňované selekce.

Kapitola 3 podává zevrubný rozbor zkušeností, požadavků a nároků tuzemské lesnické praxe na kvalitu (fertilitu) půd v lesních školkách. Změny v preferencích půdních druhů (tj. půd odlišné mechanické půdní skladby) zpravidla vždy úzce souvisely se způsobem zpracování půdy, s dostupností tažných strojů či mechanizačních prostředků atd. Také postupně do rozhodování o výběru stanoviště pro založení školky pro pěstování prostokořenné produkce SMLD vstupovala hlediska technologického vybavení školek (např. preference zrnitosti a skladby zemin umožňujících podřezávání semenáčků) či lokální dostupnost pracovních sil (detaily např. KOTYZA 1970; DUŠEK 1997; SIMANOV 2016; FOLTÁNEK 2016 a jiní).

Kapitola 4 uvádí informace o hlavních uplatňovaných zásadách hnojení půd a pěstované produkce u prostokořenného sadebního materiálu ve školkách. Popisuje i roli půdních zkušeben při provádění kontroly půdních poměrů v lesních školkách u státních organizací lesního hospodářství v období let 1954–1994 (detaily např. ZAVADILOVÁ 1955; DUŠEK 1985; LEDINSKÝ 1991, 1992 a jiní). Konstatuje také, že provozovny státních podniků i privátních obchodních společností v segmentu lesního školkařství nyní používají zcela individualizované soustavy hnojení, které důsledně přihlížejí k individuálním poměrům v rámci oligopolního tuzemského trhu se sadebním materiálem lesních dřevin a ke specifickým situacím (podmínkám) pro rentabilní a konkurenceschopné hospodaření. Do okruhu soudobých naléhavých problémů péče o půdní úrodnost v lesních školkách přitom náleží především odnos půdních částic z obhospodařovaných pozemků (např. erozí), pedokompakce (zhutňování půdních profilů) v důsledku pojezdů mechanizačních prostředků a strojů po produkčních plochách, acidifikace půd (nedostatečně kompenzovaná vápněním pozemků) a dekarbonizace půd (snižování obsahu humusotvorných organických látek ve svrchní půdě školkařských polí v důsledku mineralizace a nedostatečného organického hnojení).

Kapitola 5 se proto věnuje některým podrobnostem z okruhu těchto soudobých problematik. Popisuje například možná půdoochranná opatření ke snižování rizika vodní a větrné eroze půdy ve školkách. Apeluje také na nutnost preventivní i nápravné péče o půdní strukturu a na zajištění ochrany půdy před pedokompakcí. Za důležité opatření se považuje nejen pravidelné hloubkové podrývání zhutnělých půdních horizontů pomocí jednoúčelových strojů a adaptérů (podrývacích trnů), a to v intervalech nejméně jednou za 5 let, ale také systematické a vydatné organické hnojení a vápnění pozemků.

Kapitola 6 předkládá koncept kontroly půdní úrodnosti v lesních školkách, resp. v měřítcích jednotlivých školkařských středisek podniku LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem navrhuje rozsahy a intervaly základních a periodických průzkumů půd zájmových školkařských polí. Základem návrhů je harmonizace způsobů provádění kontroly úrodnosti půd ve školkách s pracovními postupy agrochemického zkoušení zemědělských půd.

Kapitola 7 provozní školkařské praxi nabízí soubory vyhodnocovacích tabulek pro interpretace vybraných indikátorů půdní úrodnosti. Týkají se nejrůznějších postupů zjišťování půdní reakce, zrnitostní půdní skladby, obsahu rostlinám přístupných živin P, K, Ca a Mg (nyní analyticky stanovených extrakcí dle metodiky *MEHLICH III*), kationtové výměnné kapacity atd. Zdůrazňuje se přitom potřeba zvolený soubor sledovaných půdních indikátorů přizpůsobovat lokálním podmínkám konkrétní školkařské provozovny a možnostem její přímé spolupráce s konkrétní pedologickou laboratoří. Konkrétním záměrem hospodaření na půdách školek je nutné rovněž přizpůsobovat (individualizovat) způsob vyhodnocování výsledků půdních rozborů. Je žádoucí, aby využití publikovaných vyhodnocovacích tabulek pro jednotlivé pedologické znaky a analytická (laboratorní) stanovení nebylo strnulé, nýbrž flexibilní a přihlížející k dlouhodobým trendům vývoje hodnot daných pedologických znaků v konkrétních výrobních a ekologických poměrech (detaily viz REJŠEK a VÁCHA 2018).

Kapitola 8 zahrnuje některé doplňující informace pro výkonné lesní školkaře, kterým ve formě stručného kompendia rozšiřuje vzhled do vztahů v soustavách *rostlina – půda – hnojivo* (tedy v oboru aplikované agrochemie). Vychází z popisu půdy jako trojfázového systému, který sestává z pevné, kapalné a plynné složky (též označované jako *fáze*). Tyto fáze, na kterých do značné míry závisí diferencovaný vývoj půd a všechny probíhající půdotvorné procesy, jsou v zeminách zastoupeny v různých poměrech. Vzhled do fázového složení půdy (soustavy půdních složek) vychází ze starších studijních textů od předních představitelů lesnické pedologie a agrochemie na našich zemědělských vysokých školách (cf. JURČÍK 1984; ŠARMAN 1984; VANĚK 1992; KOLÁŘ 1992; RICHTER 1994; JANDÁK et al. 2001, 2008; VANĚK et al. 2012; VAVŘÍČEK 2012; PODRÁZSKÝ et al. 2015; PAVLŮ 2018 a další).

Kapitola 9 přináší konkrétní návrhy pro základní hnojení půd ve školkařských střediscích společnosti *Lesoškolky*. Návrhy jsou v jednotlivých školkařských provozech přizpůsobeny zastoupeným půdním druhům i situacím (půdním poměrům), zjišťovaným v období let 2014 až 2022 pedologickým průzkumem. Základem uplatňovaných (doporučovaných) pravidel jsou předchozí zkušenosti z poloprovozně ověřovaných projektových optimalizací u základního hnojení pomocí hnojiv s obsahem fosforu, hořčíku, vápníku a draslíku.

Knihu uzavírá **10. kapitola**, která je zaměřená na uplatnění kultur (plodin) zeleného hnojení v soustavách hospodaření na půdách *Lesoškolek*. Jde o nadmíru perspektivní opatření, jehož hlavním posláním je překlenutí nynější nedostatečné intenzity organického hnojení v lesních školkách. Jde současně o důležité půdoochranné opatření. Uvedeny jsou modelové příklady celoročního pěstování kultur zeleného hnojení jako hlavní plodiny (tehdy s rolí přerušovačů častých monokulturních sledů pěstovaných dřevin). Kompilovány jsou i rámcové zásady pro pěstování vybraných luskovin a obilovin, stejně jako doporučení pro výsevy hořčice bílé či svazenky vratičolisté (detaily viz NÁROVCOVÁ et al. 2021*).

Při přípravě knihy bylo ambicí a záměrem autora nabídnout tuzemské lesnické školkařské praxi inspiraci pro odpovědné (ekologické) hospodaření s půdou a pro zmírnění některých negativních trendů při hospodaření na půdách lesních školek.

SUMMARY

Chapters on seedlings and soils in forest nurseries

The present book describes selected topics of the research project entitled “Optimization of fertilization and management systems of forest nursery soils – second stage” (TH04030346; <https://starfos.tacr.cz/project/TH04030346>). The main leader of the project is the Forestry and Game Management Research Institute Strnady (FGMRI) – Department of Silviculture (The Opočno Research Station; <https://www.vulhm.cz/en/>). In 2019–2022, the project was supported by the Technology Agency of the Czech Republic. The main focus (and subject-matter) of the project is to identify and propose solutions to some contemporary problems of soil fertility maintenance within the model conditions of the nursery centers of the company LESOŠKOLKY s.r.o. in Řečany nad Labem (<https://www.lesoskolky.cz/en/company-profile/>). In addition, the publication draws on personal experience from field consulting and expert activities carried out by the author and the staff of the Opočno Research Station for practical operations between 1995 and 2022. The book is divided into ten separate chapters which summarize the sub-areas of the implemented project analyses, syntheses and optimizations.

The **introductory chapter** highlights the defining role of the European Commission’s initiatives, strategies and programmes in (#1) ensuring sustainable rural development, (#2) promoting the stability and functionality of agricultural and forest landscapes, (#3) promoting effective soil protection from degradation and devastation, (#4) promoting the diversity of life in the soil and on managed agricultural and forest lands, including forest nurseries etc.

Chapter 2 analyzes the development of the requirements for the quality of forest tree planting stock in the Czech Republic, from 1955 to the present. Under the conditions of centralized management of the economy in the former Czechoslovak Socialist Republic (1960–1990), the influence of central authorities in the practical forest nursery sector was exercised through ministerial instructions, company directives, methodological guidelines and also through Czechoslovak state standards (CSN). The site selection requirements for the establishment of forest nurseries were defined e.g. in Articles 16 to 22 of CSN 48 2310 *Forest nurseries* (in force from 1 January 1955). The obligation to present a pedological analysis as evidence of the fitness of the site chosen for setting up a forest nursery was specified e.g. in Article 39 of CSN 48 2320 *Work in forest nurseries* (in force from 1 April 1959).

During the post-war period, the initial benchmark for assessing the quality of forest tree planting stock was the 1955 standard CSN 48 2211 *Forest tree planting stock*, which was superseded by CSN 48 2211 *Forest tree seedlings and planting stock* in 1962. Later, standard CSN 48 2111 underwent two additional revisions (1975, 1988). It was directly followed by the 1998 Czech technical standard CSN 48 2115 *Forest reproductive material*. This series of technical standards (conceived under the new conditions of the market economy) for afforestation and forest regeneration in the Czech Republic was developed by the Forestry and Game Management Research Institute in Jíloviště-Strnady, the Department of Silviculture (The Opočno Research Station), in collaboration with the Institute of Forest Establishment of the Faculty of Forestry and Wood Technology at Mendel University of Agriculture and Forestry in Brno (see JURÁSEK et al. 1998). The main benefit of the 1998 standard was the definition of the parameters of ‘standard-quality’ planting stock (for details, see MAUER 1998; JURÁSEK 1998; ŘEŠÁTKO 1998). The standard provided the methodological basis for

conducting analytical and inspection work at Testing Laboratory No. 1175.2 *Forest Nursery Control*, which operates at the Opočno Research Station. Since 2014, it has been entrusted by the Ministry of Agriculture of the Czech Republic with assessing the quality of forest tree planting stock as the exclusively accredited institute with competence throughout the Czech Republic.

In 2004, in connection with the Czech Republic's accession to the European Union, Council Directive 1999/105/EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material was implemented into Czech legislation. The directive specifies the requirements for planting stock of fair marketable quality. The implementing regulation (Decree No. 29/2004 Sb.) to Act No. 149/2003 Sb., on the marketing of forest reproductive material, as amended, prescribes this initial (marketable) quality for planting stock placed on the market (shipping) in the Czech Republic. The requirements of Czech technical standard CSN 48 2115 *Forest reproductive material* are in some respects even more demanding and aim at a higher degree of selection when grading forest tree planting stock in nurseries.

Chapter 3 provides a detailed analysis of the experience, requirements and demands placed by domestic forestry practice on soil quality (fertility) in forest nurseries. As a rule, changes in preferences for soil types (i.e. soils of a different mechanical soil composition) have always been closely related to the way the land is worked, the availability of drawn machinery or mechanization equipment etc. Over time, decisions on the choice of sites for the establishment of nurseries for the cultivation of bare-root forest tree planting stock have been increasingly influenced by such considerations as the technological equipment of nurseries (e.g. preference for the grain size and composition of soils allowing for the undercutting of seedlings) or the local availability of labour (for details, see e.g. KOTYZA 1970; DUŠEK 1997; SIMANOV 2016; FOLTÁNEK 2016 and others).

Chapter 4 provides information on the main principles applied to the fertilization of soils and bare-root planting stock cultivated in nurseries. It also outlines the role of soil testing laboratories in the testing of soil conditions in nurseries in state forestry organizations during the 1954–1994 period (for details, see e.g. ZAVADILOVÁ 1955; DUŠEK 1985; LEDINSKÝ 1991, 1992 and others). It also notes that establishments of state enterprises and private companies in the forest nursery segment now use fully individualized fertilization systems that consistently take into account the individual conditions within the oligopolistic domestic market in forest tree planting stock and the specific situations (conditions) for profitable and competitive management. Today's pressing problems of soil fertility management in forest nurseries include the transport of soil particles from managed land (e.g. due to erosion), soil compaction resulting from the movement of machinery and equipment on production areas, soil acidification (insufficiently compensated for by land liming) and soil decarbonization (the reduction of humus-forming organic matter in the topsoil of nursery fields due to mineralization and insufficient organic fertilization).

Chapter 5 therefore deals with some details of the problems mentioned above. For example, it describes possible soil conservation measures to reduce the risk of water and wind erosion of soils in nurseries. It also stresses the need for preventive and remedial care for the soil structure and for ensuring soil protection against compaction. Important measures are considered to include not only the regular deep ripping of compacted soil horizons using single-purpose machines and adaptors (chisel spikes) in intervals of at least once every five years, but also the systematic and abundant organic fertilization and liming of land.

Chapter 6 presents the concept of soil fertility control in forest nurseries, i.e. on the scale of individual nursery centers of the company LESOŠKOLKY s.r.o. (Ltd.) in Řečany nad Labem, proposing the scope and intervals for conducting basic and periodic soil surveys at the nursery fields of interest. The proposals are centered around harmonizing the methods of soil fertility control in nurseries with the working procedures for the agrochemical testing of agricultural soils.

Chapter 7 provides practical nursery operations with sets of evaluation cards to interpret selected soil fertility indicators. These cover a variety of procedures for determining soil reaction, soil grain composition, the nutrient content of P, K, Ca and Mg accessible to plants (now analytically determined by extraction according to the *Mehlich III* methodology⁸⁵), cation exchange capacity etc. Emphasis is placed on the need to adapt the selected set of soil indicators to the local conditions of the specific nursery and the possibilities of its direct cooperation with a specific soil laboratory. Also, the way in which the results of soil analyses are evaluated needs to be adapted (tailored) to the specific soil management objectives of nurseries. Rather than being rigid, the use of the published evaluation tables for individual pedological traits and analytical (laboratory) determinations must be flexible, taking into account the long-term trends in the development of the values of given pedological traits under specific production and ecological conditions (for details, see REJŠEK and VÁCHA 2018).

Chapter 8 includes some additional information for forest nursery executives, to whom it provides a brief overview of the relationships within plant-soil-fertilizer systems (i.e. in the field of applied agrochemistry) to improve their insight into this area. It is based on the description of soil as a three-phase system consisting of solid, liquid and gaseous components (also known as phases). To a large extent, the differentiated development of soils and all soil-forming processes depend on these phases, which are represented in soils in different proportions. The insight into the phase composition of soils (the system of soil components) is based on older study texts by leading representatives of forest soil science and agrochemistry at Czech agricultural universities (cf. JURČÍK 1984; ŠARMAN 1984; VANĚK 1992; KOLÁŘ 1992; RICHTER 1994; JANDÁK et al. 2001, 2008; VANĚK et al. 2012; VAVŘÍČEK 2012; PODRÁZSKÝ et al. 2015; PAVLŮ 2018 and others).

Chapter 9 puts forward specific suggestions for basic soil fertilization at the LESOŠKOLKY Ltd. nursery centers. The suggestions are adapted to the representation of soil types at the different nursery operations as well as to the situations that were determined by pedological surveys between 2014 and 2022. The (recommended) rules are based on previous experience from piloted project optimizations for basic fertilization with fertilizers containing phosphorus, magnesium, calcium and potassium.

The book concludes with **Chapter 10**, which focuses on the application of green manure cultures (crops) in the soil management systems of LESOŠKOLKY Ltd. This highly promising measure primarily aims to bridge the current gap in organic fertilization in forest nurseries. Also, this is an important soil conservation measure. The chapter provides model examples of the year-round cultivation of green manure as the main crop (i.e. used to interrupt frequent sequences of monocultures of cultivated trees). There is also a compilation of framework

⁸⁵ MEHLICH A. 1984. Mehlich-3 soil test extractant – a modification of Mehlich-2 extractant. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 1984, Vol. 15: 1409–1416.

guidelines for the cultivation of selected legumes and cereals, as well as recommendations for sowing white mustard and lacy phacelia (for details, see NÁROVCOVÁ et al. 2021*).

In preparing the book, the author's ambition and intention was to provide Czech forest nursery practice with inspiration for responsible (ecological) soil management and for mitigating some of the negative trends in forest nursery soil management.

* * *

SEZNAM CITOVANÉ A POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- BADALÍKOVÁ B., NOVOTNÁ J. 2016. Vliv organické hmoty v půdě na zadržení vláhy. In: Roy A. (ed.): *Snížení vláhového deficitu v rostlinné výrobě využitím odpadních zálivkových vod z farem*. Sborník z mezinárodní konference. Choťovice u Žehuně, 30. 6. 2016. Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky: 4–11.
- BADALÍKOVÁ B., NOVOTNÁ J. 2017. K čemu je dobrá organická hmota v půdě? In: Martinec P. (ed.): *Hospodaření s půdou ve školkařských provozech*. Sborník příspěvků. Třebíč a Čikov, 14. – 15. 6. 2017. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 36–40.
- BAIER J. 1979. *Soustava hnojení polních plodin*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 289 s.
- BAIER J. 1982. *Výživa rostlin v soustavě hnojení*. 1. vydání. Praha, Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství a výživy České socialistické republiky: 216 s.
- BAIER J., BAIEROVÁ V. 1985. *Abeceda výživy rostlin a hnojení*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 360 s.
- BALÁŠ M., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., KUNEŠ I., BURDA P., MACHOVIČ I., MARTINŮ V. 2018. *Postupy pro zalesňování degradovaných a rekultivovaných stanovišť s využitím poloodrostků a odrostků nové generace*. Certifikovaná metodika. 1. vydání. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 75 s. – Lesnický průvodce 1/2018.
- BÁLKOVÁ M., KUČERA A., SAMEC P. (eds.). 2020. *Dny o Zemi ... o půdě a krajině*. Sborník konference. Brno, 1. – 2. 10. 2020. Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav geologie a pedologie: 155 s.
- BÁRTA A. 2013. Praktické základy výživy krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin. In: Foltánek V. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v roce 2013*. Sborník referátů přednesených na semináři Sdružení lesních školkařů ČR. Lísek u Bystřice nad Pernštejnem. 27. 11. 2013. Brno, Tribun EU: 33–36.
- BENDA J. 1984. *Mezplodiny v soustavě rostlinné výroby*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 83 s.
- BLUĐOVSKÝ Z., BARTŮNĚK J., DOMES Z., JANČAŘÍK V., NOVOTNÝ M., PEJŘIMOVSKÝ J., POLENO Z., ŠINDELÁŘ J., ŠVENDA A., ZATLOUKAL V. 1998. *Lesní hospodářství v České republice*. 1. vydání. Hradec Králové, Lesy České republiky: 139 s.
- BRANT V., KROULÍK M., ŠMÖGER J., ZÁBRANSKÝ P., ŠKERÍKOVÁ M., HAMOUZ P., TYŠER L. 2019. *Pomocné plodiny v pěstebních systémech polních plodin*. 1. vydání. Praha, Agrární komora České republiky: 164 s.
- BUCHNER W. 1983. Baumschulpflanzen brauchen gesunden Boden. *Deutsche Baumschule*, 35 (10): 370–371.

- BUCHNER W. 1984. Grün-Düngung – kein Thema für Baumschulen? *Deutsche Baumschule*, 36 (1): 30–31.
- BURDA P. 2019. Praktické poznatky při třídění sadebního materiálu. In: Martinec P. et al. (eds.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. IV. Optimalizace morfologické kvality sadebního materiálu lesních dřevin*. Sborník příspěvků z celostátního semináře. Buchlovice, 21. 5. 2019. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 35–38.
- BURDOVÁ J., BŘEZINA D. 2020. Analýza stavu a perspektivy vývoje lesního školkařství České republiky. *Zprávy lesnického výzkumu*, 65 (3): 208–222.
- CÍLEK V., HLADÍK J., HAVEL P., TUREK J., ZÁHORA J., VOPRAVIL J., FUČÍK P., KHEL T., MEDUNA P., MUDRA P., NAVRÁTIL T., SŮVOVÁ Z., KINSKÝ V., KEŘKA J., KRÍŽEK P. 2021. *Půda a život civilizací. Co děláme půdě, děláme sobě*. 1. vydání. Praha, Dokořán: 253 s.
- CÍLEK V., JUST T., SŮVOVÁ Z., MUDRA P., ROHOVEC J., ZAJÍC J., DOSTÁL I., HAVEL P., STORCH D., MIKULÁŠ R., NOVÁKOVÁ T. 2017. *Voda a krajina. Kniha o životě s vodou a návratu k přirozené krajině*. 1. vydání. Praha, Dokořán: 198 s.
- ČERMÁK P., DVORSKÝ J., KLÍR J., KUNZOVÁ E., ROZSYPAL R., HEJÁTKOVÁ K. 2007. *Bilance živin v ekologicky hospodařícím podniku*. Metodická pomůcka. 1. vydání. Náměšť nad Oslavou, ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura: 43 s.
- ČEŠKA P. 2019. Kvalitativní a kvantitativní požadavky na sadební materiál VLS používaný k obnově lesa. In: Martinec P. et al. (eds.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. IV. Optimalizace morfologické kvality sadebního materiálu lesních dřevin*. Sborník příspěvků z celostátního semináře. Buchlovice, 21. 5. 2019. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 31–34.
- ČSN ISO 10390 (2011) *Kvalita půdy - Stanovení pH*. 12 s. [Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Praha].
- DLOUHÝ J., URBAN J. 2011. *Ekologické zemědělství bez mýtů. Fakta o ekologickém zemědělství a biopotravinách pro média*. 1. vydání. Olomouc, Česká technologická platforma pro ekologické zemědělství: 25 s.
- DOLEŽAL J. 2020. Zemědělství ve stavu nouze, nebo společnost se zatměním mysli? *Zpravodaj Agrobaze* (Informační noviny Agrární komory České republiky), říjen 2020: 1–3.
- DOLEŽAL J. 2021. Probíhající zdražování jako předzvěst naplňování ultrazelených úvah EU. *Zpravodaj Agrobaze* (Informační noviny Agrární komory České republiky), září 2021: 1–3.
- DUBSKÝ M. 2020. Příklady usměrňování hnojení půd v lesních školkách dle dat KVK. In: Nárovcová J. et al. (eds.) 2020: *Efektivní užití nových granulovaných směsných hnojiv typu NKMg v lesních školkách*. Certifikovaná metodika. [Osvědčení č. 60405/2020-MZE-18145]. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 12–16.
- DUŠEK V. 1963. Zakládání soustav školek a oblastních školek má své problémy. *Lesnická práce*, 42 (12): 531–536.

- DUŠEK V. 1978. Výběr ploch a zakládání školek (základní kritéria). In: *Nové technologie v lesních školkách*. Sborník z konference. Hradec Králové, 5. – 7. 9. 1978. Ostrava, Dům techniky Československé vědeckotechnické společnosti: 19–24.
- DUŠEK V. 1984. *Návrh směrnice pro rozborů vzorků půd... v lesních školkách*. [Strojopis]. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 28 s. [Depon. knihovna VS Opočno].
- DUŠEK V. 1985. *Metodický pokyn pro rozborů půd v lesních školkách*. 1. vydání. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 5 s. – Bulletin TEI, série Pěstování, č. 1/85. [ISSN: 0862-7665].
- DUŠEK V. 1989. *Návrh směrnice pro hnojení semenáčků a sazenic pěstovaných na substrátech (včetně obalené sadby) a na minerální půdě*. [Realizační výstup RV 02 dílčího resortního výzkumného úkolu R-331-109/02]. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 39 s. [Depon. knihovna VS Opočno].
- DUŠEK V., JANČAŘÍK V. 1988. *ON 48 2211 Semenáčky a sazenice lesních dřevin*. Oborová norma. [Schválena 5. 12. 1988. Účinnost od 1. 1. 1990]. 1. vydání. Praha, Úřad pro normalizaci a měření 1989: 20 s.
- DUŠEK V. 1997. *Lesní školkařství – základní údaje*. 1. vydání. Písek, Matice lesnická: 139 s.
- DUŠEK V., JANČAŘÍK V. 1989. K připravovanému seriálu článků o velkoškolkách. *Lesnická práce*, 68 (1): 30–31.
- DUŠEK V., JANČAŘÍK V. 1990. Současný stav a výhled lesního školkařství v České republice. In: *Lesní školkařství včera, dnes a zítra*. Sborník přednášek. Praha, Česká lesnická společnost: 11–24.
- DUŠEK V., NÁROVEC V. 1988. *Optimalizace výživy sazenic pěstovaných na minerální půdě*. [Dílčí závěrečná zpráva resortního výzkumného úkolu R-331-109/02/02]. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 106 s.
- DUŠEK V., NÁROVEC V. 1989. *Pokyny pro využití výsledků analýz půdních vzorků z lesních školek prováděných zemědělskými laboratořemi*. 1. vydání. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 33 s. – Lesnický průvodce 2/1989.
- DUŠEK V., NÁROVEC V. 1991. Jsou kultury „zeleného hnojení“ aktuální i v soudobém lesním školkařství? *Lesnická práce*, 70 (2–3): 60–63.
- DVORSKÝ J., URBAN J. 2014. *Základy ekologického zemědělství*. 2. aktualizované vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 109 s.
- ERHART E., HARTL W. 2008. *Využití kompostu v ekologickém zemědělství*. 1. vydání. Náměšť nad Oslavou, ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura: 24 s.
- FIALA P., REININGER D., SAMEK T., NĚMEC P., SUŠIL A. 2013. *Průzkum výživy lesa na území České republiky 1996–2011*. 1. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 150 s.

- FLORA M. 1998. Nové povinnosti vlastníků lesa a podnikatelů v lesním hospodářství podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech. *Lesnická práce*, 77 (12): 464–465.
- FLORA M. 2021. Záruky a reklamace sadebního materiálu lesních dřevin – aktuální stav. In: Kostelníková J. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství ČR v roce 2021*. Sborník odborných příspěvků. Čáslav, Sdružení lesních školkařů ČR: 16–26.
- FOLTÁNEK V. 2009. Lesní školkařství a podnikání. In: Foltánek, V. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství v r. 2009*. Sborník referátů. Měřín, 23. – 24. listopadu 2009. Brno, Tribun EU: 13–19.
- FOLTÁNEK V. 2015. Historický vývoj lesního semenářství a školkařství. In: Lenocho J. (ed.): *Quo vadis lesnictví? I. Kam kráčí lesní semenářství a školkařství?* Sborník příspěvků. Brno, 15. 10. 2015. Brno, Česká lesnická společnost při Lesnické a dřevařské fakultě Mendelovy univerzity v Brně: 12–20.
- FOLTÁNEK V. 2016. *Lesní školkařství v České republice – od historie k současnosti*. 1. vydání. Praha, Národní zemědělské muzeum: 155 s.
- FOLTÁNEK V. 2017. Půda je přírodním bohatstvím a základem života. In: Martinec P. (ed.): *Hospodaření s půdou ve školkařských provozech*. Sborník příspěvků. Třebíč a Čikov, 14. – 15. 6. 2017. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 5–6.
- FOLTÁNEK V. 2018. Etapy vývoje lesního školkařství v posledních 100 letech. *Lesnická práce*, 97 (9): 640–646.
- FRÍČ J. 1930. O výchově dobrých lesních sazenic. *Československý háj*, (7): 37–40, 76–84, 109–115, 144–152, 169–176, 203–217, 260–272, 288–303, 324–332, 353–362.
- GERSTMEIER D., MILTENBERGER T. 2020. *Ekologické včelaření. Včely na prvním místě*. 1. vydání. Praha, Grada Publishing: 175 s.
- GLERUM C., CLEARY B., WILLÉN P., FRY G. 1980. Evaluation of planting stock quality (proceedings of sessions). *New Zealand Journal of Forestry Science*, 10 (1): 294–300. In: *Scionresearch.com* [online]. Dostupné na World Wide Web [cit. 2022-07-14]: https://www.scionresearch.com/__data/assets/pdf_file/0010/59239/NZJFS1011980_293_300.pdf
- GRUNDA B., ŠARMAN J. 1980. Vliv odpadní kůry na vlastnosti půd lesních školek. *Lesnická práce*, 59 (10): 426–428.
- HERMUTH J., JANOVSKÁ D., STRAŠIL Z., USTJAK S., HÝSEK J. 2012. *Čirok obecný (Sorghum bicolor /L./ Moench.), možnosti využití v podmínkách České republiky*. Metodika pro praxi. 1. vydání. Praha-Ruzyně, Výzkumný ústav rostlinné výroby: 47 s.
- HOFHANZL Č. 2012. *České lesy... a po nás potopa*. 1. vydání. Třeštice, vlastním nákladem v Nakladatelství Václav Šplíchal Regia: 150 s.

HORNÍK F. 1989. Současné problémy pěstování prostokořenných sazenic. *Lesnická práce*, 68 (4): 159–162.

HOUSKOVÁ K., MAUER O. 2019. Rejstřík informací o výsledcích. Návrh změny vyhlášky č. 139/2004 Sb. a ČSN 48 2115. In: *Rvvi.cz* [online]. Datum poslední aktualizace výsledku: 2. 5. 2019. Dostupné na World Wide Web: https://www.isvavai.cz/riv?s=jednoduche-vyhledavani&ss=detail&n=0&h=RIV%2F62156489%3A43410%2F18%3A43914582%21RIV19-MZE-43410___ [cit. 2022-09-09].

HRABÍ L. 1989. Zvýšení výsevové hodnoty osiva modřínu. *Lesnická práce*, 68 (7): 296–298.

HRABÍ L. 1990. K předosevní přípravě dlouhodobě skladovaných bukvic. *Zprávy lesnického výzkumu*, 35 (4): 5–9.

HRUŠKA J., CIENCIALA E. 2005. *Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví*. 2. vydání. Praha, Česká geologická služba: 153 s.

HŮLA J., JANEČEK M., KOVAŘÍČEK P., BOHUSLÁVEK J. 2003. *Agrotechnická protierozní opatření*. 1. vydání. Praha, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy: 48 s.

JANČAŘÍK V. 1986. *Kůrové substráty v lesním hospodářství*. [Informační zpráva]. 1. vydání. Praha, Československá vědeckotechnická společnost: 45 s.

JANČAŘÍK V., KUBÍK J. 1988. Kůrové substráty v lesním hospodářství. *Lesnická práce*, 67 (4): 8 s. [dokument distribuovaný jako samostatná příloha k časopisu *Lesnická práce* č. 4/1988].

JANDÁK J. 1989. Zrnitostní rozbor. In: Jandák, J. a kol. (eds.): *Cvičení z půdoznalství*. [Studijní texty]. 1. vydání Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně: 36–60.

JANDÁK J., PRAX A., POKORNÝ E. 2001. *Půdoznalství*. [Studijní texty]. 1. vydání. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 140 s.

JANDÁK J., POKORNÝ E., PRAX A. 2008. *Půdoznalství*. [Studijní texty, 2007]. 2. přepracované vydání. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně: 142 s.

JANDERKOVÁ J., MACKOVČIN P., ŠEFRNA L., MACKŮ J., SÁŇKA M., TOMÁŠEK M., NOVÁK P., BALATKA B., VILÍMEK V., ČERVINKA P. 2000. *Systém komplexního hodnocení půd – projekt VaV 640/3/99*. [Závěrečná zpráva pro Ministerstvo životního prostředí ČR, Odbor ekologie krajiny Praha]. Brno, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR [det. pr. Brno]: 95 s.

JANEČEK M. a kol. 1998. *Nové směry v protierozní ochraně půdy*. 1. vydání. Praha, Ústav zemědělských a potravinářských informací: 55 s. – Studijní informace. Řada Rostlinná výroba, č. 4/1998.

JANEČEK M. a kol. 2012. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. 1. vydání. Praha, Fakulta životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze: 113 s.

JAVORSKÝ P., FOJTÍKOVÁ D., KALAŠ V., SCHWARZ M. 1987. *Chemické rozborý v zemědělských laboratořích*. I. díl. 2. vydání. České Budějovice, Ministerstvo zemědělství a výživy ČSR ve Výstavnictví zemědělství a výživy: 397 s.

JAVŮREK M., MIKANOVÁ O., VACH M., ŠIMON T. 2010. *Význam půdoochranných technologií v rostlinné výrobě pro rozvoj půdní úrodnosti*. Metodika pro praxi. 1. vydání. Praha-Ruzyně, Výzkumný ústav rostlinné výroby: 29 s.

JURÁSEK A. 1996. Informační tok o zdrojích reprodukčního materiálu a produkci sadebního materiálu. In: *K aktuálním úkolům lesního školkařství*. Sborník referátů. Praha, 27. 6. 1996. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 12–14.

JURÁSEK A. 1998. Hodnocení kvality sadebního materiálu lesních dřevin. In: Řešátko M., Jurásek A., Mauer O. et al. (eds): *Kvalita reprodukčního materiálu lesních dřevin*. Sborník přednášek. České Budějovice, MVDr. Václav Prokop – INPROF (Institut podnikatelského vzdělávání): 9–15.

JURÁSEK A. 2001. Výzkum v lesním školkařství a zalesňování na VS Opočno v současných podmínkách. In: Jurásek A., Novák J. a Slodičák M. (eds.): *50 let pěstebního výzkumu v Opočně*. Sborník z celostátní konference. Opočno, 12. – 13. 9. 2001. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 89–96.

JURÁSEK A. 2003. *Expertní a poradenská činnost v oboru lesního školkařství a zalesňování*. Výroční zpráva za rok 2003. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 13 s.

JURÁSEK A. a kol. 2002. *Komentář k ČSN 48 2115 Sadební materiál lesních dřevin*. 1. vydání. Praha, Český normalizační institut: 28 s.

JURÁSEK A. a kol., LOKVENC T., MAUER O. 1998. *ČSN 48 2115 Sadební materiál lesních dřevin*. Česká technická norma. Praha, Český normalizační institut: 20 s.

JURÁSEK A. a kol., LOKVENC T., MAUER O. 2002. *ČSN 48 2115 Změna Z1 Sadební materiál lesních dřevin*. Česká technická norma. Praha, Český normalizační institut: 16 s.

JURÁSEK A., MAUER O., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2012. *ČSN 48 2115 Sadební materiál lesních dřevin*. Česká technická norma. Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: 24 s.

JURÁSEK A., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC, V., ČÍŽKOVÁ L. 2010. *ČSN 48 2115. Změna Z2. Sadební materiál lesních dřevin*. Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: 8 s.

JURČÍK F. 1984. Agrochemické vlastnosti půdy a výživa rostlin. In: Havelka B. et al. 1984. *Výživa a hnojení rostlin*. [Učební texty]. 1. vydání. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně: 68–94.

KACÁLEK D., MAUER O., PODRÁZSKÝ V., SLODIČÁK M. a kol. 2017. *Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin*. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 300 s.

KANTOR J., POSPÍŠIL J., CHROUST M., SVATOŠ F., VOLNÁ M. 1965. *Zakládání lesů*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 486 s.

KAVKA B. 1949. *Hnojení zahradních rostlin*. 1. vydání. Lovosice, Československé chemické závody: 92 s.

KLEMENT V. 2013. *Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice v období 2011 až 2016*. 1. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 42 s.

KLEMENT V., SMATANOVÁ M., TRÁVNÍK K. 2012. *Padesát let agrochemického zkoušení zemědělských půd v České republice. Čtyřicet let dlouhodobých výživářských pokusů v ÚKZÚZ*. 1. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 95 s.

KLÍR J., KOZLOVSKÁ L. 2012. *Správná zemědělská praxe pro ochranu vod před znečištěním. Certifikovaná metodika pro praxi*. 1. vydání. Praha-Ruzyně, Výzkumný ústav rostlinné výroby: 24 s.

KLÍR J., KUNZOVÁ E., ČERMÁK P. 2008. *Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení. Metodika pro praxi*. 2. vydání. Praha-Ruzyně, Výzkumný ústav rostlinné výroby: 48 s.

KOLAŘÍK J. 1959. *Zlepšená soustava výživy rostlin*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 320 s.

KOLÁŘ L. 1992. Agrochemické vlastnosti půd. In: Tesař S., Vaněk V. a kol. (eds.): *Výživa rostlin a hnojení*. [Studijní texty]. 1. vydání. Praha, Vysoká škola zemědělská v Praze: 23–41.

KOPECKÝ J. 1910. *Roztřídování a označování zemin a půd na základě součástí půdotvorných*. 1. vydání. Praha, České knihkupectví E. Weinfurtra 1910: 39 [40] s.

KOSTELNÍKOVÁ J., CAFOUREK J., KOTRLA P., FOLTÁNEK V. 2020. Sdružení lesních školkařů ČR se ohlíží za 25 lety své činnosti. *Lesnická práce*, 99 (8): 518–519.

KOŠULIČ M. 1975. Odpadní kůra jako zdroj organického materiálu pro lesní školkařství. In: Volná M. a kol.: *Racionalizace výroby sadebního materiálu a techniky zalesňování*. [Učební texty pro postgraduální studium]. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně – Lesnická fakulta: 3–23.

KOTRLA P., INDRA P. 2000. Kvalita reprodukčního materiálu v praxi LČR, s. p. (využití normy a standardů sadebního materiálu, kontrola kvality v návaznosti na legislativu). In: Jurásek A. (ed.): *Kontrola kvality reprodukčního materiálu lesních dřevin*. Sborník referátů z celostátního odborného semináře s mezinárodní účastí. Opočno, 7. – 8. 3. 2000. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 21–24.

KOTRLA P., KNOROVÁ V. 2022. Zásady přenosu reprodukčního materiálu v ČR – aktuální změny legislativních předpisů. In: Sušková M. (ed.): *Lesné semenárstvo, škôlkarstvo a umelá obnova lesa 2022*. Zborník príspevkov. Liptovský Ján, 29. – 30. 6. 2022. Liptovský Mikuláš-Iľanovo, Združenie lesných škôlkarov Slovenskej republiky: nestr.

KOTYZA F. 1961. Zásady školkařského provozu ve třetí pětiletce. In: Němec J. et al. (eds.): *Lesnická ročenka 1962*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 216–232.

KOTYZA F. 1963. Rozbor celkové situace školkařského provozu a perspektiva jeho dalšího vývoje. In: Kotyza F. et al. (eds.): *Nové směry ve školkařském provozu*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 7–32.

KOTYZA F. 1970. Základní kritéria pro posuzování nejvhodnějších podmínek pro zakládání školek. In: Dušek V., Kotyza F. a kol. (eds.): *Moderní lesní školkařství*. 1. vyd. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 92–95.

KOVAŘÍČEK P., HŮLA J., VLÁŠKOVÁ M., KROULÍK M., MAŠEK J. 2012. *Zapravení organické hmoty do půdy s cílem omezit povrchový odtok vody při přívalových deštích*. Metodika pro praxi. 1. vydání. Praha, Výzkumný ústav zemědělské techniky: 19 s.

KOVÁČSOVÁ M., JANEČKO E. a kol. 1983. *Biologické základy ochrany prostredia*. 1. vydanie. Bratislava, Príroda: 398 s.

KOZDEROVÁ V. 2019. Sektor školkařství v ČR z pohledu MZe. In: Martinec P. (ed.): *Aktuální problematika školkařství ČR v roce 2019*. Sborník příspěvků z odborného semináře Školkařské dny 2019. Lísek u Bystřice nad Pernštejnem, 12. – 13. února 2019. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 33–38.

KRNÁČOVÁ L. 2013. Aktuální informace o legislativě vztahující se k lesnímu školkařství. In: Foltánek V. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v r. 2013*. Sborník referátů. Lísek u Bystřice nad Pernštejnem, 27. 11. 2013. Brno, Tribun EU: 9–13.

KUČERA A. 2017. Optimalizace vodního režimu v půdách lesních školek. In: Martinec P. (ed.): *Hospodaření s půdou ve školkařských provozech*. Sborník příspěvků. Třebíč a Čikov, 14. – 15. 6. 2017. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 17–31.

KUČERA A., ROSÍKOVÁ J., VAVŘÍČEK D., PECHÁČEK J., DUNDEK P. 2019. Směsná minerální hnojiva versus vápnitý dolomit: srovnávací studie z pěstování prostokořenného sadebního materiálu smrku ztepilého. *Zprávy lesnického výzkumu*, 64 (3): 155–164.

KUČERA A., VAVŘÍČEK D., SMRČEK S., ROZSYPÁLEK J., DUNDEK P., PECHÁČEK J., PETRUŽÁLKOVÁ L. 2017. *Možnosti tlumení a revitalizace chřadnoucích porostů s jasanem ztepilým ohrožených chorobou Chalara fraxinea s využitím organických přípravků s fungicidními vlastnostmi a minerálních hnojiv na bázi dusíku a síry*. Certifikovaná metodika. 1. vydání. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 116 s.

KUDRNA K. 1981. Zemědělská soustava. In: Čížek V. a kol.: *Rukověť agronoma*. 4. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 9–37.

KULHANOVÁ P. 2016. Semenáček nebo sazenice? Problém listnatého krytokořenného sadebního materiálu. *Lesnická práce*, 95 (11): 758–759.

LANÍK J., HALADA J. 1956. *Rozbory půd*. 1. vydání Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 235 s.

LASÁK O. 2011. Sazenice prodáváme v jamce. Systém pěstování sazenic technologií BCC a filozofie LESCUS Cetkovice. *Lesnická práce*, 90 (6): 424–425.

- LEDINSKÝ J. 1970. *Vliv odstupňovaných dávek dusíku na borovici lesní v lesních školkách*. [Dílčí závěrečná zpráva]. Zbraslav-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 38 s.
- LEDINSKÝ J. 1974. *Hnojení borovice lesní ve školkách*. Vyhodnocení poloprovozních pokusů. [Dílčí závěrečná zpráva]. Zbraslav-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 18 s.
- LEDINSKÝ J. 1975. *Metodika hnojení semenáčků borovice a sazenic smrku*. [Realizační výstup výzkumného úkolu C 16-331-013-04/03]. Zbraslav-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 11 s.
- LEDINSKÝ J. 1977. Hnojení borovice a smrku ve školkách. *Lesnická práce*, 56 (2): 71–72.
- LEDINSKÝ J. 1980. *Směrnice pro hnojení kultur ve školkách včetně obalených sazenic*. [Realizační výstup resortního výzkumného úkolu R 331-008-06]. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 8 s.
- LEDINSKÝ J. 1987. *Hnojení sazenic v lesních školkách průmyslovými hnojivy*. 1. vydání. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 10 s. – Bulletin TEI, série Pěstování, č. 2/87.
- LEDINSKÝ J. 1988. Úrodnost půd ve školkách a její udržení. *Lesnická práce*, 67 (5): 213–216.
- LEDINSKÝ J. 1991. Odběr vzorků pro chemické analýzy minerálních půd na volných plochách ve školkách. *Lesnická práce*, 70 (2-3): 87–88.
- LEDINSKÝ J. 1992. *Odběr vzorků pro chemické analýzy*. 1. vydání. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 6 s. – Bulletin TEI, série Pěstování, č. 2/92.
- LESY ČR. 2020. Strategie obnovy lesa na kalamitních holinách u Lesů ČR. In: Strategie rozvoje na období od 1. 9. 2019 do 31. 12. 2024. 1. vydání. [Hradec Králové], Lesy České republiky: 45–95. In: *Lesy.cz* [online]. 6. 1. 2020 [cit. 2022-07-14]. Dostupné na World Wide Web: <https://lesy.cz/wp-content/uploads/2020/01/Strategie-rozvoje-stav-06-01-2020.pdf>
- LOKVENC T. 1980. *Kvalita sadebního materiálu lesních dřevin*. 1. vydání. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 67 s. – Studijní informace-Lesnictví č. 1/80.
- LOKVENC T. 1984. Kvalita sadbového materiálu, její hodnocení a význam pro zalesňování. In: Volná, M. (ed.): *Hlavní směry v pěstování lesů. Racionalizace školkařské výroby*. Skriptum pro postgraduální studium. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně: 20–30.
- LOKVENC T., MICHALEC M. 1975. *ČSN 48 2211 Semenáčky a sazenice lesních dřevin*. Československá státní norma. [Schválena 18. 7. 1975. Účinnost od 1. 1. 1977]. Praha, Úřad pro normalizaci a měření: 12 s. [Tiskem norma vyšla až v roce 1976].

- LOKVENEC T., MICHALEC M., PAŘEZ J., ŠINDELÁŘ J., REMIŠ J., FILIP P. 1988. *ON 48 2410 Zalesňování a péče o kultury a mlaziny*. [Schválena 5. 12. 1988. Účinnost od 1. 1. 1990]. 2. náklad. Praha-Hostivař, Vydavatelství norem 1990: 32, 25 s.
- LOMSKÝ B. 1986. Vliv různých dávek dusíkatého hnojiva na fotosyntetický proces a jiné fyziologické charakteristiky asimilačních orgánů sazenic smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst.). [Kandidátská disertační práce]. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 158 s.
- LOMSKÝ B., PASUTHOVÁ J. 1986. Vliv fumigace HF a SO₂ na některé fyziologické procesy u sazenic smrku. *Zprávy lesnického výzkumu*, 31 (2): 24–26.
- LOMSKÝ B., PASUTHOVÁ J., RYŠKOVÁ L., MAREK M. 1987. K problematice výzkumu fyziologie lesních dřevin v oblasti imisí a výživy. *Zprávy lesnického výzkumu*, 32 (2): 12–14.
- LONGAUER R., BEDNÁROVÁ D., SCHÜLER S., CHAKRABORTY D., GAVIRIA J. 2019. Možnosti a limity cezhraničného prenosu lesného reprodukčného materiálu v záujme adaptácie lesov na klimatickú zmenu. In: Sušková M. (ed.): *Lesné semenárstvo, škôlkarstvo a umelá obnova lesa 2019*. Zborník referátov z medzinárodnej konferencie. Liptovský Ján, 19. – 20. 6. 2019. Snina, Združenie lesných škôlkarov Slovenskej republiky: nestránkované.
- LÖFFLER A. 1972. *Pokyny pre hnojenie lesných škôlok*. Bratislava, Príroda: 27 s. – Metodiky výskumu na pomoc praxi, č. 2/1972.
- LÖFFLER A. 1974. *Hnojenie lesných škôlok*. 1. vydanie. Bratislava, Príroda: 163 s. – Edícia Lesnícke štúdie, č. 21.
- MACKOVÁ J., ELHOTTOVÁ D. 2017. Edafon – živý svět pod našima nohama. In: Petřík P., Macková J., Fanta J. (eds.): *Krajina a lidé*. 1. vydání. Praha, Academia: 32–34.
- MACKŮ J. 1981. *Vzor projektové dokumentace přihnojování a meliorace při obnově lesních porostů*. Návrh. [Závěrečná zpráva]. Brno, Státní lesy – Podnik technického rozvoje: 38 s.
- MACKŮ J., KOSOVÁ D. 2020. Scénář klimatické změny modelu HadGem v oblastních plánech rozvoje lesů. *Zprávy lesnického výzkumu*, 65 (1): 28–39.
- MAREŠCH V. 1922. Zkušenosti získané při zalesňování větších ploch smýcených po holožirech mniškových v letech minulých. *Lesnická práce*, 1 (5-6): 129–148.
- MAREŠ A. a kol. 1961. *Zelené hnojení*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 326 s.
- MARTINCOVÁ J., LEUGNER J., ERBANOVA E. 2018. *Provozně použitelný postup hodnocení aktuálního stavu vodního režimu sadebního materiálu smrku ztepilého a borovice lesní*. Certifikovaná metodika. 1. vydání. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 28 s. – Lesnický průvodce 19/2018.
- MARTINEC P. 2019. Je zapotřebí třídící a jakostní morfologická kritéria u sadebního materiálu upravovat a měnit? In: Martinec P. et al. (eds.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. IV. Optimalizace morfologické kvality sadebního materiálu lesních dřevin*.

Sborník příspěvků celostátního semináře. Buchlovice, 21. 5. 2019. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 1–2.

MAŘAN B. 1933a. Hnojení půd v lesních školkách. I. část: Hnojiva anorganická. *Československý les*, 13 (12): 103–107.

MAŘAN B. 1933b. Organická hnojiva. A. Hnojení zelené a hnojení rašelinou. *Československý les*, 13 (19/20): 161–167.

MAŘAN B. 1934. Kapitoly o půdě v lesních školkách. *Československý háj*, 11: 19–27, 64–69, 125–132, 172–178, 186–195.

MAŘAN B. 1935. Hnojení půdy v lesních školkách. *Československý háj*, 12: 13–19, 35–42, 78–87, 103–110.

MATERNA J. 1963. *Výživa a hnojení lesních porostů*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 227 s.

MATERNA J. 1971. Z činnosti fyziologické laboratoře. In: Jindra, J. a kol.: 50 let lesnického výzkumu v ČSR. *Lesnická práce*, 50 (9): 396–398.

MATERNA J., ZAVADILOVÁ D. 1958. Přehled o stavu půd lesních školek v českých zemích za léta 1955–1957. *Lesnická práce*, 37 (8): 348–352.

MATULA J. 1994. Zamyšlení nad agrochemickým zkoušením půd. *Úroda*, 42 (2): 15–18.

MAUER O. 1978. Využití odpadní kůry pro přímé hnojení. *Lesnická práce*, 57 (12): 532–534.

MAUER O. 1998. Standardy sadebního materiálu lesních dřevin. In: Řešátko M., Jurásek A., Mauer O. et al. (eds.): *Kvalita reprodukčního materiálu lesních dřevin*. Sborník přednášek. České Budějovice, MVDr. Václav Prokop – INPROF (Institut podnikatelského vzdělávání): 51–56.

MAUER O. 2000. Lesní školkařství po transformaci lesního hospodářství. *Lesnická práce*, 79 (3): 101–103.

MAUER O. 2012. Pěstování sadebního materiálu na stres. In: John J., Foltánek V. (eds.): *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v r. 2012*. Sborník referátů. Kutná Hora, 27. a 28. listopadu 2012. Brno, Tribun EU: 51–66.

MAUER O. 2013a. *Pěstování sadebního materiálu*. [Učební texty]. 1. vydání. Brno, Ústav zakládání a pěstění lesů, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně: 204 s.

MAUER O. 2013b. *Pěstování speciálního sadebního materiálu*. [Prozatímní učební texty]. 1. vydání. Brno, Ústav zakládání a pěstění lesů, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně: 279 s.

MAUER O., JURÁSEK A. 2015. *ČSN 48 2116. Umělá obnova lesa a zalesňování*. Česká technická norma. Praha, Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví: 24 s.

- MAUER O., MAUEROVÁ P. 2011. Půdy v lesních školkách a jejich vliv na kvalitu produkce sadebního materiálu lesních dřevin. In: Foltánek V. (ed.): *Péče o půdu v lesních školkách*. Sborník referátů. Česká Skalice, 6. 9. 2011. Brno, Tribun EU: 22–32.
- MIKŠÍK V., ZUKALOVÁ H., PRÁŠILOVÁ M., VAŠÁK J. 2007. *Hořčice*. Pěstitelský rádce. 1. vydání. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze ve vydavatelství Kurent: 23 s.
- MLVH 1977. *Instrukce pro lesní školky státních organizací lesního hospodářství*. 1. vydání. Praha, Ministerstvo lesního a vodního hospodářství České socialistické republiky: 27 s.
- MZE ČR 2014. *Narižení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu s komentářem (aktualizované znění po novele č. 117/2014 Sb.)*. 1. vydání. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 45 s.
- MZE 2016. *Strategie resortu Ministerstva zemědělství České republiky s výhledem do roku 2030*. (Č. j.: 66699/2015-MZE-10051). 1. vydání. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 136 s.
- MZE 2021 [30 autorů]. *Situační a výhledová zpráva Půda 2021*. [Sest. Michaela Budňáková]. 1. vydání. Praha, Ministerstvo zemědělství, Odbor rostlinných komodit: 130 s.
- MŽP 2015. *Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR*. Praha, Ministerstvo životního prostředí: 130 s.
- MŽP 2017. Národní akční plán adaptace na změnu klimatu 2017. 60 s. In: *Mzp.cz* [online]. Dostupné na World Wide Web: [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_170116_NAP/\\$FILE/NAP_material.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_170116_NAP/$FILE/NAP_material.pdf) [cit. 2022-07-14].
- NERAD J. 1994. Význam systému kontroly úrodnosti půd. *Úroda*, 42 (6): 16–17.
- NERAD J., ČERMÁK P., HERMANOVÁ D., CHVÁTAL V., KRÁLOVEC J., TRÁVNÍK K. 1996. *Hnojení plodin* (metodika). 1. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 17 s.
- NERUDA J., ŠVENDA A. 2000. Technický a technologický rozvoj v lesních školkách. *Lesnická práce*, 79 (3): 111–113.
- NĚMEC A. 1932. Zjištění potřeby hnojení půd v lesních školkách. *Československý les*, 12 (6): 43–46.
- NĚMEC A. 1937. Vliv jednostranného hnojení fosforečnými hnojivy na vzrůst sazenic smrku v lesních školkách. *Sborník ČSAZ č. 12*. Praha, Československá akademie zemědělská: 631–641.
- NĚMEC A. 1941. K jarnímu hnojení lesních školek. *Les*, 21 (13): 213–217.
- NĚMEC A. 1942. *Hnojení lesních kultur. I. Lesní školky*. 1. vydání. Praha, Novina: 99 s.
- NĚMEC A. 1948. *Hnojení lesních kultur. Lesní školky*. 1. vydání. Praha, Brázda: 216 s.

NĚMEC A. 1950. *Hnojení lesních kultur. Meliorace krnicích kultur a porostů*. 1. vydání. Praha, Brázda: 437 s.

NĚMEC P⁸⁶. 2015. *Kvantifikace udržitelnosti půdní úrodnosti pomocí metod termodynamické a informační teorie*. [Studie]. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 54 s.

NĚMEC P⁸⁷. 2016. Problematika pěstování krytokořenných listnatých semenáčků a sazenic na vzduchovém polštáři. In: Draštík P., Češka P. (eds.): *Semenáček nebo sazenice? Problém listnatého krytokořenného sadebního materiálu*. Sborník příspěvků. Brandýs nad Labem, 5. 10. 2016. Praha, Česká lesnická společnost: 11–13.

NĚMEČEK J., MACKŮ J., VOKOUN J., VAVŘÍČEK D., NOVÁK P. 2001. *Taxonomický klasifikační systém půd České republiky*. 1. vydání. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze: 79 s.

NOVÁK V. 1954. *Půdoznalství. I. – III. díl*. [Učební texty vysokých škol. Určeno pro výuku předmětů I. Půdoznalství všeobecné, II. Půdoznalství speciální a III. Základy zemědělského půdoznalství]. 1. vydání. Praha, Státní pedagogické nakladatelství: 341 s.

NOVOTNÝ R., ČIHÁK T. 2021. Služby pro vlastníky a správce lesů. Expertní a poradenská činnost... v oblasti výživy porostů a stavu lesních půd. In: *Vulhm.cz* [online]. Publikováno: 5. 3. 2019; naposledy aktualizováno: 29. 1. 2021 [cit. 2022-07-14]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.vulhm.cz/o-ustavu/seznam-utvaru/ekologie-lesa/sluzby-pro-vlastniky-a-spravce-lesu/>

PAŘÍZEK M., VÁLEK M., EYBL T., POLÍVKA M., JURÁSEK A. 2020. *Rádce vlastníka lesa do výměry 50 ha – III. díl*. Aktualizované 5. vydání. Brandýs nad Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů: 39 s.

PAVLŮ L. 2018. *Základy pedologie a ochrany půdy*. 1. vydání. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, Katedra pedologie a ochrany půdy: 77 s.

PELIKÁN J., MACHÁČ R., KNOTOVÁ D., RAAB S. 2013. *Metodika pěstování vybraných meziplodin na semeno v podmínkách ekologického zemědělství*. Uplatněná certifikovaná metodika. 1. vydání. Troubsko, Zemědělský výzkum: 40 s.

PENZEŠOVÁ M. 2021. Zelená dohoda pro Evropu. *Zpravodaj Agrobases* (Informační noviny Agrární komory České republiky), únor 2021: 43.

PEŘINA V. 1963. *ON 48 2351 Hnojení v lesních školkách*. Oborová norma. [Schválena 3. 9. 1963. Účinnost od 1. 3. 1964]. Praha, Úřad pro normalizaci a měření 1963: 16 s.

PEŘINA V., MATERNA J. 1970. Výživa a hnojení semenáčků a sazenic. In: Dušek V., Kotyza F. a kol. (eds.): *Moderní lesní školkařství*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 322–356.

PEŘINA V., PEŠKA R. 1963. *Lesní komposty*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 90 s.

⁸⁶ Ing. Pavel Němec (ÚKZÚZ)

⁸⁷ Ing. Přemysl Němec, MBA (Lesoškolky s. r. o.)

PETR J., BENEŠ F., LACHMAN J., MARTÍNEK P., MUDŘÍK Z., POLÁČKOVÁ J., PŘÍHODA J., ŘÍHA K., VÁŇOVÁ M., KŘEN J. 2008. *Žito a triticales*. Biologie, pěstování, kvalita a využití. 1. vydání. Praha, Profi Press: 192 s.

PODRÁZSKÝ V., ŠRÁMEK V., BALÁŠ M., BÍLEK L. 2015. *Výživa a hnojení lesních porostů*. [Učební texty]. 1. vydání. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze: 91 s.

POKORNÝ E., ŠARAPATKA B., HEJÁTKOVÁ K. 2007. *Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku*. [Metodická pomůcka]. 1. vydání. Náměšť nad Oslavou, ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura: 28 s.

PONDĚLÍČKOVÁ A. 2021. Nová strategie EU pro lesy do roku 2030 – jeden pilíř vládne všem? *Zpravodaj Agrobaze* (Informační noviny Agrární komory České republiky), listopad 2021: 40–41.

POUPON V., CHALOUPKOVÁ K., LSTIBŮREK M. 2020. Mezinárodní projekt SUSTREE – konzervace a udržitelné využití genetické diverzity lesních dřevin při změně klimatu. In: Kostelníková J. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství ČR v roce 2020*. Sborník příspěvků z odborného semináře Školkařské dny 2020. Třebíč, 5. – 6. 2. 2020. Čáslav, Sdružení lesních školkařů ČR: 43–50.

RAJLICOVÁ E. 2021. LPIS – pravidla evidence ploch (podmínka přímých plateb) a řešení sporných situací. In: Kostelníková J. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství v roce 2021*. Sborník odborných příspěvků. Čáslav, Sdružení lesních školkařů ČR: 44–47.

RECH B. 1989. Školkařské středisko Šumná. *Lesnická práce*, 68 (5): 230–233.

REJŠEK K. 2018. Výživa rostlin a hnojení půd. In: REJŠEK K., VÁCHA R. 2018. *Nauka o půdě*. 1. vydání. Olomouc, Agriprint: 344–350.

REJŠEK K., VÁCHA R. 2018. *Nauka o půdě*. 1. vydání. Olomouc, Agriprint: 527 s.

REMENÁR J. 1979. Metódy a súbory laboratórných rozborov pôd pre lesné škôlky. *Les*, 35 (11): 500–505.

RICHTER R. 1994. Agrochemické vlastnosti půdy a výživa rostlin. In: Richter R. a Hlušek J. (eds.): *Výživa a hnojení rostlin. I. obecná část*. [Učební texty]. 1. vydání. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně: 74–113.

RICHTER R., ŘÍMOVSKÝ K. 1996. *Organická hnojiva, jejich výroba a použití*. 1. vydání. Praha, Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky: 40 s.

ROZMÁNEK M. 2015. Nové technologie a možnosti podnikání v lesním školkařství. In: Lenocho J. (ed.): *Quo vadis lesnictví? I. Kam kráčí lesní semenářství a školkařství?* Sborník příspěvků. Brno, 15. 10. 2015. Brno, Česká lesnická společnost při Lesnické a dřevařské fakultě Mendelovy univerzity v Brně: 68–71.

ROZSYPAL R. 2004. *Meziplodiny a zelené hnojení*. 1. vydání. Náměšť nad Oslavou, Spolek poradců v ekologickém zemědělství: 4 s. – Metodické listy č. 3.

RŮŽIČKA J. 1922. O zkušenostech získaných při umělém zalesňování v lesích král. kanonie Strahovské a jinde. *Lesnická práce*, 1 (5-6): 160–182.

RŮŽIČKA J. 1935. Zkušenosti získané při zalesňování rozsáhlých ploch hološírových a polomových. *Lesnická práce*, 14 (2): 103–119.

RVVI 2019. [Úřad vlády České republiky – Rada pro výzkum, vývoj a inovace]. Informační systém výzkumu, experimentálního vývoje a inovací. Centrální evidence projektů. Projekt QJ1520080. Optimalizace umělé obnovy lesa v České republice. In: *Rvvi.cz* [online]. Datum posledního záznamu o projektu: 26. 6. 2019 [cit. 2022-09-09]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.isvavai.cz/cep?s=jednoduche-vyhledavani&ss=detail&n=0&h=QJ1520080>

ŘEŠÁTKO M. 1998. Současná legislativní úprava zajišťování reprodukčního materiálu lesních dřevin v lesním hospodářství ČR. In: Řešátko M., Jurásek A., Mauer O. et al. (eds.): *Kvalita reprodukčního materiálu lesních dřevin*. Sborník přednášek. České Budějovice, MVDr. Václav Prokop – INPROF: 5–8.

SALAŠ P. 2012. *Opatření vedoucí k zamezení biologické degradace půd a zvýšení biodiverzity v suchých oblastech ČR*. Certifikovaná metodika. 1. vydání. Brno, Mendelova univerzita v Brně: 104 s.

SAMEK V., JANČAŘÍK V., MICHALEC M., ČVANČARA R. 1990. *Příprava zalesňovacího materiálu pro imisní oblasti*. (Problematika). 1. vydání. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 56 s. – Lesnický průvodce 4/1990.

SÁŇKA M., MATERNA J. 2004. *Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR*. 1. vydání. Praha, Ministerstvo životního prostředí v edici Planeta, 2004, 12 (11): 1–84.

SIMANOV V. 2015. *Vývoj lesnické techniky v českých zemích v letech 1945–1992*. 1. vydání. Praha, Národní zemědělské muzeum: 217 s.

SIMANOV V. 2016. *České lesy v datech a číslech*. 1. vydání. Praha, Národní zemědělské muzeum: 398 s.

SLEZÁČEK Z. 2013. Základy výživy při pěstování krytokořenné sadby lesních dřevin. In: Foltánek V. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v roce 2013*. Sborník referátů přednesených na semináři uspořádaném Sdružením lesních školkařů ČR. Lísek u Bystřice nad Pernštejnem, 27. listopadu 2013. Brno, Tribun EU: 30–32.

SMATANOVÁ M. 2020. *Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice v období 2017 až 2022*. [Metodický pokyn č. 01/AZZP]. 2. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 26 s.

SPIRHANZL J. 1944. *Půdoznalství pro každého. O složení a vlastnostech půdy, jejím hnojení, zpracování a využití*. 1. vydání. Praha, Agrární nakladatelská společnost: 119 s.

STAŇA J. 1994. Nad agrochemickými rozbory půd je opravdu třeba se zamýšlet. *Úroda*, 42 (8): 15–16.

SŮVOVÁ Z. 2018. Budoucí evropská příroda. In: Cílek V., Sokol J., Sůvová Z.: *Evropa, náš domov. Hledání evropské duše ve skalách, mezi stromy a lidmi*. 1. vydání. Praha, Albatros: 133–134.

SVOBODA J., DOHNANSKÝ T., KOTEK K., LIDICKÝ V., MORÁVEK F., NOVÁK J., PŮLPÁN L., ŠIMERDA L., TESAŘ V. 2015. *Program trvale udržitelného hospodaření v lesích*. 1. vydání. Hradec Králové, Lesy České republiky: 71 s.

ŠARMAN J. 1984. *Lesnické půdoznalství s mikrobiologií*. Příručka pro cvičení. [Učební texty pro posluchače Lesnické fakulty Vysoké školy zemědělské v Brně]. 1. vydání. Praha, Státní pedagogické nakladatelství: 225 s.

ŠIMON J., LHOTSKÝ J. a kol. 1989. *Zpracování a zúrodňování půdy*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 317 s.

ŠRÁMEK V., NOVOTNÝ R., FIALA P., NEUDERTOVÁ-HELLEBRANDOVÁ K., REININGER D., SAMEK T., ČIHÁK T., FADRHOŇSOVÁ V. 2014. *Vápnění lesů v České republice*. 1. vydání, Praha, Ministerstvo zemědělství: 91 s.

ŠTÝS S. a kol. 1981. *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin*. 1. vydání. Praha, SNTL – Nakladatelství technické literatury: 678 s.

TÉRA J. 2014. *Vývoj lesního školkařství a jeho význam pro současné lesní hospodářství*. Diplomová práce. [Vedoucí práce: prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.]. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů: 72 s.

TOMÁŠ J. 2011. Chemické laboratoře a jejich služby pro lesní školkařství. Vyhodnocení výsledků půdních rozborů. In: Foltánek V. (ed.): *Péče o půdu v lesních školkách*. Sborník referátů. Česká Skalice, 6. 9. 2011. Brno, Tribun EU: 78–84.

ÚHÚL 2013. Uvádění do oběhu. In: *U Hul.cz* [online]. Publ. 13. 12. 2013 [cit. 2022-07-14]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.uhul.cz/nase-cinnost/reprodukcní-material-lesních-dřevin/uvadeni-do-obehu> [Datum poslední aktualizace stránky 7. 9. 2020].

ÚHÚL 2018 [11 autorů]. *Generel obnovy lesních porostů po kalamitě. Etapa I*. [Aut.: Křístek Š., Turek K., Friedrichová H., Žárník M., Strejček R., Lukeš P., Sojka P., Tomeček P., Němejcová N., Kantorová M., Mlčoušek M.]. 1. vydání. Brandýs nad Labem [pobočka Frýdek-Místek], Ústav pro hospodářskou úpravu lesů⁸⁸: 50 s.

ÚHÚL 2019 [26 autorů]. *Generel obnovy lesních porostů po kalamitě. Etapa II*. [Aut.: Křístek Š., Turek K., Žárník M., Friedrichová H., Strejček R., Lukeš P., Hájek F., Novák J., Veselý M., Leugner J., Sojka P., Březovjak Š., Soušek Z., Hubený J., Mahdal J., Stanovský J., Klásek R., Tomeček P., Němejcová N., Kantorová M., Mlčoušek M., Synek M., Zouhar V., Pospíšil M., Pacourek P., Kubišta J.]. 1. vydání. Brandýs nad Labem [pobočka Frýdek-Místek], Ústav pro hospodářskou úpravu lesů: 55 s.

ÚHÚL 2020 [16 autorů]. *Generel obnovy lesních porostů po kalamitě. Etapa III*. [Aut.: Mlčoušek M., Křístek Š., Turek K., Apltauer J., Novák J., Leugner J., Zouhar V.,

⁸⁸ ÚHÚL Brandýs nad Labem na svých webových stránkách (<http://www.uhul.cz/ke-stazeni/generel-obnovy>) poskytuje odkazy na veškeré dokumenty dosavadních etap *Generelu obnovy lesních porostů po kalamitě*.

Válek M., Pařízková A., Žárník M., Soušek Z., Hájek F., Kantorová M., Smejkal J., Bartoň R., Taubr K.]. 1. vydání. Brandýs nad Labem [pobočka Frýdek-Místek], Ústav pro hospodářskou úpravu lesů: 76 s., Příl. 1: 28 s., Příl. 2: 13 s.

ÚHÚL 2021 [19 autorů]. *General obnovy lesních porostů po kalamitě. Etapa 2020*. [Aut.: Křístek Š., Adolt R., Apltauer J., Bartoň R., Hájek F., Kantorová M., Kohn I., Leugner J., Mlčoušek M., Novák J., Pařízková A., Smejkal J., Soušek Z., Synek M., Taubr K., Turek K., Válek M., Zouhar V., Žárník M.]. 1. vydání. Brandýs nad Labem [pobočka Frýdek-Místek; 8. 3. 2021], Ústav pro hospodářskou úpravu lesů: 89 s.

ÚKZÚZ 2012. *Metodický návod pro hnojení plodin*. [Sestavili: Trávník K. a kol.]. 5. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 26 s.

VACEK J. 1996. Přípravenost školkařských provozů na vstup ČR do OECD. In: *K aktuálním úkolům lesního školkařství*. Sborník referátů. Praha, 27. 6. 1996. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 15–18. [Depon. VS Opočno].

VALTERA J. 2012. Hnojiva, stimulanty, inhibitory. In: Foltánek V. (ed.): *Inovace kvalifikačních znalostí v oboru lesního školkařství 2012*. Soubor tematických přednášek pro technické pracovníky v lesním školkařství. Brno, Institut celoživotního vzdělávání Mendelovy univerzity v Brně: 221–228.

VANĚK V. 1992. Zásady soustavy hnojení. In: Tesař S., Vaněk V. et al. (eds.): *Výživa rostlin a hnojení*. [Studijní texty]. 1. vydání. Praha, Vysoká škola zemědělská v Praze: 139–145.

VANĚK V., BALÍK J., ČERNÝ J., PAVLÍK M., PAVLÍKOVÁ D., TLUSTOŠ P., VALTERA J. 2012. *Výživa zahradních rostlin*. 1. vydání. Praha, Nakladatelství Academia: 579 s.

VAVŘÍČEK D. 2011. Péče o úrodnost půd v lesních školkách. In: Foltánek V. (ed.): *Péče o půdu v lesních školkách*. Sborník referátů. Česká Skalice, 6. 9. 2011. Brno, Tribun EU: 46–77.

VAVŘÍČEK D. 2012. Půda a péče o půdu v lesních školkách. In: *Inovace kvalifikačních znalostí v oboru lesního školkařství 2012*. Soubor tematických přednášek... pro technické pracovníky v lesním školkařství. 1. vydání Brno, Mendelova univerzita v Brně: 205–213.

VAVŘÍČEK D., KUČERA A. 2017. *Základy lesnického půdoznalství a výživy lesních dřevin*. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 364 s.

VOKŘÁL M. 2020. Hrozivá čísla návrhu EU 50-25-50. *Zpravodaj Agrobaze* (Informační noviny Agrární komory České republiky), srpen 2020: 30–31.

VOLNÁ M. 1965. Zalesňování. In: Kantor J., Chroust M., Pospíšil J., Svatoš F., Volná M. (eds.): *Zakládání lesů*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 345–453.

VOPRAVIL J. a kol. 2010. *Půda a její hodnocení v ČR*. [Díl I.]. 2. vydání. Praha, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy: 148 s.

VOPRAVIL J., KHEL T., HLADÍK J., HAVELKOVÁ L. 2014. *Metodika půdního průzkumu zemědělských pozemků určená pro pachtovní smlouvy*. (Metodický postup). 1. vydání. Praha, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy: 20 s.

VYDAVATELSTVÍ ÚŘADU PRO NORMALIZACI. 1956. *ČSN 48 2211 Sazenice lesních dřevin*. Československá státní norma. [Schválena 29. 9. 1955. Platí od 1. 4. 1956. Závazná je od 1. 1. 1957]. 1. vydání. Praha, Vydavatelství úřadu pro normalizaci [Březen 1956]: 8 s.

VYDAVATELSTVÍ ÚŘADU PRO NORMALIZACI A MĚŘENÍ. 1963. *ČSN 48 2211 Semenáčky a sazenice lesních dřevin*. Československá státní norma. [Závazná od 1. 1. 1964]. 1. vydání. Praha, Vydavatelství Úřadu pro normalizaci a měření [Duben 1964]: 12 s.

VYSTRČILOVÁ D. 1988. *Metodiky analýz půd, kompostů a rostlinného materiálu používané v laboratoři VÚLHM Strnady*. [Strojopis]. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 27 s. [Depon. knihovna VÚLHM Strnady].

WILDE S. A. 1938. Soil fertility standards for growing northern conifers in forest nurseries. *Journal of Agricultural Research*, 57 (12): 945–952.

WILDE S. A. 1946. *Forest soils and forest growth*. First edition. Waltham [Massachusetts, USA], Chronica Botanica: 241 p.

WITT H.-H. 1997a. Bodenschutz. In: Krüssmann, G. et al. (eds.): *Die Baumschule. Ein praktisches Handbuch für Anzucht, Vermehrung, Kultur und Absatz der Baumschulpflanzen*. 6. völlig neubearbeitete Auflage. Berlin, Parey Buchverlag: 198–218.

WITT H.-H. 1997b. Düngung im Freilandquartier. In: Krüssmann, G. et al. (eds.): *Die Baumschule. Ein praktisches Handbuch für Anzucht, Vermehrung, Kultur und Absatz der Baumschulpflanzen*. 6. völlig neubearbeitete Auflage. Berlin, Parey Buchverlag: 147–198.

ZAHORNADSKÁ J. 2002. *Srovnávací studie analytických metodik pro rozborů půd VÚLHM a ÚKZÚZ prováděného v roce 2002*. [Výstup interního výzkumného úkolu]. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 17 s. (Depon. VÚLHM)

ZACHAR D. 1965. *Zalesňovanie nelesných pôd*. 1. vydanie. Bratislava, Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry: 229 s.

ZAVADILOVÁ D. 1955. Jak je to s půdní kontrolou? *Zprávy VÚLH*, 1 (7): 175–177.

ZAVADILOVÁ D. 1973. *Odběr vzorků půd v lesních školkách*. 1. vydání. Zbraslav nad Vltavou, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 1973. 2 s. – Bulletin TEI, série Pěstování, č. 1/73.

ZERA 2021. *Příručka pro kompostování*. 1. vydání. [Náměšť nad Oslavou], ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura: 36 s.

ZEZULA J. 1997. *Program trvale udržitelného hospodaření v lesích, výchova a obnova lesa*. 1. vydání. Hradec Králové, Lesy České republiky: 60 s.

SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ KNIZE PŘEDCHÁZELY

HREUS S., NÁROVEC V. 2021. Představení pomocné půdní látky Brozit – amfibolitové bazické moučky z lomu Mirošov. Informace pro lesnickou praxi. In: Kostelníková J. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství ČR v roce 2021*. Sborník odborných příspěvků. Čáslav, Sdružení lesních školkařů ČR: 27–31. (Výstup za MZE-RO0118)

HREUS S., NÁROVEC V., NĚMEC P. 2022. Zkušenosti z aplikačních zkoušek pomocné půdní látky Brozit. In: Kostelníková J. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství ČR v roce 2022*. Sborník odborných příspěvků. [Kutná Hora, 7. 9. 2022]. Čáslav, Sdružení lesních školkařů ČR: 29–33. (Výstup za TH04030346 a MZE-RO0118)

MARTINEC P., NÁROVCOVÁ J., NĚMEC P. (eds.) 2019. *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. IV. Optimalizace morfologické kvality sadebního materiálu lesních dřevin*. Elektronická verze sborníku z celostátního semináře. Buchlovice, 21. 5. 2019. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 92 s. – ISBN 978-80-906781-4-9. In: *Vulhmop.cz* [online]. 27. 5. 2019 [cit. 2022-07-14]. Elektronická verze sborníku je dostupná na World Wide Web: http://vulhm.opocno.cz/download/sbornik_buchlov_2019_web.pdf (Výstup za TH02030253)

MARTINEC P., NĚMEC P., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2019. Východiska pro pěstování sadebního materiálu lesních dřevin při současné kalamitní situaci v ČR. In: Zahradník P. (ed.): *Dopady kůrovcové kalamity na vlastníky lesů*. Sborník příspěvků. Praha, 5. 2. 2019. Praha, Česká lesnická společnost: 33–37. (Výstup za TH02030253)

NÁROVCOVÁ J. (ed.). 2021. *Ověření změny obsahu živin v sazenicích po výsadbě po přihnojení pomalu rozpustnými hnojivy včetně zachycení růstové reakce do 2 let po výsadbě*. [Redakčně upravená závěrečná zpráva a souhrnný realizační výstup projektového zadání č. 085 Grantové služby Lesů České republiky; březen 2021]. Hradec Králové, Lesy České republiky [Zhotovitel: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice Opocno]: 136 s. (Výstup za GS-LČR-085)

NÁROVCOVÁ J. 2022. Etapy rozvoje Zkušební laboratoře Školkařská kontrola. In: Kostelníková J. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství ČR v roce 2022*. Sborník odborných příspěvků. Čáslav, Sdružení lesních školkařů ČR: 41–45. – ISBN [print verze] 978-80-908196-0-3; ISBN [online verze] 978-80-908196-1-0. (Výstup za MZE-RO0118)

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2019. Standardní výsadbyschopný sadební materiál obvyklé obchodní jakosti – názvoslovné interpretace (1. část). In: Martinec P. et al. (eds.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. IV. Optimalizace morfologické kvality sadebního materiálu lesních dřevin*. Sborník příspěvků z celostátního semináře. Buchlovice, 21. 5. 2019. Tečovice, Sdružení lesních školkařů: 51–57. (Výstup za TH02030253)

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2020. Sadební materiál lesních dřevin obchodovatelné a standardní jakosti – názvoslovné interpretace (2. část). In: Kostelníková J. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství ČR v roce 2020*. Sborník příspěvků z odborného semináře Školkařské dny 2020. Třebíč, 5. – 6. 2. 2020. Čáslav, Sdružení lesních školkařů ČR: 63–68. (Výstup za MZE-RO0118)

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2022. Vybrané aktivity Výzkumné stanice Opočno na úseku inovací systémů hnojení půd v lesních školkách. In: Kostelníková J. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství ČR v roce 2022*. Sborník příspěvků ze semináře. [Kutná Hora, 7. 9. 2022]. Čáslav, Sdružení lesních školkařů ČR: 46–51. (Výstup za TH02030785 a MZE-RO0118)

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., DUBSKÝ M., REICH J., VALENTA J. 2020. *Efektivní užití nových granulovaných směsných hnojiv typu NKMg v lesních školkách*. Certifikovaná metodika. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 30 s. In: *Vulhmop.cz* [online]. Dostupné na: <http://www.vulhmop.cz/download/metodiky/Web-hnojivo-NKMg-zzw.pdf> [cit. 2022-07-14]. (Výstup za TH02030785)

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., NĚMEC P. 2016. *Optimalizace hnojení a hospodaření na půdách lesních školek*. Certifikovaná metodika. 1. vydání. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 60 s. – Lesnický průvodce 7/2016. (Výstup za TA04021467)

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., NĚMEC P. 2021. *Metodická doporučení pro pěstování kultur zeleného hnojení v lesních školkách*. Certifikovaná metodika. 1. vydání. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 62 s. – Lesnický průvodce 6/2021. (Výstup za TH04030346)

NÁROVCOVÁ J., NĚMEC P. 2017. Kultury zeleného hnojení v soustavách hospodaření na půdách lesních školek. In: Martinec P. (ed.): *Hospodaření s půdou ve školkařských provozech*. Sborník příspěvků. Třebíč a Čikov, 14. – 15. 6. 2017. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 41–48. (Výstup za TA04021467)

NÁROVCOVÁ J., NĚMEC P. 2022. Pěstování vybraných kultur zeleného hnojení v lesních školkách. In: Sušková M. (ed.): *Lesné semenárstvo, škôlkarstvo a umelá obnova lesa 2022*. Zborník príspevkov. Liptovský Ján, 29. – 30. 6. 2022. Liptovský Mikuláš-Il'anovo, Združenie lesných škôlkarov Slovenskej republiky: nestr. (Výstup za TH04030346)

NÁROVCOVÁ J., NĚMEC P., MARTINEC P., SLOVÁK M. 2019. Morfologické odchylky, tvarové deformace a jakostní vady u nadzemních částí a kořenových systémů sadebního materiálu lesních dřevin ve školkách a v kulturách. In: Martinec P. et al. (eds.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. IV. Optimalizace morfologické kvality sadebního materiálu lesních dřevin*. Sborník příspěvků z celostátního semináře. Buchlovice, 21. 5. 2019. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 9–26. (Výstup za TH02030253)

NÁROVEC V. 2001. *100x o hnojení v lese*. Zásady zlepšování lesních půd a výživy lesních porostů hnojením. 2. vydání. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 31 s. (Výstup za N03-329-869-03)

NÁROVEC V. 2003. *O půdách v lesních školkách*. Půdní podmínky v lesních školkách, jejich kontrola a vyhodnocování výsledků půdních rozborů. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 27 s. (Výstup za CEZ:M.99:01)

NÁROVEC V. 2006. Úrodnost půd ve vybraných lesních školkách. In: Foltánek V. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v roce 2006*. Sborník referátů. Třebíč, 7. – 8. 12. 2006. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 41–48. (Výstup za MZE0002070201)

- NÁROVEC V. 2016a. Najde tuzemské lesní školkařství na prahu nových výzev cestu k tomu být nadále moderní? In: Martinec P. (ed.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. I. Vybrané problémy lesního semenářství a školkařství*. Sborník příspěvků. Třeboň-Vlčí luka, 22. 6. 2016. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 5–8. (Výstup za TA04021467)
- NÁROVEC V. 2016b. Prověřování kvality zdroje závlahové vody v lesních školkách. In: Martinec P. (ed.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. I. Vybrané problémy lesního semenářství a školkařství*. Sborník příspěvků. Třeboň – Vlčí luka, 22. 6. 2016. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 54–59. (Výstup za TA02020335)
- NÁROVEC V. 2016c. Jakým směrem se v tuzemském lesním školkařství bude ubírat smluvní pěstitelství? In: Martinec P. (ed.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. II. Intenzifikační opatření v lesních školkách*. Sborník příspěvků. Řečany nad Labem, 6. 9. 2016. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 5–10. (Výstup za TA04021467)
- NÁROVEC V. 2016d. Doporučení pro výběr půd k pěstování prostokořenných poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách. In: Martinec P. (ed.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. II. Intenzifikační opatření v lesních školkách*. Sborník příspěvků. Řečany nad Labem, 6. 9. 2016. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 37–42. (Výstup za QJ1220331)
- NÁROVEC V. 2016e. Využití agrochemické půdní kontroly v lesním školkařství České republiky. In: Martinec P. (ed.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. II. Intenzifikační opatření v lesních školkách*. Sborník příspěvků. Řečany nad Labem, 6. 9. 2016. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 43–50. (Výstup za TA04021467)
- NÁROVEC V. 2017. *Východiska pro návrhy soustav hnojení a hospodaření na půdách lesních školek*. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 80 s. (Výstup za TA04021467)
- NÁROVEC V. 2021. Kdy příště se budou upravovat kritéria pro třídění sadebního materiálu lesních dřevin? In: Kostelníková J. (ed.): *Aktuální problematika lesního školkařství ČR v roce 2021*. Sborník odborných příspěvků. Čáslav, Sdružení lesních školkařů ČR: 58–63. (Výstup za TH02030253)
- NÁROVEC V., NÁROVCOVÁ J. 2019. Mění se požadavky na morfoloickou kvalitu školkařských výpěstků a na stabilizaci půdní úrodnosti v lesních školkách. In: Martinec P., Nárovcová J., Němec P. (eds.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. IV. Optimalizace morfoloické kvality sadebního materiálu lesních dřevin*. Sborník příspěvků z celostátního semináře. Buchlovice, 21. května 2019. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 83–90. (Výstup za TH04030346)
- NÁROVEC V., NÁROVCOVÁ J., DUBSKÝ M. 2017. Užité vlastnosti lesnických pěstebních substrátů s podílem tmavé rašeliny – ohlédnutí do minulosti a shrnutí certifikované metodiky. In: Martinec P. (ed.): *Hospodaření s půdou ve školkařských provozech*. Sborník příspěvků z celorepublikového semináře. Třebíč a Čikov, 14. a 15. 6. 2017. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 55–64. (Výstup za TA03020551)

NÁROVEC V., NĚMEC P., NÁROVCOVÁ J. 2017. *Metodická doporučení pro diagnostiku půd v lesních školkách*. Certifikovaná metodika. 1. vydání. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 48 s. – Lesnický průvodce 16/2017. (Výstup za TA04021467)

NÁROVEC V., ŠACH F., PODRÁZSKÝ V., ČERNOHOUS V. 1995. *Zásady zlepšování lesních půd a výživy lesních porostů hnojením*. Realizační výstup etapy dílčího resortního výzkumného úkolu Meliorace lesních půd k zlepšení funkční účinnosti lesního fondu [N03-329-869-03]. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 32 s., Příl. 8 s. (Výstup za N 03-329-869-03)

NĚMEC P. 2019. Problematika jakosti obchodovaného sadebního materiálu z pohledu společnosti Lesoškolky s. r. o. In: Martinec P. et al. (eds.): *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. IV. Optimalizace morfologické kvality sadebního materiálu lesních dřevin*. Sborník příspěvků z celostátního semináře. Buchlovice, 21. 5. 2019. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 3–8. (Výstup za TH02030253)

NĚMEC P., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2014. *Zásady pěstování jednoletých krytokořenných semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm*. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 45 s. – Lesnický průvodce 2/2014. (Výstup za TA02020355)

NĚMEC P., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., ČÍŽKOVÁ L., MARTINEC P. 2019. *Optimalizace morfologické kvality sadebního materiálu pro obnovu lesa*. Certifikovaná metodika. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 45 s. (Výstup za TH02030253) In: *Vulhmop.cz* [online]. Publikováno 23. 9. 2019 [cit. 2022-07-14]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.vulhmop.cz/download/metodiky/Vady-smld-web.pdf>

NĚMEC P., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., DUBSKÝ M. 2018. *Zásady pěstování jednoletých krytokořenných semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm*. Certifikovaná metodika. 2. doplněné vydání. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 72 s. – Lesnický průvodce 8/2018. (Výstup za MZE-RO0118)

NĚMEC P., NÁROVEC V., NÁROVCOVÁ J. 2017. Odběry půdních vzorků při agrochemické půdní kontrole v podmínkách společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem. In: Martinec P. (ed.): *Hospodaření s půdou ve školkařských provozech*. Sborník příspěvků. Třebíč a Čikov, 14. a 15. června 2017. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 49–54. (Výstup za TA04021467)

VALENTA J., ŠLEMENDA P., DUBSKÝ M., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., REICH J. 2021. *Granulované dusíkaté hnojivo se zeolitem*. Zapsaný užitný vzor č. CZ 35679. Datum zápisu užitného vzoru 21. 12. 2021. Praha, Úřad průmyslového vlastnictví: 6 s. (Výstup za TH04030217)

VALENTA J., ŠLEMENDA P., TUPEC D., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., DUBSKÝ M., REICH J. 2020. *Granulované hnojivo typu NKMg pro lesní školky*. Zapsaný užitný vzor č. CZ 34690. Datum zápisu užitného vzoru 22. 12. 2020. Praha, Úřad průmyslového vlastnictví: 6 s. (Výstup za TH02030785)

SEZNAM PORADENSKÝCH ZPRÁV A STUDIÍ PRO PROVOZNÍ PRAXI

ČERMÁK M., MARTINKOVÁ M., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2005. *Hypotéza o katabatickém proudění větrů v revíru Lány (LS Nasavrky)*. [Poradenská zpráva pro LČR, s. p. – Krajský inspektorát Choceň]. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice⁸⁹: 4 s.

ČERMÁK M., MARTINKOVÁ M., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., PEŠKOVÁ V., SOUKUP F. 2005. *Pravděpodobné příčiny úhynu a nežádoucího zdravotního stavu sazenic buku lesního po výsadbě v porostu 117A8 (LS Nasavrky)*. [Poradenská zpráva pro LČR, s. p. – Krajský inspektorát Choceň]. Opočno, VÚLHM – VS: 8 s., 9 s. Příl.

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2006a. *Pravděpodobné příčiny nevyhovujícího zdravotního stavu výsadeb dubů na lokalitě Vejvanovice*. [Poradenská zpráva pro MZe ČR – Pozemkový úřad Chrudim]. Opočno, VÚLHM – VS: 3 s.

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2006b. *Výsadba odrostků na lokalitě Vejvanovice*. [Poradenská zpráva pro INSTAP spol. s r. o. Skuteč]. Opočno, VÚLHM – VS: 4 s.

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2006c. *Pravděpodobné příčiny nevyhovujícího zdravotního stavu výsadeb borovice lesní na lokalitě Klenovice*. [Poradenská zpráva pro Správu lesů města Tábora s. r. o.]. Opočno, VÚLHM – VS: 4 s.

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2008a. *Výsledky půdních analýz v lesní školce Čejkovka*. [Poradenská zpráva pro soukromého vlastníka lesa]. Opočno, VÚLHM – VS: 4 s.

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2008b. *Výsledky půdních analýz na lokalitě Zájezd*. [Poradenská zpráva pro soukromého vlastníka lesa]. Opočno, VÚLHM – VS: 3 s.

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2008c. *Pravděpodobné příčiny nevyhovujícího zdravotního stavu výsadeb smrku pichlavého na lokalitě Slopné*. [Poradenská zpráva pro soukromého vlastníka lesa]. Opočno, VÚLHM – VS: 4 s., 3 s. Příl.

NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2012. *Výsledky půdních analýz v lesní školce Buková*. [Poradenská zpráva pro soukromého vlastníka lesa]. Opočno, VÚLHM – VS: 4 s.

NÁROVEC V. 1995. *Pokyny pro udržování produkční schopnosti půd v lesních školkách*. [Realizační výstup etapy dílčího výzkumného úkolu N 03-329-869-03]. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 36 s.

NÁROVEC V. 2003. *Přihnojování výsadeb melioračních a zpevňujících (listnatých) dřevin v lesních kulturách zakládáných na pleistocenních terasách Orlice*. [Poradenská zpráva pro Městské lesy Kostelec nad Orlicí]. Opočno, VÚLHM – VS: 4 s.

⁸⁹ Všechny dále uváděné poradenské zprávy pro provozní praxi vznikaly na Výzkumné stanici Opočno. V zápisech bibliografických citací bude jako vydavatel zkráceně uváděna takto: VÚLHM – VS. Prameny z tohoto seznamu jsou v textu avizovány dvojicí znamének plus velikosti horního indexu⁺⁺ s umístěním za vnočením.

NÁROVEC V. 2005a. *Aktuální stav úrodnosti půd na vybraných produkčních plochách v lesní školce Holedeč v červnu 2005*. [Poradenská zpráva pro Dřevařskou a lesnickou společnost, s. r. o.]. Opočno, VÚLHM – VS: 5 s.

NÁROVEC V. 2005b. *Průběh a závěry pochůzky v lesním porostu 345E1 dne 3. června 2005*. [Poradenská zpráva pro Obecní úřad Osečnice]. Opočno, VÚLHM – VS: 3 s., 4 s. Příl.

NÁROVEC V. 2005c. *Komentář k projektu „Návrh založení areálu lesní školky, k.ú. Kundratice, pozemek p.č. 1883/4“ (Raušová 2005) a k navazující projektové dokumentaci „Novostavba provozní budovy v areálu lesní školky, k.ú. Praha Kundratice, pozemek p.č. 1883/4, Kundratická spojka – Vídeňská“ (Bartoš 2005)*. [Znalecký posudek ev. č. 1/15/05 pro Odbor ochrany prostředí Magistrátu hlavního města Prahy]. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 12 s.

NÁROVEC V. 2006a. *Pravděpodobné příčiny úhynu a nežádoucího zdravotního stavu sazenic buku lesního po výsadbě v porostu 808A14 (LS Janovice)*. [Poradenská zpráva pro soukromého vlastníka lesa]. Opočno, VÚLHM – VS: 3 s.

NÁROVEC V. 2006b. *Výsledky agrochemického zkoušení půdy z lokality Klenovice*. [Poradenská zpráva pro REKKA s. r. o. České Budějovice]. Opočno, VÚLHM – VS: 3 s., 1 s. Příl.

NÁROVEC V. 2006c. *Výsledky agrochemického zkoušení půdy z lesní školky Nectava*. [Poradenská zpráva pro LČR, s. p. – Lesní správu Svitavy]. Opočno, VÚLHM – VS: 5 s., 1 s. Příl.

NÁROVEC V. 2007. *Pravděpodobné příčiny úhynu a nežádoucího zdravotního stavu buku lesního po výsadbě v revírech Podmoky a Ostašov (LS Kácov)*. [Poradenská zpráva pro LČR, s. p. – LS Kácov]. Opočno, VÚLHM – VS: 5 s., 7 s. Příl.

NÁROVEC V. 2008a. *Výsledky půdních analýz na lokalitě Šutrák*. [Poradenská zpráva pro obec Choryně]. Opočno, VÚLHM – VS: 4 s., 3 s. Příl.

NÁROVEC V. 2008b. *Výsledky půdních analýz na lokalitě Košínář*. [Poradenská zpráva pro obec Správu veřejného statku města Plzně]. Opočno, VÚLHM – VS: 9 s., 2 s. Příl.

NÁROVEC V. 2008c. *Půdní úrodnost v lesní školce Čtyrák*. [Poradenská zpráva pro obec Správu veřejného statku města Plzně]. Opočno, VÚLHM – VS: 6 s., 3 s. Příl.

NÁROVEC V. 2008d. *Výsledky půdních analýz na lokalitě Zábělá*. [Poradenská zpráva pro obec Správu veřejného statku města Plzně]. Opočno, VÚLHM – VS: 4 s., 1 s. Příl.

NÁROVEC V. 2008e. *Poznámky k vadnutí jasanů*. [Poradenské sdělení pro Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem]. Opočno, VÚLHM – VS: 6 s.

NÁROVEC V. 2008f. *Základní hnojení půdy na lokalitě Nesperská Lhota*. [Poradenská zpráva pro soukromého vlastníka lesa]. Opočno, VÚLHM – VS: 3 s.

NÁROVEC V. 2008g. *Průběh a závěry pochůzky v lesním porostu 2B5 dne 29. října 2008*. [Poradenská zpráva pro Obecní úřad Líšnice]. Opočno, VÚLHM – VS: 2 s., 4 s. Příl.

NÁROVEC V. 2009. *Půdní úrodnost v lesní školce Nekoř*. [Poradenská zpráva pro soukromého vlastníka lesa]. Opočno, VÚLHM – VS: [Nestr., 2 s. Příl.].

NÁROVEC V. 2010. *Výsledky půdních analýz na lokalitě Zábrodí čp. 70*. [Poradenská zpráva pro soukromého vlastníka lesa]. Opočno, VÚLHM – VS: 3 s.

NÁROVEC V. 2014. *Výsledky laboratorních rozborů závlahových vod v lesních školkách Cikar (Kardašova Řečice) a Vlčí luka (Třeboň) v roce 2014*. [Zpráva pro Wotan Forest, a. s. České Budějovice]. Opočno, VÚLHM – VS: 5 s.

NÁROVEC V., JURÁSEK A., LEUGNER J., NÁROVCOVÁ J., MARTINCOVÁ J., ERBANOVA E. 2015. Sadební materiál lesních dřevin. In: Šrámek V., Balcar V., Buriánek V., Havránek F., Jurásek A., Liška J., Novák J., Slodičák M. a kol. (eds): *Lesnické hospodaření v Krušných horách. Aktualizace studie*. [Návrh směrnic LH pro přírodní oblast 01]. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 131–152.

NÁROVEC V., NÁROVCOVÁ J. 2004a. *Komentář k výsledkům chemických rozborů vzorků nejmladšího ročníku jehličí sadebního materiálu jedle bělokoré a smrku ztepilého, expedovaného na jaře 2004 z lesních školek zájmového regionu Jizerských hor*. [Poradenská zpráva pro Lesy České republiky, s. p. Hradec Králové]. Opočno, VÚLHM – VS: 2 s., 29 s. Příl.

NÁROVEC V., NÁROVCOVÁ J. 2004b. *Komentář k výsledkům chemických rozborů vzorků půd z lesních školek zájmového regionu Jizerských hor*. [Poradenská zpráva pro Lesy České republiky, s. p. Hradec Králové]. Opočno, VÚLHM – VS: 6 s., 39 s. Příl.

NÁROVEC V., NÁROVCOVÁ J. 2004c. *Růst a vývoj sadebního materiálu jasanu ztepilého z lesní školky Luhy*. [Poradenská zpráva pro Středisko lesních školek Sedlčany]. Opočno, VÚLHM – VS: 2 s., 9 s. Příl.

NÁROVEC V., NÁROVCOVÁ J. 2013. *Uplatnění služeb ZL ŠK a výsledků výzkumu u společnosti Wotan Forest, a. s. v rámci výzkumného projektu TA03020551*. [Dílčí zpráva pro Wotan Forest, a. s. České Budějovice]. Opočno, VÚLHM – VS: 7 s.

NÁROVEC V., SAMEK M. 2022. *Zhodnocení agrochemických vlastností svrchní zeminy a pravděpodobných příčin diskolorace jehlic u jedle kavkazské na lokalitě lesní školky Nekoř na Ústeckoorlicku*. [Poradenské sdělení pro soukromého vlastníka lesa]. Opočno, VÚLHM – VS: 5 s.

NÁROVEC V., ŠACH F., JURÁSEK A. 1995. Alternativa rozvoje agrochemické půdní kontroly v lesních školkách. In: *Školkařské technologie a předosevní příprava semen*. Sborník referátů mezinárodního semináře. Zundert (NL), 4. – 8. 4. 1995. Praha, Ministerstvo zemědělství České republiky: 54–60. [Depon. knihovna VS Opočno]. In: *Vulhmop.cz* [online]. Publikováno 28. 11. 2002 [cit. 2022-07-20]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.vulhmop.cz/on-line/vn021128.html>

* * *

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

angl.	anglicky
APK	agrochemická půdní kontrola
a. s.	akciová společnost
aut.	autor/autoři
AZP	agrochemické zkoušení půd
AZZP	agrochemické zkoušení zemědělských půd
cf.	lat. <i>confer</i> (ve významu <i>srovněj</i>)
cit.	citováno/citát [v hranaté závorce bývá uváděno datum v konfiguraci R-M-D]
CC	angl. <i>Cross Compliance</i> (ve významu <i>kontrola podmíněnosti</i>)
Č. j. (č. j.)	číslo jednací
čl.	článek
ČNI	Český normalizační institut
ČR	Česká republika
ČSN	nynější označení pro české technické normy (dřívější označení pro československé státní normy)
ČSR	Česká socialistická republika (dobové označení státního útvaru)
ČSSR	Československá socialistická republika (dobové označení státu)
č. ž.	zkratka pro údaje o dávce hnojiva (ve významu <i>dávka „čisté živiny“</i>)
det. pr.	detašované pracoviště
Depon.	deponace (v soupisech literatury ve smyslu <i>uložení dokumentu</i>)
DZES	dobry zemědělský a environmentální stav půdy (též jako GAEC)
eds./ed.	editoři/editor
EK	Evropská komise
EN	evropská norma
EP	Evropský parlament
EU	Evropská unie
EZ	ekologické zemědělství
GAEC	angl. <i>Good Agricultural and Environmental Condition</i> (též jako DZES)
GIS	geografický informační systém
GKZ	globální klimatická změna
chem. ekv.	chemický ekvivalent
ibid.	lat. <i>ibidem</i> (ve významu <i>tamtéž</i>)
IUFRO	Mezinárodní svaz lesnických výzkumných organizací
KS/NČ	poměr (hmotnostní, objemový) kořenové soustavy vůči nadzemní části
KK	kořenový krček
KN	katastr nemovitostí
KPP	komplexní průzkum půd
KS	kořenový systém/kořenová soustava (rostlin, školkařských výpěstků)
KSM	krytokořený sadební materiál
KVK	kationtová výměnná kapacita
KÚP	kontrola úrodnosti půd
lat.	latinsky
LČR	Lesy České republiky (státní podnik)
LH	lesní hospodářství
LPIS	Veřejný registr půdy (z angl. <i>Land Parcel Identification System</i>)
MLVH	Ministerstvo lesního a vodního hospodářství
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí

NČ	nadzemní část (rostlin, školkařských výpěstků)
Nestr.	nestránkováno (dokumenty bez paginace)
NL	Nizozemsko
NS	<i>nitratová směrnice</i> (Směrnice Rady 91/676/EHS z 12. prosince 1991 k ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů)
OECD	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
OLH	odborný lesní hospodář
ON	oborová norma
OSVČ	osoba samostatně výdělečně činná
PB/DPB	půdní blok/díl půdního bloku (základní jednotky evidence půdy v LPIS)
Příl.	příloha
PSM	prostokořenný sadební materiál
PUPFL	pozemky určené k plnění funkcí lesa
QA	angl. <i>Quality Assurance</i> (ve významu <i>zabezpečování kvality, kontrola jakosti</i>)
RMLD	reprodukční materiál lesních dřevin
SAPS	jednotná platba na plochu zemědělské půdy (<i>Single Area Payment Scheme</i>)
Sb.	sbírka zákonů
Sest.	sestavitel(é)/sestavil(i)
SLŠ ČR	Sdružení lesních školkařů ČR
SMLD	sadební materiál lesních dřevin
s. p.	státní podnik
s. r. o.	společnost s ručením omezeným
SZP	Společná zemědělská politika (v rámci zemí EU)
ŠS	školkařské středisko
TAČR	Technologická agentura České republiky
TEI	technicko-ekonomické informace
THP	technicko-hospodářští pracovníci
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
ÚHÚL	Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
USDA	Ministerstvo zemědělství Spojených států (angl. <i>United States Department of Agriculture</i>)
VSK	výměnný sorpční komplex
VS	výzkumná stanice
VÚLH	Výzkumný ústav lesního hospodářství (do r. 1959; později VÚLHM)
VÚLHM	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy
v. v. i.	veřejná výzkumná instituce
ZERA	Zemědělská a ekologická regionální agentura (Náměšť nad Oslavou)
ZH	zelené hnojení
ZL ŠK	Zkušební laboratoř č. 1175.2 <i>Školkařská kontrola</i> (VS Opočno)
ZOD	zranitelné oblasti (dusičnany)
ZoH	zákon o hnojivech (zákon č. 156/1998 Sb. v platném znění)
ZORM	zákon o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin
ZPF	zemědělský půdní fond
z. s.	zapsaný spolek

ZKRATKY VYBRANÝCH ANALYTICKÝCH STANOVENÍ

C_{ox}	oxidovatelný uhlík
$C_{ox} : N_t$	poměr oxidovatelného uhlíku vůči celkovému dusíku
C/N	poměr uhlíku a dusíku
hodnota S	aktuální obsah výměnných bází
hodnota T	maximální (celková) sorpční kapacita
hodnota V	stupeň nasycenosti sorpčního komplexu bázemi
H_{ox}	obsah humusu (popř. ve významu <i>obsah organických látek</i>)
N_{celk}	celkový dusík (někdy označovaný též zkratkami N_t , N_{tot})
N_t	celkový dusík (někdy též jako <i>totální dusík</i> a se zkratkou N_{tot})
P_2O_5	fosfor (u hnojiv je obvyklé, že jsou živiny vyjadřovány jako oxidy)
pH	lat. <i>pondus hydrogenia</i> (tzv. „potenciál vodíku“, resp. vodíkový exponent)
pH/CaCl ₂	potenciální výměnná půdní reakce (stanovená ve výluhu 0,01 M CaCl ₂)
pH/H ₂ O	aktivní půdní reakce (stanovená ve vodním výluhu)
pH/KCl	potenciální výměnná půdní reakce (stanovená ve výluhu 1 M KCl)

VYBRANÉ CHEMICKÉ ZNAČKY, CHEMICKÉ VZORCE A NÁZVY (ZKRATKY) SLOUČENIN

Al	hliník
$Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot n H_2O$	alophan (hydratovaný oxid hliníku a křemíku)
$Al(OH)_6^{3-}$	hydroxohlinitan
ATP	adenosintrifosfát
B	bór
C	uhlík
C/P	poměr uhlíku a fosforu
Ca	vápník
CaCl ₂	chlorid vápenatý
CaCO ₃	uhličitan vápenatý
CaHPO ₄	hydrogenfosforečnan vápenatý
$Ca(H_2PO_4)_2$	dihydrogenfosforečnan vápenatý
$Ca_3(PO_4)_2$	fosforečnan vápenatý
$Ca_4(HPO_4)_3 \cdot 2 H_2O$	oktokalciumfosfát
$Ca_5(PO_4)_3 \cdot OH$	apatit
$CaSO_4 \cdot 2 H_2O$	síran vápenatý
CH ₃ COONa	octan sodný
Cl	chlór
CO ₂	oxid uhličitý
CO ₃	trioxid uhlíku
Cu	měď
Fe	železo
FK	fulvokyseliny
H (H ⁺)	vodík
H ₂ CO ₃	kyselina uhličitá
H ₂ O	voda
H ₂ PO ₄	kyselina ortofosforečná

H_3O^+	hydroxoniový iont
HCl	kyselina chlorovodíková
HK	humínové kyseliny
HU	huminy
K	draslík
KCl	chlorid draselný
K_2SO_4	síran draselný
Mg	hořčík
MgCO_3	uhličitan hořečnatý
Mn	mangan
Mo	molybden
N (N_2)	dusík
Na	sodík
Na_2CO_3	uhličitan sodný
NH_3	čpavek
NH_4^+	amonný iont
NH_4NO_3	dusičnan amonný
NO_3^-	dusičnanový anion
O (O_2)	kyslík
OH^-	hydroxidový anion
P	fosfor
S	síra
Si	křemík
SiO_4^{4-}	tetraedr kyselina ortokřemičité
SO_2	oxid siřičitý
Zn	zinek

Název:

Kapitoly o sazenicích a půdách v lesních školkách

Autor:

Václav Nárovec

Vydavatel:

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Výzkumná stanice Opočno, Na Olivě 550, 517 73 Opočno

Pořadí, místo, měsíc a rok vydání:

1. vydání, Opočno, říjen 2022

Adresa umístění on-line verze na World Wide Web:

<https://www.vulhm.cz/o-pudach-2022-web-2/>

Datum prvotního publikování on-line verze na World Wide Web:

22. října 2022

Datum poslední aktualizace dokumentu na World Wide Web:

31. prosince 2022

Spolupráce na cizojazyčném shrnutí (Summary):

AGENTURA THE BEST TRANSLATION s. r. o., Blanická 28, Praha 2
(www.thebesttranslation.cz)

ISBN (on-line):

ISBN 978-80-7417-232-8