

OPTIMALIZACE SYSTÉMŮ HNOJENÍ A HOSPODAŘENÍ NA PŮDÁCH LESNÍCH ŠKOLEK



Ing. JARMILA NÁROVCOVÁ, Ph.D.

Ing. VÁCLAV NÁROVEC, CSc.

Ing. PŘEMYSL NĚMEC, MBA



6/2022

Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek

Certifikovaná metodika

Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.

Ing. Václav Nárovec, CSc.

Ing. Přemysl Němec, MBA

Strnady 2022

Lesnický průvodce 6/2022

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

www.vulhm.cz

Publikace vydané v řadě Lesnický průvodce jsou dostupné v elektronické verzi na:

http://www.vulhm.cz/lesnicky_pruvodce

Vedoucí redaktor: Ing. Jan Řezáč; e-mail: rezac@vulhm.cz

Výkonná redaktorka: Miroslava Valentová; e-mail: valentova@vulhmop.cz

Grafická úprava a zlom: Klára Šimerová; e-mail: simerova@vulhm.cz

ISBN 978-80-7417-241-0

ISSN 0862-7657

OPTIMIZATION OF FERTILIZATION AND SOIL MANAGEMENT SYSTEMS IN FOREST TREE NURSERIES

Abstract

The presented paper formulates the conceptual and methodological basis for applying promising measures in the field of fertilization and soil fertility management in forest tree nurseries in the Czech Republic. It is based on the formulation of problems and the methodology of the scientific field of nutrition and fertilization of forest tree species. The methodology seeks to contribute to the application of the principles of good agronomic practices on forest nursery land oriented towards the production of bare-root juvenile woody plants. It designs its proposals and conclusions primarily for the conditions of forest nurseries established on sandy sediments of pleistocene terraces in the Bohemian Plateau, where the mechanical composition of the soils is dominated by sand grains.

Key words: forest tree nurseries; soil fertility; soil testing; fertilization; liming

Recenzenti: Ing. Vlasta Knorová; Ministerstvo zemědělství ČR, Sekce lesního hospodářství, Odbor hospodářské úpravy a ochrany lesů, Oddělení ochrany lesa (16212); Těšnov č. 65/17, 110 00 Praha 1

Ing. Jiří Valtera; AGRO CS a. s., Říkov č. 265, 552 03 Česká Skalice – Říkov



Program **Epsilon**

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

Ústřední koordinátorka projektu a adresa hlavního řešitelského pracoviště:

Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.

Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.

Strnady 136, 252 02 Jíloviště

e-mail: narovcova@vulhmop.cz

Tým spoluřešitelů projektu a adresy řešitelských pracovišť:

Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.

Ing. Václav Nárovec, CSc.

Ing. Dušan Kacálek, Ph.D.

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

Na Olivě 550, 517 73 Opočno

e-mail: narovcova@vulhmop.cz; narovec@vulhmop.cz; kacalek@vulhmop.cz

Ing. Přemysl Němec, MBA

Danuta Prokúpková

Lesoškolky s. r. o.

1. Máje 104, 533 13 Řečany nad Labem

e-mail: pn@lesoskolky.cz

Foto na obálce:

Meziřádkové operativní přihnojování prostokořenných smrkových sazenic granulovanými průmyslovými hnojivy. (Přemysl Němec; Lesoškolky s.r.o.)

Obsah

1 ÚVOD	7
2 CÍL METODIKY	9
3 VLASTNÍ POPIS METODIKY	11
3.1 Některé vysvětlující poznámky k užívaným pojům	11
3.2 Individualizované přístupy ke hnojení ve školkách	13
3.3 Hlavní články navrhované soustavy hnojení půd v lesních školkách	14
3.3.1 Doporučení pro základní fosforečné, draselné a hořečnaté hnojení	15
3.3.2 Role vápníku a vápnění půd	16
3.3.3 Některá obecná i specifická doporučení pro užití hnojiv ve školkách	22
3.3.4 Otevřené otázky kolem hnojení sírou a mikroelementy	25
3.3.5 Využití půdní diagnostiky v lesních školkách	26
3.3.6 Zvyšování podílu organické hmoty v půdách školek	27
3.3.6.1 Zelené hnojení	29
3.3.6.2 Užití kompostů	30
3.3.6.3 Hnojení slámou	30
3.3.6.4 Aplikace organických hnojiv	32
3.4 Operativní hnojení školkařských výpěstků dusíkem za vegetace	32
3.4.1 Operativní dávky při přihnojování PSM dusíkem	33
3.4.2 Termíny pro operativní přihnojení PSM dusíkem	35

3.4.3 Poznámky k výběru N-hnojiv pro operativní hnojení	37
3.4.4 Meziřádkové aplikace hnojiv a aplikační technika	38
3.5 Kvantifikace množství živin vázaných v produkci PSM	39
3.5.1 Zjišťování biomasy vybraných typů PSM v lesních školkách	40
3.5.2 Modelové množství živin N, P, K, Ca a Mg vázaných v PSM	42
4 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	43
5 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	45
6 EKONOMICKÉ ASPEKTY	45
7 LITERATURA	46
7.1 Seznam použité související literatury	46
7.2 Seznam publikací, které předcházejely metodice	51
8 DEDIKACE	54
9 CERTIFIKAČNÍ DOPLŇKY	55
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	56
SUMMARY	58

1 ÚVOD

Půda je dědictvím předchozích generací hospodářů a jako taková i unikátním přírodním a historickým útvarům. Je vždy místně spjatá s konkrétním stanovištěm a s uplatňovaným hospodářským produkčním systémem. V oblasti názírání na kvalitu půdy nyní evropské země, sdružené v EU, stojí před rozhodnutím (úkol), jak mají inovovat své soustavy hospodaření na půdách tak, aby (#1) i v širších environmentálních souvislostech včetně globální klimatické změny (GKZ) půda neohrožovala zdraví lidí, aby (#2) zajišťovala zdravý vývoj rostlin a živočichů, jakož také aby (#3) si jako nedílná součást agrárních ekosystémů, lesních společenství, vodních i urbánních soustav zachovala svoji produkční schopnost. V našich lokálních poměrech musí být (#4) nadále základem i pro naplňování všech navazujících mimoprodukčních rolí (funkcí či služeb), které od zemědělského půdního fondu (ZPF), pozemků určených k plnění funkcí lesa (PUPFL) a od dalších obhospodařovaných ploch soudobá společnost v České republice (ČR) očekává, které akcentuje a které také podporuje.

Dnes již ovšem nelze oddělovat problematiku volby soustav hospodaření na půdách a systémů výživy a ochrany rostlin od úsilí přispět také k řešení problémů s biodiverzitou agrárních a lesních stanovišť (CÍLEK et al. 2021). Argumenty pro zachování a rozšíření biologické diverzity na všech přírodních i člověkem obhospodařovaných pozemcích nyní v souvislostech s hrozbami GKZ významně posilují především také v legislativních aktivitách (VÁLOVÁ 2022). A to nejen na úrovni dokumentů Evropské komise (viz její ekologické programy a doktríny vycházející ze „Zelené dohody pro Evropu“), ale také v aplikačních dokumentech národní úrovně (MŽP 2015, 2017; MZE 2022 aj.). Nevyhne se jim proto do budoucna ani tuzemské lesní školkařství¹. Prosazované **agrolesnické postupy** obhospodařování zájmových pozemků stejně jako například *ekologické zemědělství* (EZ) perspektivně splňují náročné požadavky na zachování udržitelného rozvoje venkova a na zajištění péče o půdu a krajinu.

V souvislosti s půdou a s jejím obhospodařováním se nyní v ČR analyzují postupy, které by zhodnotily *udržitelnost* soustav hnojení a hospodaření na půdách. Některé tyto studie se o to pokoušejí pomocí metod termodynamické a informační teorie (cf. 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 se za indikátory

¹ Zejména ta část školek, která využívá modely finančních podpor typu jednotných plateb na plochu (SAPS).

vývoje půdní úrodnosti nabízejí výsledky *agrochemického zkoušení zemědělských půd* – zkr. AZZP (blíže SMATANOVÁ 2020, 2022). Přiblížení monitoringu půdních poměrů v lesních školkách postupům AZZP je proto žádoucím trendem.

Předkládaná práce 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 (PODRÁZSKÝ et al. 2015). Metodika 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 písčitých sedimentech pleistocenních teras v České tabuli, kde v mechanické skladbě půd dominují zrna písků (viz dále pedologický grafikon na Obr. 1)².

Návrhy teoretických východisek a doporučení metodických postupů pro optimalizace soustav hnojení a hospodaření na 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 optimalizací, uskutečněných v letech 2014 až 2022 ve školkách společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem. Tato společnost spolu s VS Opočno nyní participuje na řešení 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 spoluřešitelem, přímým realizátorem inovativních řešení a uplatněných technologií i dalším příjemcem projektu. V textu této publikace se zkráceně uvádí také jen jako *Lesoškolky*.

² Obr. 1 graficky vymezuje spektrum půdních druhů, které byly v letech 2014–2022 podchyceny výzkumem v rámci projektů TA04021467 a TH04030346. Z údajů (pozic) vybraných bodů je zřejmé, že získaná data nemají univerzální, plně převoditelnou platnost do zrnitostně jiných podmínek (tj. neplatí u půdních druhů, které jsou na zrnitostním grafikonu příliš vzdálené od pozic barevných bodů). Z citačních odkazů na předchozí metodiku (Nárovcová et al. 2016*) a z některých kritických komentářů nicméně vyplynulo, že nacházela problematické interpretační využití např. i v segmentu lesnických rekultivací na karbonátových kambizemích s podílem jílnatých půdních částic v jemnozemi nad 47 % (Šefl et al. 2021), či jinde (Kučera et al. 2019).

2 CÍL METODIKY

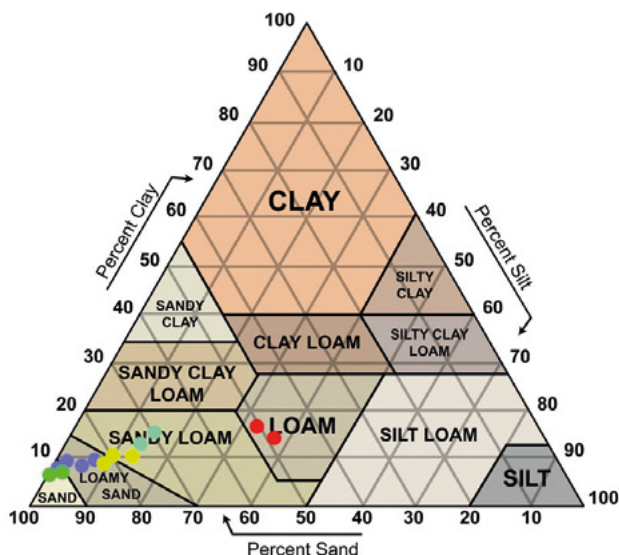
Cílem metodiky je poskytnout producentům sadebního materiálu lesních dřevin (SMLD) soubor metodických doporučení pro optimalizace soustav hnojení na půdách lesních školek včetně návrhů ověřených postupů přihnojování pěstovaných kultur lesních dřevin v průběhu vegetační sezony. Metodika navazuje a také doplňuje výchozí doporučení, zpracovaná již v úvodní 1. etapě, tedy v rámci řešení projektu „*Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek*“ (TA04021467)³, jež byl totožným řešitelským kolektivem řešen v letech 2014–2017 (výstup viz NÁROVCOVÁ et al. 2016*)⁴. Problematika je představená v kontextu reálného technologického vybavení (strojů na aplikace hnojiv) u společnosti *Lesoškolky* tak, aby prezentované poznatky, zkušenosti a doporučení byly aplikovatelné i v dalších tuzemských školkařských provozech orientovaných na tradiční pěstování prostokořenného sadebního materiálu (PSM) lesních dřevin na minerálních půdách. Metodika je podkladem pro optimalizace hnojení a obhospodařování půd v rámci dílčích školkařských středisek obchodní společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem.

Ústřední ideou (cílem) předkládané metodiky je záměr, aby zahrnovala nejen hlediska vyhodnocování obsahů základních minerálních živin v půdách školek, ale aby poskytla doporučení pro realizace základního hnojení obhospodařovaných půd a rovněž aby uvedla návrhy pro operativní přihnojování prostokořenné produkce na venkovních školkařských polích. Objektivizace nároků pěstovaných kultur lesních dřevin na základní minerální živiny bude prezentována na podkladě exaktních kvantifikací vyprodukované sušiny u různých (modelových) dřevin a způsobů jejich pěstování (věku) včetně sumarizací příjmu minerálních živin u PSM během pěstebního cyklu. Návrhy hnojivých dávek N-hnojení u PSM si vyžádaly zohlednit jak hledisko dosažení žádoucích morfologických a fyziologických parametrů SMLD standardní jakosti podle ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* (JURÁSEK et al. 2012), tak soudobá pravidla environmentálně odpovědného obhospodařování zájmových pozemků, tj. např. naplnění požadavků *nitratové směrnice*

³ V letech 1995–2014, tedy po období dvou desetiletí, nebyly optimalizace soustav hnojení a hospodaření na půdách lesních školek součástí resortních zadání (výzkumných úkolů), řešených na Výzkumné stanici Opočno.

⁴ Citace pramenů, jejichž autoři jsou členové řešitelského kolektivu (J. Nárovcová, V. Nárovec a P. Němec) jsou v textu předkládané publikace indexované hvězdičkou* a uvádí je samostatný přehled (*Seznam publikací, které metodice předcházely*).

a dalších závazných hledisek pro standardy *dobrého zemědělského a environmentálního stavu půd* (tzv. DZES) ve smyslu *Strategického plánu Společné zemědělské politiky 2023-2027* atd. (viz MZE 2022).



Obr. 1: Pozice typických půdních druhů v rámci trojúhelníkového 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. Výsledky vzorků ze ŠS Kladruby nad Labem jsou zobrazeny sytější (brčálově) zeleně; ze ŠS Albrechtice nad Orlicí tmavě modře; ze ŠS Dolní Jelení žlutě; ze ŠS Řečany nad Labem nevýrazně světle zeleně a vzorky ze ŠS Františkovy Lázně výrazně červeně. Z grafikonu je patrné i to, že Školkařské středisko Františkovy Lázně (na rozdíl od ostatních ŠS) již náleží především k půdnímu druhu HLÍNY (angl. *loam*). Odlišuje se nejen charakterem převažujícího půdního druhu, ale také ekologicko-produkčním charakterem své zemědělské výrobní oblasti (řepařská oblast).

3 VLASTNÍ POPIS METODIKY

3.1 Některé vysvětlující poznámky k užívaným pojmům

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 (BAIER 1979), 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 schématy, 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 **pěstební záměry** a disponibilní poměry. Proto jsou soustavy hnojení horizontálně (geograficky) výrazně diferencované a vertikálně (historicky) proměnlivé (ibid.). 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 pracovníků, ale i sortimentem dostupných hnojiv, disponibilní aplikační technikou, náklady na požadovaný výnos plodin či půdní úrodnost, požadavky na ekonomickou rentabilitu zemědělského podnikání a současně nutnými environmentálními ohledy, resp. ekologickou spoluzodpovědností (ibid., s. 12–15).

V našem lesním hospodářství (LH) a v jeho (pod)oborech se pojem *soustava hnojení* objevuje teprve 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 uceleně formulované soustavy hnojení polních plodin, zejména pak *Baierova progresivní soustava hnojení* (BAIER 1979 atd.) a navazující práce (metodiky pro praxi, zejména publikované závazné pracovní postupy Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského – ÚKZÚZ)

od široké skupiny zemědělských odborníků (např. TRÁVNÍK a kol. 2012; ZBÍRAL et al. 2016; SMATANOVÁ 2016, 2020, 2022 atd.).

Zásady soustav hnojení zemědělských plodin, které mohou lesní školkaři převzít jako podklad pro vlastní rozhodovací schémata při hnojení půd v lesních školkách, popsal již např. VANĚK (1992). Proto, že se tehdy jednalo o období výrazných přeměn v celém agrokomplexu, zdůrazňoval mimo jiné podnikový (ale i střediskový) charakter soustav hnojení. Doporučil (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 rozborů půd a anorganické rozborů 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 hnojení 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.)⁵.

⁵ Dr. Ing. Antonín Němec v publikaci **Hnojení lesních kultur – lesní školky** (NĚMEC 1948, s. 18–19 a s. 55) například doslova uvádí: „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...“.

3.2 Individualizované přístupy ke hnojení ve školkách

Dodnes je v LH užívána názvoslovná soustava pro hnojení ve školkách, kterou navrhnul DUŠEK (1985), totiž rozdělení na *základní hnojení* (které se týká prvořadě půdy) a na *operativní hnojení* (podporující prvořadě výživu rostlin). V přístupech jednotlivých provozovatelů školek k volbě a míře uplatňování intenzifikačních opatření, kam problematika udržování a zvyšování kulturní půdní úrodnosti hnojením náleží, existuje řada různorodých (až mezních) proporcí. Stejně jako v zemědělské rostlinné výrobě i v lesních školkách vedle sebe koexistují několikero **individuální přístupů**, které diferencují pěstování SMLD do odlišných pěstebně-produktivních přístupů (směrů, konceptů, ideových proudů, teorií apod.). Souběžně vymezují i odlišnou roli pro hnojení, a to napříč celou oblastí zajišťování výživy rostlin a zvyšování produktivnosti stanoviště lesních školek (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 rozlišují především intenzivní, tradiční a alternativní modely pěstebních realizací (popsal je např. TĚRA 2014; FOLTÁNEK 2016 a jiní).

REJŠEK (2018, s. 348) dokonale vystihnul propojenost obou hlavních intenzifikačních opatření v lesních školkách, když soudobý odborný přístup shrnul do tohoto zásadního 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.*“

Při pěstování PSM v současné tuzemské lesnické školkařské praxi je realitou, že jednotlivé provozy používají **individualizované soustavy hnojení**. U některých z nich je míra (podíl) vnášení dávek hnojivých látek (hnojiv) na školkařská pole pomocí operativních hnojářských zásahů natolik dominantní (až 100%), že při svém plánování nevycházejí ze závěrů pedologického průzkumu (cf. MAUER a MAUEROVÁ 2011, s. 31, tam tabulka 12). Žádný rámec aktivního zjišťování a řízení úrovně podmínek a výživy rostlin hnojením, známý z tradiční agronomické praxe u polních

plodin, takové školky neuplatňují, neboť plný podíl potřebných živin dodávají jen prostřednictvím *hnojení na kulturu*, tj. za vegetace *operativním hnojením*. Jde u nich často o intuitivní (nebo empirické) 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 přiklání k modelům, známým po roce 1994 též ze soudobé zemědělské praxe (cf. NĚMEC 2015), kde k dosažení potřebného výnosu plodin slouží hlavně vícesložková hnojiva s obsahem dusíku, aplikovaná několikrát ve vegetační době tzv. *na kulturu* (tj. v tradiční agronomii a jejím ná-zvosloví tzv. *na list*). Není to ovšem systematická péče o základy půdní úrodnosti (tedy úsilí o dosahování tzv. *staré půdní síly*) ve výkladech tradičních i moderních, vědecky zdůvodněných agrárních soustav hnojení, které v minulosti předložili čelní představitelé zemědělských věd, technologického vývoje a inovací v oblasti environmentální chemie (cf. VANĚK et al. 2012 a další).

3.3 Hlavní články navrhované soustavy hnojení půd v lesních školkách

V soustavách hospodaření na půdách školek (viz NÁROVCOVÁ et al. 2016*, 2021*, 2022*) je vždy nutné hledat harmonický **soulad všech agrotechnických a agrochemických opatření**, počínaje úrovní střídání cílové produkce juvenilních dřevin s plodinami kultur *zeleného hnojení* (zkr. ZH), přes systematickou péči o příznivé fyzikální půdní poměry na obhospodařovaných pozemcích až po intenzitu základního 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 diversity života v půdě).

Všestranný teoretický základ pro obhospodařování a hnojení půd školkařských produkčních ploch a pro management půdní úrodnosti na nich lze nově čerpat i z mnoha soudobých literárních pramenů od našich předních vědeckých pracovníků, pedagogů a badatelů (např. PODRÁZSKÝ et al. 2015; VAVŘÍČEK a KUČERA 2017; REJŠEK a VÁCHA 2018 a další).

3.3.1 Doporučení pro základní fosforečné, draselné a hořečnaté hnojení

V rámci této metodiky⁶ jsou základní interpretační kritéria (včetně kritérií pro vápník a fosfor) shrnuta v Tab. 1. Vyhodnocování dat půdních analýz bylo zjednodušeno. Nadále ale vychází z primárních doporučení, které pro draslík (K) a hořčík (Mg) v půdě publikovali NÁROVCOVÁ a NÁROVEC (2016*), resp. NÁROVCOVÁ et al. (2016*). Pro rostlinám přístupný vápník (Ca) a fosfor (P) byla pro jejich aplikovatelnost ve školkách v plném rozsahu převzata kritéria AZZZP – viz pracovní postupy ÚKZÚZ, které zpracovala SMATANOVÁ (2020; 1. vydání).

Tab. 3-1: Kritéria uplatněná v letech 2019–2022 v rámci řešení projektu TH04030346 u společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany na Labem při vyhodnocování rostlinám přístupného draslíku (K), hořčíku (Mg), vápníku (Ca) a fosforu (P), stanovených extrakcí *Mehlich III* v minerálních půdách na zájmových produkčních plochách jejich lesních školek.

Slovní označení kategorie obsahu rostlinám přístupných živin v půdách lesních školek	Obsah (koncentrace) rostlinám přístupných živin v půdách školek stanovený analytickou metodou <i>Mehlich III</i> (v mg/kg)				
	draslík a hořčík (K a Mg)		vápník (Ca)		fosfor (P)
	seskupené kategorie půdních druhů podle Novákovy klasifikace				
	(p) a (hp) *	(ph) a (h) *	(p) a (hp) *	(ph) a (h)*	(p) až (h)*
nízký (N)	≤50	≤100	≤1000	≤1100	≤50
vyhovující (VH)	51–100	101–150	1001–1800	1101–2000	51–80
dobrý (D)	101–200	151–300	1801–2800	2001–3300	81–115
vysoký (V)	201–350	301–400	2801–3700	3301–5400	116–185
velmi vysoký (VV)	>350	>400	>3700	>5400	>185

Pozn. *: Zvolená segmentace dat do půdních druhů odpovídá klasifikačnímu systému podle prof. V. Nováka. Označení půdního druhu symbolem (p) reprezentuje písčité půdy s podílem jílnatých částic v jemnozemi do 10 %; symbolem (hp) se označují hlinito-písčité půdy s podílem jílnatých částic v jemnozemi od 10,1 do 20,0 %; symbolem (ph) se označují písčito-hlinité půdy s podílem jílnatých částic v jemnozemi od 20,1 do 30,0 % a symbol (h) se užívá u hlinitých půd s podílem jílnatých částic v jemnozemi od 30,1 do 45,0 %.

⁶ Předkládaná metodika navazuje na výsledky projektu TA04021467 *Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek*, tj. obsahově doplňuje (a nově upravuje) výchozí doporučení certifikované metodiky *Optimalizace hnojení a hospodaření na půdách lesních školek* (NÁROVCOVÁ et al. 2016*). Obě tyto metodiky primárně specifikují některá nová (nebo upravená) aplikační doporučení pro hnojení půd a kultur při pěstování PSM lesních dřevin v soudobých školkách.

U „velmi vysokého“ (VV) a „vysokého“ (V) obsahu rostlinám přístupného fosforu v půdě se základní hnojení P vynechává až do doby, než obsah P v půdě poklesne na úroveň „dobrý“ (D). Při úrovni „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 úrovni „nízký“ je doporučeno **dosycovací hnojení** půdy v dávkách kolem 35–40 kg P/ha/2 roky (případně i vyšších) s tím, že realizace je možná teprve po předchozích agromelioračních úpravách. Podmínkou je např. vyhovující $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ (obvykle $>5,4$ pH) a dobrý obsah humusu (v *Lesoškolkách* se požaduje úroveň $>2,8$ % H_{ox}).

Podle hodnot obsahu rostlinám přístupných živin K a Mg v půdě, stanovených metodou *Mehlich III*, jsou doporučovány diferencované dávky těchto živin před zahájením 2letého pěstebního cyklu PSM. Při nízkém obsahu K, resp. Mg se doporučuje dosycovací hnojení v dávkách nad 140 kg K, resp. 50 kg Mg/ha/2 roky. Podmínkou je úroveň sorpční kapacity půdy nad 150 mmol⁺/kg, vyhovující hodnota $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$ a dostatečný obsah humusu. Pokud tyto podmínky nejsou splněny, používají se nižší dávky 80–140 kg K/ha. V případě nevhodného poměru K : Mg (zejména při hmotnostním poměru obsahů prvků $>3,2$) se doporučuje hnojení draselnými hnojivy vyloučit), resp. aplikovat 30–50 kg Mg/ha/2 roky. Tyto dávky odpovídají režimu hnojení, které se používá při vyhovujícím obsahu živin v půdě. Část živin doporučených pro 2letý pěstební cyklus je možné dodat v rámci operativního hnojení dusíkem v průběhu vegetace vícesložkovými hnojivy. Při dobrém obsahu živin se doporučuje udržovací 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 půdy draslíkem a hořčíkem na přechodnou dobu vynechává, a to až do doby, než dojde ke snížení koncentrace prvků na požadovanou úroveň.

3.3.2 Role vápníku a vápnění 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. Doplnění zásob Ca do půd lesních školek se zabezpečuje prostřednictvím systematického **vápnění**. K indikaci potřeby vápnění se u zájmových pozemků nejčastěji využívá analytické stanovení hodnot výměnné půdní kyselosti (dnes obvykle ve výluhu půdy roztokem chloridu vápenatého – CaCl_2 ; dříve za využití chloridu draselného – KCl; jednotkou půdní kyselosti je pH – tzn. „potenciál vodíku“, lat. *pondus hydrogenia*, angl. *potential*

of hydrogen). Účelem vápnění 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. Vápnění se rozlišuje na **meliorační a udržovací**. Melioračním vápněním se rozumí jednorázové použití vyšší dávky vápenatých hnojiv, které může rychle zvýšit pH půdy na požadovaný stav. Udržovací vápnění 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 200 až 250 kg CaO na 1 ha. Obvyklé roční normativy dávek vápenatých hnojiv pro orné půdy v ČR (údaje převzaty od ÚKZÚZ – blíže viz TRÁVNÍK a kol. 2012) jsou dále zkompletovány v tabulce 3-3.

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

- Cílem vápnění 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 jejím 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.
- 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 rovněž množství vápníku dodaného v závlahových vodách a přihlíží se ke ztrátám vápníku elucí (vyluhováním).
- Třetím hlediskem je pěstovaná kultura. Při intenzivním pěstování SMLD je toto hledisko částečně upozaděné a dává se přednost řešením, která směřují ke stabilizaci výměnné půdní reakce na školkařských polích někde kolem univerzální cílové hladiny $5,5 \text{ pH} \pm 0,2$ ($5,3\text{--}5,7 \text{ pH}$). Jde o pragmatický průnik dílčích požadavků, který dokáže vyhovět jak na pH náročnějším (listnatým) dřevinám, tak většině jehličnatých druhů dřevin (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 $<4,8$ 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 druhové a odrůdově specifické „optimální“ (vyžadované) úrovně výměnného pH má za následek všeobecné zhoršení podmínek pro pěstování náročných a výkonných plodin ZH (což se ve svém důsledku mimo jiné projevuje nedostatečným nárůstem biomasy těchto plodin, tedy nižšími efekty ZH).

- 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 také ostatních půdních vlastností. Je samozřejmé, že na jednom pozemku nelze vždy usilovat o dosažení zcela optimálního pH půdy dle 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 (viz Box 1 dále v textu metodiky). V praxi intenzivního pěstování SMLD je obvyklé, že přednostně se vápní pozemky, které se od optimálního (žádaného) pH nejvíce odchylují. U pozemků, využívaných pro smluvní pěstování, ale tato zásada často ustupuje do pozadí. Přednostně se přihlíží k požadavkům odběratele SMLD.
- 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**. Zde je třeba respektovat (a čtenáře metodiky upozornit), že dávky vápnění se mohou v různých metodikách uvádět v různých jednotkách, resp. např. v oxidu CaO, popř. jako prostý prvek Ca, popř. i jako celková dávka mletého vápence (tj. jako CaCO_3). Pro přepočty je nutná znalost přepočtových koeficientů – viz tab. 3-2. Orientační dávky vápnění pro ZPF přibližuje tab. 3-3 (v CaO/Ca); návrhy doporučených dávek vápnění pro výrobní podnik *Lesoškolky* (dávky uvedeny již v CaCO_3 !) uvádí navazující přehled v tab. 3-4.

Tab. 3-2: Koeficienty pro přepočet vybraných prvků (hlavních rostlinných živin a některých stopových prvků) na sloučeniny (kysličníky) a naopak

Koeficienty pro přepočet rostlinných živin z kysličníků (oxidů) na prvky			Koeficienty pro přepočet rostlinných živin z prvků na kysličníky (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

Tab. 3-3: Obecně platné roční normativy dávek vápenatých hnojiv v tunách CaO/(Ca) na 1 ha u zemědělského půdního fondu (tj. platí zejména 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 Trávník K. a kol.: Metodický návod pro hnojení plodin. 1. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2012: 26 s.)

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)

Tab. 3-4: 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 Labem

Doporučená opatření pro stabilizaci a úpravu výměnné půdní reakce v orničním 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	2,80	3,40

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

Indexy +/++/+++/++++:

- + nevápní se tehdy, obsahuje-li půda více než 0,3 % uhličitánů, popř. je-li výměnná půdní reakce >5,8 pH/KCl u písčitých půd, >6,0 pH u hlinitopísčitých půd a >6,2 pH u písčito-hlinitých půd;
- ++ udržovací vápnění se provádí vždy po ukončení hlavního pěstebního cyklu, tj. zpravidla v 2letém intervalu; jeho účelem je stabilizovat (udržet) stávající hodnotu výměnného pH půdy (resp. vykrývat dílčí ztráty vápníku z orničního půdního profilu např. vyluhováním);
- +++ 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;
- ++++ u mletých vápenců, dolomitických vápenců, vápnitých dolomitů a dolomitů, které zpravidla vždy obsahují více než 65 % CaCO₃ a MgCO₃ dohromady, je maximální aplikační dávka omezena na 3,40 tuny/ha/rok; v případě použití hnojiv typu „vápno vzdušné bílé“, resp. „vápno vzdušné dolomitické“, která obsahují nejméně 55 % CaO + MgO, se uvedená maximální roční aplikační dávka dále snižuje na polovinu, tj. na 1,70 tuny/ha/rok.

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 pozemcích. Týká se to především synchronizací vůči převládající výměnné půdní reakci na zalesňovaných plochách 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).

Provozní doporučení pro užití Ca-hnojiv v Lesošolkách:

(Box 1; autor textu: P. Němec)

Obecným pravidlem pro vápnění v lesních školkách by měla být preference mletých, nejlépe dolomitických vápenců⁷. Pouze zrnitostně těžké či střední kategorie půd (s podílem částic jílu nad 50 %) lze za určitých situací vápnit pomocí páleného vápna⁸. Vápnit páleným vápnem se rozhodně nedoporučuje na lehkých písčitých půdách, kde může dojít k lokálnímu převápnění. Výhodou páleného vápna ale je jeho rychlý účinek, kdy ke změně pH půd dochází obvykle v řádu několika týdnů po aplikaci. Působení vápenců je naopak pozvolné (víceleté).

Cenu vápenatých hnojiv ovlivňuje druh produktu, ale i způsob balení. Z hlediska balení bývají cenově nejvýhodnější volně ložené formy, dražší jsou dodávky v *big-bags*. Pytlované verze jsou zpravidla o 50–100 % dražší vůči volně ložené formě. I přes tento cenový rozdíl je pro dlouhodobější skladování a manipulaci volně ložená forma dodávek provozně obvykle nejméně žádaná. Pro potřeby školkařských provozů se obvykle volí odběr Ca-hnojiv ve vacích typu *big-bags* (0,5–1,0 t), popř. v pytlích. Cenově nejprístupnější obvykle bývají hrubě mleté vápence, poté jemně mleté vápence. Cenově nejméně výhodné jsou granulované formy (bývají až 2násobně dražší oproti jemně mleté formě). Z hlediska subkategorií Ca-hnojiv je pálené vápno dva- až třikrát dražší než mleté vápence.

Aplikace prachových forem vápenatých hnojiv bývá poměrně komplikovaná, zejména je problematické rozprostřít rovnoměrnou dávku hnojiva po zájmových pozemcích pomocí běžných rozmetadel průmyslových hnojiv, popř. rozmetadel statkových hnojiv. Pokud na to školkařské subjekty nejsou vybaveny příslušnou technikou, je výhodnější aplikaci mletých forem Ca-hnojiv přenechat subjektům, které se službami agrochemických podniků zabývají.

⁷ Vápence jsou získávány rozemletím přírodní uhličitánové horniny. Dle druhu výchozí suroviny (horniny) mohou obsahovat různý podíl CaCO_3 (obvykle od 70 do 90 %). Podle obsahu hořčíku jsou mleté vápence rozdělovány na standardní vápenec (0–10 % MgCO_3), dolomitický vápenec (10–23 % MgCO_3), vápnitý dolomit (23–41 % MgCO_3) a dolomit (41–46 % MgCO_3). Přírodní vápence jsou dostupné obvykle ve formě velmi jemně mleté (označení VJM), jako prachové či hrubě mleté, jako písek (frakce 0–4 mm) a též ve formě granulované.

⁸ Pálené vápno se získává pálením vápenců ve vápenkách. Je tvořené oxidem vápenatým a oxidem hořečnatým. Má silný alkalický účinek, neboť oxid vápenatý (CaO) vlivem vlhkosti prochází procesem „hašení“, kdy přechází na hydroxid vápenatý. Obě tyto složky vápen jsou živavinami a mohou rostliny poškodit. Aplikace páleného vápna tedy přichází v úvahu pouze na plochy bez vegetace. Výhodou vápen je okamžitý účinek (v řádu týdnů po aplikaci). Pálené vápno vedle práškové existuje i v granulované formě (např. pod obchodním názvem Oxyfertil).

3.3.3 Některá obecná i specifická doporučení pro užití hnojiv ve školkách

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 (což není ve školkách v ČR nijak vzácným jevem) nebyly dosud navenek doprovázeny újmou, pokud se týká (ne) dosahování normou ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* požadovaných standardů kvality SMLD. Environmentálně ohleduplné to ovšem není (neboť dnes je eutrofizace povrchových vod obecným a vážným problémem).

S ohledem na vodní režim písčitých půd je nutné fosforečná hnojiva zpracovávat do celého orničního profilu. V aridních podmínkách (zejména na pozemcích tra-



Obr. 2: Aplikace bazické silikátové moučky Brozit pomocí dánského kotoučového rozmetadla Bredal – typ K105L Auger (fotoarchiv VS Opočno: © David Šimek; Bohdalec, 5. 10. 2021)

dičních lesních školek bez možnosti účinného doplňkového zavlažování) při pouhém rozprostření a jen mělkém zapravení průmyslových hnojiv může v suchých povrchových vrstvách ornice docházet k nežádoucímu **zvyšování koncentrace solí**, která následně snižuje klíčovost výsevů a dehydratací poškozuje pletiva a růst mladých rostlin. Proto je vhodné základní hnojení půd ve školkách fosforečnými hnojivy integrovat se zapracováním organických hnojiv do půdy, nejlépe společně se zaoráváním předchozích kultur ZH (viz NÁROVCOVÁ et al. 2021*).

Draslík (K) a hořčík (Mg), resp. zajištění výživy dřevin a doplnění zásob obou těchto základních živin do půdy vyžadují v lesních školkách velkou pozornost. Na půdách velmi lehkého zrnitostního složení, které v tuzemských lesních školkách zpravidla převažují, totiž není hnojení draselnými a hořečnatými průmyslovými hnojivy nijak snadnou záležitostí. Oba tyto prvky (K a Mg) snadno podléhají vyluhování (eluci) a vertikálním přesunům do hlouběji položených horizontů; jejich poutání v půdě iontovou výměnou závisí na mnoha faktorech.

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. dle pracovních postupů ÚKZÚZ), popř. vlastní kritéria pro obsah K, Mg a Ca v půdě pro kategorie písčitých až hlinitých půdních druhů (určených dle tradiční Novákovy zrnitostní klasifikace), kde se hlediska upravují podle místních podmínek.

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. K, 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.

V metodických doporučeních pro management půd ve společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem již např. NÁROVCOVÁ et al. (2016*, s. 38) upozorňují na důležitou indikační pedologickou charakteristiku, kterou je *kationtová výměnná kapacita* (KVK). Některé specifické podrobnosti o využívání hodnot KVK v hnojař-

ské praxi lesních školek metodicky rozvedl DUBSKÝ (2020). Půdní diagnostikou ve školkách je vždy vhodné respektovat pravidlo hmotnostního poměru prvků v půdě na úrovni $K : Mg = 1 : 1,6 - (3,2)$.

Navržené dávky základního hnojení půd v lesních školkách draslíkem i uváděná doporučení, že teprve na podkladě posouzení hmotnostních nebo ekvivalentních relací mezi draslíkem a hořčíkem je možné o draselném hnojení vůbec uvažovat, do praxe plánování hnojařských opatření v lesních školkách vnášejí nový prvek, a to ochotu navrhopvat zúrodňovací opatření v posloupnosti dílčích kroků, kde nechybí ani dočasné vynechání hnojařských zásahů. Praxe si jistě povšimne i faktu, že navrhované dávky dosycování půd draslíkem (ale předtím již také Mg a P) jsou nyní nižší, než které uváděly např. práce z období před 25 či více lety (srovnej kupř. ŠARMAN 1984, s. 122; DUŠEK 1997, s. 60 aj.). Je to především zcela zásadním způsobem pozměněná dostupnost organických hnojiv 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. Šarmanova výpočty, kterými tento vysokoškolský pedagog studentům lesního inženýrství 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 rozvádí a 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 ale dnes mohou být spíše fikcí. A to přesto, že za uplynulá desetiletí se obecná platnost těchto doporučení (vč. výpočtů dle Wildeho vzorce, viz např. WITT 1997) nezměnila a jsou nadále plně aktuální a rovněž velmi perspektivní.

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 chlóru (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 tak je **preferencí síranových typů** draselných hnojiv před hnojivy s chloridovou vazbou K . 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 3týdenní intervaly). Zpracováním půdy je třeba zabezpečit rozprostření draselných hnojiv v celém orničním půdním profilu.

3.3.4 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 hořečnatých. 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 (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 četných oblastech ČR (především je to Vysočina, jižní Čechy atd.) 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 brzy 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 sladňování 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 *Mehlichů 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 rozmístění (rozprostření) hnojiv na ploše zájmových pozemků. Na stanovištích, kde se předpokládá ztížený příjem mikroelementů z půdy, se vždy dává přednost mimokořenovým aplikacím.

3.3.5 Využití půdní diagnostiky v lesních školkách

Průzkum půd (blíže NÁROVEC et al. 2017*) je výchozím podkladem pro (#1) sestavování střednědobých (obvykle 5letých) podnikových plánů péče o úrodnost půd ve školkách a pro (#2) 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 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, vedoucích ke zlepšení půdních vlastností počínaje úpravou vzdušného a vodního režimu půdy, zlepšováním a stabilizací půdní struktury, optimalizací půdní reakce a rozvojem půdní mikrobiologické činnosti.

Každoročně se konkretizují dílčí návrhy aplikací hnojiv (**podnikové plány hnojení**) pro jednotlivé půdní bloky a jejich díly (PB/DPB) či pro jiné zájmové pozemky lesních školek a přijímají se souhrnná (střednědobá) opatření. Podrobný roční plán hnojení PB/DPB se podle možností dále během vegetace upřeshňuje (zejména na základě fenologické situace a podle závěrů biologické kontroly, doplňujících rozborů půd a rostlin či pomocí jiných podkladů vědecky řízené výživy rostlin).

Týká se to hlavně dávek živin (zejména dávek N-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).

V rámci školkařských podniků (středisek) je vhodné **lokálně cílenou** aplikací melioračních opatření a diferencovaným hnojením po vzoru *precizního zemědělství* postupně snižovat (odstraňovat) často značnou nevyrovnanost jednotlivých školkařských pozemků (PB/DPB). Racionální hnojení organickými a průmyslovými hnojivy má bezesporu nejvýznamnější postavení při obnově půdní úrodnosti a při zlepšování půdních vlastností v lesních školkách. Při projektování způsobu zúrodnování půd je především nutné si pro každou školku stanovit individuální cílové parametry (rozpětí) vybraných indikátorů půdní úrodnosti. Mohou se sice více či méně přibližovat všeobecným doporučením pro úrodné orné půdy (blíže viz např. BAIER a BAIEROVÁ 1985; VANĚK et al. 2012; TRÁVNÍK a kol. 2012; SMATANOVÁ 2016, 2020 a mnozí další), avšak vždy je nutné v LH důsledně vycházet z místních poměrů a situací (stanovištních, výrobních, ekonomických a dalších). Stanovení konkrétních cílů péče o úrodnost půd hnojením je proto v jednotlivých lesních školkách (půdních blocích) vždy **zásadně individuální záležitostí** a liší se případ od případu (PODRÁZSKÝ et al. 2015; REJŠEK a VÁCHA 2018; LORENC a NOVOTNÝ 2020; NOVOTNÝ et al. 2020 atd.)⁹.

3.3.6 Zvyšování podílu organické hmoty v půdách školek

Opomíjenou, avšak zejména dnes (v souvislosti s GKZ) tolik potřebnou, nesmírně důležitou a zcela zásadní složkou všech soudobých (udržitelných) soustav hnojení zůstává problematika stabilizace a zvyšování organické hmoty v obhospodařovaných půdách organickým hnojením. K pozitivním efektům organického hnojení patří hlavně zvyšování schopnosti půdy zadržovat vodu (BADALÍKOVÁ a NOVOTNÁ 2016, 2017); je to ale i snazší obdělávatelnost půdy (nižší orební odpor), snižování náchylnosti pozemků k plošné vodní erozi, dosažení stabilnější struktury půdy, podpora půdního života, rychlejší zahřívání půdy na jaře od slunečních paprsků, vyšší schopnost akumulace živin, potlačování choroboplodných zárodků v půdě atd.

⁹ Výstižně tuto individuální roli popsali Podrázský et al. (2015, s. 84), když konstatovali: „*Hnojení v lesních školkách je specifickou disciplínou s vlastními pravidly. Výživa juvenilních stadií lesních dřevin se, pokud jde o spotřebu živin, blíží zemědělské výrobě a ve svém nejmodernějším pojetí (pěstování obalovaných sazenic na vzduchovém polštáři) intenzivnímu pěstování vybraných zemědělských kultur.*“

Za minulých 12 desetiletí školkařského hospodaření se na některých pozemcích u současné společnosti LESOŠKOLKY s. r. o.¹⁰ již přesvědčivě potvrdilo pravidlo, že bez dostatečného přísunu organických látek (OL) do půdy hnojením nelze efektivně a dlouhodobě (tj. udržitelně) PSM pěstovat. V podmínkách intenzivního obhospodařování venkovních školkařských polí je nutné počítat s úbytkem OL z produkčních ploch vlivem mineralizace až ve výši 4 tun/ha/rok. Tento úbytek (mikrobiální rozklad) OL je v lesních školkách na rozdíl od poměrů pěstování polních plodin o to zásadnější, neboť v agrární výrobě, kde posklizňové zbytky představují (kryjí) až 60 % potřeby OL (ex VANĚK et al. 2012, s. 419), zde veškerou náhradu spotřebované organické hmoty musejí pokrýt organická hnojiva a postupy doplňování organického hnojení. Navíc ve školkách dochází k nemalému úbytku veškeré půdy jejím transportem mimo produkční plochu na kořenech expedovaného SMLD¹¹.

Dostupnost tradičních (statkových) organických hnojiv (jako je hnůj, kejda atd.) bývá v lokálních poměrech lesních školek obvykle velmi limitována. Některá environmentální omezení (limity) navíc přinášejí i dříve či nyní přijímané evropské či národní legislativní předpisy. V ČR je hlavním nástrojem regulací hnojení zákon 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 (zkr. ZoH).

Zákon např. zemědělským podnikatelům nařizuje povinnost vést předepsané záznamy o provedeném hnojení. Provozy s výměrou >20 ha musí tuto evidenci vést v elektronické podobě a každoročně ji musí ve stanoveném formátu a termínu předložit ke kontrole na ÚKZÚZ. Prováděcí předpisy k ZoH (např. vyhláška č. 377/2013 Sb. *o skladování a způsobu používání hnojiv*) rovněž závazně specifikují způsob používání a skladování hnojiv. Citovaný předpis také definuje dovolenou maximální aplikační dávku organických a statkových hnojiv, která je aktuálně stanovena ve výši 20 t/ha v průběhu 3 let u hnojiv s obsahem sušiny nad 13 % a na výši 10 t/ha v průběhu 3 let u hnojiv, jejichž obsah sušiny je do 13 % včetně.

Četná další omezení pro realizace organického hnojení definuje také nařízení vlády č. 262/2012 Sb., *o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu*. Toto nařízení vlády implementuje požadavky tzv. *nitratové směrnice* (Směrnice Rady 91/676/EHS) a definuje tzv. zranitelné oblasti (ZOD). Subjekt zemědělsky hospodařící na pozemcích ve zranitelných oblastech musí splnit podmínky a pravidla, stanovená tímto citovaným vládním nařízením. Je zde definován např. (#1) pojem *dusíkatá*

¹⁰ Počátky pěstování SMLD ve školkách, založených na polabských sedimentech u Řečan nad Labem, se datují již do roku 1895 (ex FOLTÁNEK 2016, s. 43).

¹¹ Pěstování prostokořenného SMLD je specifické tím, že žádné posklizňové zbytky v půdách nezůstávají, neboť rostliny jsou vyzvedávány s kompletním kořenovým systémem, na kterém jsou navíc navázány půdní částice. To společně s přirozenou mineralizací OL v půdě způsobuje ztrátu těch nejcennějších půdních částic ve výši okolo (průměrně) 15 t/ha za 2–3letý pěstební cyklus výroby SMLD.

látka (pozn.: mezi dusíkaté látky patří i skliditelné rostlinné zbytky a upravené kaly), jsou zde (#2) vymezena kalendářní období, ve kterých je na orné půdě a na trvalých travních porostech v ZOD zakázáno používání dusíkatých látek, jsou zde také (#3) vymezena množství celkového dusíku užitého v hospodářském cyklu na zemědělských pozemcích v organických, organominerálních a statkových hnojivech (např. dávka čisté živiny N/ha nesmí v průměru celkové výměry obhospodařovaných zemědělských pozemků obchodního závodu překročit 170 kg č. ž. N/ha), atd.

Uvedená legislativní omezení i relativně obtížná dostupnost statkových hnojiv v lokálních podmínkách generují v rozhodování konkrétních provozoven lesního školkařství poměrně úzký okruh možností, jak mohou efektivně (tj. rovněž i ekonomicky udržitelně) přinejmenším stabilizovat, optimálně i zvyšovat, podíl OL v půdách svých lesních školek. V podmínkách ŠS obchodní společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. se péče o půdu a doplňování OL do půdy ubírá několika hlavními směry: především jde o (#1) pěstování kultur zeleného hnojení (ZH), dále také o (#2) využívání kompostů z vlastní výroby a rovněž o (#3) používání alternativních (lokálních a příležitostných) náhradních řešení, jakými je např. doplňování organické hmoty do půd pomocí slámy (hnojení slámou).

3.3.6.1 Zelené hnojení

Pravidelné zařazování kultur zeleného hnojení mezi cykly pěstování SMLD dnes hraje velmi významnou roli v oblasti udržení úrodnosti půd lesních školek společnosti *Lesoškolky*. Vedle všeobecně známých pozitivních vlivů zeleného hnojení na půdy (potenciální omezení větrné i vodní eroze, přerušování monokulturních pěstebních cyklů, doprovodné fyto-sanitární účinky, dodávání čerstvé organické hmoty do půdy, podpora mikrobiálního života v půdě atd.) má pro organizaci prací a hospodaření v lesních školkách velký význam také možnost získání časového prostoru pro přípravu půdy pro následný cyklus pěstování SMLD, včetně možnosti eliminace plevelných druhů rostlin (obecně je možnost ochrany lesních druhů dřevin proti plevelům pomocí herbicidů mnohem omezenější než v případě klasických zemědělských plodin). Role ZH je proto v nynější praxi u *Lesoškolek* doslova nezastupitelná. Podrobné metodické pokyny pro pěstování kultur ZH v soudobých poměrech přinesla v loňském roce již certifikovaná metodika (NÁROVCOVÁ, NÁROVEC a NĚMEC et al. 2021*), publikovaná v edici *Lesnický průvodce* jako plánovaný aplikační výstup projektu TH04030346.

3.3.6.2 Užití kompostů

Komposty v lesním školkařství hrají nezastupitelnou roli již s ohledem na příležitost racionálního využití širokého spektra organických zbytků z výroby SMLD, které bývají k dispozici. Vzory a inspiraci pro následné (recyklační) zpracování těchto zbytků kompostováním do podoby žádaného organického hnojiva lze hledat například v některých tuzemských zahradnických provozech (VANĚK et al. 2012, s. 359–371; VALTERA 2012a), ale také v zahraničních školkách či například také v sektorové literatuře (VAVŘÍČEK a KUČERA 2017). Technologické postupy pro kompostování a široký okruh otázek kolem využití kompostů představuje tematiku natolik komplexní, že s jejich prvotní analýzou provozní lesní školkaře odkazujeme kupř. na publikaci *Příručka pro kompostování*, kterou v loňském roce vydala Zemědělská a ekologická regionální agentura v Náměšti nad Oslavou (orig. ZERA 2021), resp. na četné interní informační materiály, které bývají managementem profesního spolku Sdružení lesních školkařů ČR (SLŠ ČR) distribuovány jeho členům.

Z praxe v *Lesoškolkách* lze v rámci této publikace zdůraznit hlavně tu skutečnost, že základem kvalitního kompostu vždy zůstává správná skladba výchozích surovin (především dostatek organického materiálu), dobrá homogenizace surovin a zajištění dobrých podmínek pro jejich mikrobiální rozklad. Užívá se obvykle jednorázová dávka zralého kompostu na produkční pole na úrovni cca 20 t/ha. Tato dávka by měla obsahovat podíl >30 % organických (spalitelných) látek, kterých technické normy vyžadují nejméně 25 %, a generovat alespoň (při podílu 5 % C_{ox}) dodání 1 tuny oxidovatelného uhlíku (OL) na 1 ha. Použitím kvalitních lokálních kompostů je v *Lesoškolkách* do půdy dodáváno nemalé množství organických látek a živin, které již prošly rozkladnými procesy (vč. mineralizace), přeměnou a tzv. *zráním* (syntézou humusových látek). Organická hmota zralých kompostů je transformována na sekundární humusové látky a je stabilizovaná (navázána) na minerální koloidní půdní frakci.

3.3.6.3 Hnojení slámou

Častou náhradou za nedostatkovou statkovou hnojiva z živočišné výroby bývá u nás také sláma, která je univerzálním zdrojem organických látek. Efektivnost organického hnojení slámou ovlivňuje úroveň rozdrčení a rozprostření slámy po pozemku, kvalita jejího zapravení orbou, povětrnostní podmínky daného stanoviště, ale také např. realizace doplňkového hnojení dusíkem (k podpoře rozkladu slámy v půdě)¹², nebo agrotechnická opatření na podporu vlhkostních poměrů v půdě atd. Opti-

¹² Na podporu rozkladu se doporučuje aplikovat 4–5 kg č. ž. N na 1 tunu slámy (MÜHLBACHOVÁ et al. 2021). Výhodou jsou hnojiva v tekuté formě (ve vodném roztoku), čímž se dodaná sláma zároveň i ovlhčí. Jako nejvhodnější bývají uváděna hnojiva s dusíkem v amonné a amidové formě (močovina, síran amonný atd.); hnojiva s ledkovým dusíkem jsou pro tyto účely považována za méně vhodná. Na půdách s nízkým obsahem P v půdě je doporučován rovněž přídavek fosforečných hnojiv; např. hnojivo Amofos (VANĚK et al. 2012).



Obr. 3: Aplikace horninových mouček v lesní školce společnosti Lesoškolky s. r. o.



Obr. 4: Kvetoucí kultura zeleného hnojení (svazanka vrtičolistá) ve fázi před zaoráním

mální jednorázová dávka slámy na jeden hektar školkařských polí je cca 7 t. Tato dávka by měla obsahovat přes 85 % organických (spalitelných) látek a okolo 0,6 tuny humusových látek. Aktuální cena slámy se pohybuje okolo 1500,- Kč/t a *Lesoškolky* ji nakupují od lokálních dodavatelů.

3.3.6.4 Aplikace organických hnojiv

Organická hnojiva (komposty, hnoje či sláma) jsou běžně aplikována rozmetadly organických a statkových hnojiv. Pokud těmito stroji školkařské subjekty nedisponují, je možné rozhoz organických hnojiv zajistit rovněž formou externí služby od subjektů, které se touto činností zabývají. Účtovaná cena této služby donedávna ještě bývala okolo 50,- Kč/tunu hnojiva¹³.

Optimální doba pro aplikace organických hnojiv nastává vždy po každém cyklu pěstování PSM (tj. po vyzvednutí a expedici SMLD z plochy), tzn. obvykle po 2–5 letech. Nejlépe se ovšem organická hnojiva aplikují také v mezidobí, kdy se na ploše pěstují kultury ZH a plocha je v soustavách hospodaření vyčleněna výhradně pro regeneraci své fertility.

3.4 Operativní hnojení školkařských výpěstků dusíkem za vegetace

Prvořadý význam operativního hnojení v lesních školkách spočívá v zajištění N-výživy pěstovaným juvenilním dřevinám v průběhu pěstebního cyklu. Ostatními základními živinami¹⁴ (P, K, Ca, Mg, S) lze půdu (před)zásobit prostřednictvím základního hnojení půdy ještě před započítím pěstebního cyklu, a tak někde mohou tyto živiny v plánech operativního přihnojování PSM ustupovat do pozadí. Na půdách již dostatečně dosycených minerálními živinami se proto lze setkávat s projektováním přihnojování PSM ve školkách výhradně jen jednosložkovými N-hnojivy. Při zásadním nedostatku některého ze základních minerálních prvků se poté upřednostňují vhodné typy vícesložkových minerálních hnojiv s obsahem N, kterými lze nedostatkový prvek většinou snadno doplnit. Další z možností, která nachází v některých školkařských provozech v ČR dominantní rozšíření, je prvoplánové

¹³ Inflační nárůst cen (vč. cen pohonných hmot) z roku 2022 brzy zvýší cenu této služby cca na dvojnásobek.

¹⁴ Základními minerálními živinami se rozumí N, P, K, Ca a Mg (ex BAIER a BAIEROVÁ 1985). Někdo sem řadí i S.

využívání kombinovaných typů NPK-hnojiv pro operativní přihnojování PSM. Lze tak reagovat rovněž na úbytek jednotlivých živin během produkce školkařských výpěstků (regulovat odčerpání prvků rostlinami) a kompenzovat jej.

Operativní přihnojování PSM v *Lesošolkách* bývá prováděno výhradně granulovanými průmyslovými (minerálními) hnojivy. Důvodem je jednoduchost aplikace těchto hnojiv a rovněž jejich široká dostupnost. Dalšími možnostmi operativního přihnojení mohou být opatření, jako je hnojivá zálivka prostřednictvím závlahového zařízení nebo mimokořenová (tzv. listová) výživa. Obojí tyto možnosti jsou dnes v ČR široce využívány při pěstování krytokořenného SMLD. Vyžadují znalosti postupu „jak na to“ (*know-how*), kladou nemalé vědomostní i empirické nároky na obsluhu a nezbytným předpokladem jejich praktického užití je i dostupnost technologického vybavení pro kontrolované řízení výživy SMLD.

3.4.1 Operativní dávky při přihnojování PSM dusíkem

Praktickým úkolem pro technicko-hospodářské pracovníky školkařských středisek v *Lesošolkách* je, aby v rámci přípravy plánů operativního hnojení pro zájmové pozemky správně odhadli (stanovili) celkovou dávku aplikovaného (potřebného) dusíku, určili přiměřeně vhodnou dobu k aplikaci hnojiv a aby pro daný účel zvolili vhodný druh hnojiva.

Stanovení celkové dávky N-hnojení pro potřeby přihnojení školkařských výpěstků minerálními hnojivy u společnosti LESOŠOLKY s. r. o. Řečany nad Labem:

Celková dávka operativního hnojení školkařských výpěstků minerálními dusíkatými hnojivy je ovlivňována řadou faktorů. Mezi ty nejdůležitější faktory, které je nutné brát do úvahy při určování celkové potřeby operativního N-hnojení, jsou tato hlediska a východiska:

- požadovaný cílový stav pěstované produkce školkařských výpěstků (při požadovaných vyšších výškových třídách a vyšším věkem sadby se zvyšuje objem biomasy, tím by měla být přihnojovací dávka úměrně navýšena),
- počet jedinců na hektar (se zvyšujícím se počtem jedinců na ha by měla být přihnojovací dávka úměrně navýšena),
- dodaná organická hnojiva a pěstované zelené hnojení v předcházejících obdobích (dle objemu organického hnojení by měla být dávka operativního přihnojení dusíkem přiměřeně snížena),
- druh pěstované dřeviny (jednotlivé dřeviny mají rozdílné nároky na příjem živin).

Tab. 3-5: Obvyklé dávky operativního hnojení prostokořenných výpěstků lesních dřevin dusíkem u společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem

Dřevina	Cílový věk dřeviny	Věk dřeviny na začátku vegetační doby	Rozpětí přihnojovací dávky N (kg/ha/rok)
DB	0,5 - 0,5	0	80 - 120
DB	1 - 1	0	30 - 50
		1	40 - 60
DBZ, BK, LP	0,5 - 0,5	0	80 - 120
	1 - 1	0	40 - 60
		1	60 - 90
KL, JV, TR, OL, JL	0,5 - 0,5	0	90 - 120
KL, JV, TR, OL, JL	1 - 1	0	20 - 40
KL, JV, TR, OL, JL		1	40 - 60
KL, JV, TR, OL, JL	1 + 1	1 + 0	60 - 90
BO	1 - 1	0	30 - 50
		1	60 - 90
SM	1 (2) + 2	1(2) + 0	40 - 60
		1(2) + 1	90 - 120
JD	2 + 3	2 + 0	30 - 50
		2 + 1	60 - 90
		2 + 2	60 - 90
MD	1 + 1	1 + 0	90 - 120
DG	1 + 2	1 + 0	20 - 40
		1 + 1	60 - 90

Běžně užívané (obvyklé) roční dávky operativního hnojení dusíkem u vybraných typů prostokořenných školkařských výpěstků různého stáří a způsobu pěstování jsou uvedeny v tabulce 3-5. Uváděnou celkovou dávku operativního N-hnojení je nutné rozdělit do několika dílčích dávek, a to s ohledem na cílovou potřebu konkrétní produkce školkařských výpěstků, jakož i s ohledem na vývoj ekologických faktorů prostředí (důležitých pro příjem živin), na proměnlivé termíny prolonační fáze růstu stonků a kořenů PSM, stejně jako se zřetelem např. na půdní druh, na podmínky pro vyplavování dusičnanů do spodních vod, předpoklady pro vytěkání amonných forem dusíku do atmosféry atd. Všechny tyto okolnosti zásadním způsobem určují také výběr optimálního dusíkatého hnojiva. Na lehkých písčitých

půdách je vhodné celkovou dodávanou dávkou hnojiva rozdělit do 3 až 4 dělených aplikací. Na středních a těžkých půdách je možné snížit počet aplikací produkčního N-hnojení pouze na dvě. Na lehkých půdách je doporučována maximální jednorázová dávka 50 kg č. ž. N/ha, na středních a na zrnitostně těžkých subkategoriích půd je touto nejvyšší dávkou 90 kg č. ž. N/ha.

3.4.2 Termíny pro operativní přihnojení PSM dusíkem

Na rozdíl od ostatních minerálních hnojiv, jimiž lze půdu tzv. *hnojit do zásoby*, mohou být minerální dusíkatá hnojiva (zejména ta, která obsahují rychle rozpustné složky) aplikována převážně jen v obdobích, kdy pěstované semenáčky a sazenice dusíkatou výživu nejvíce potřebují, tedy zejména během iniciační, prologační a diferenciační fáze růstu dřevin. To znamená hlavně před a v průběhu hlavního vegetačního cyklu. Minerální dusík (zejména ten nitrátový) je navíc v půdách dobře pohyblivý a vždy tedy hrozí jeho nežádoucí vyplavování do půdy a vodstva, resp. následné zhoršování, např. eutrofizace vod. Všestranné zohledňování environmentálních rizik, souvisejících s používáním N-hnojiv na obhospodařovaných polích, je nutným projevem naší odpovědnosti ke stavu životního prostředí.

Při určování termínů aplikací jednotlivých dávek operativního přihnojení dusíkem musí být ve školkách brán ohled na druh pěstované dřeviny, na termíny jejich výsevů či školkování a také na aktuální vnější ekologické (např. meteorologické) poměry na stanovišti lesní školky. Obecně je v kalendářním roce ve školkách doporučováno intenzivně dusíkem PSM hnojit nejpozději do konce července. Souvisí to s obavou, aby hnojením podpořená stimulace aktivit meristematických pletiv vč. iniciace prologačního přírůstu stonků, vytvořených v probíhající vegetační sezoně, neoddálila lignifikaci dřevních elementů a inkrustaci stonkových pletiv výpěstků PSM. Až na výjimky může růst nadzemních částí rostlin v druhé polovině léta směřovat k nedostatečnému (slang.) *vyzrání* letošních letorostů a návazně v podzimním a v zimním období k jejich snížené odolnosti vůči účinkům chladu a mrazových teplot.

V podmínkách provozoven společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. lze na podkladě dlouhodobých provozních zkušeností doporučit, aby první (též *regenerační*) jarní přihnojení PSM dusíkem ve vegetační době bylo na produkčních plochách s produkcí, rozpěstovanou v předcházející vegetační sezoně (např. jednoleté sije listnáčů z loňského roku nebo tehdy zaškolované výpěstky), realizováno přibližně 3 až 4 týdny před předpokládaným rozvojem (narašením) pupenů daných dřevin. V případě aktuálně zaškolovaných semenáčků by první dusíkaté přihnojení mělo být realizováno až cca 4 týdny po fázi zaškolování. V půdách venkovních produkčních ploch bývá na jaře zpravidla vždy dostatek dostupného minerálního dusíku pro zajištění autotrofní výživy mladých klíčících dřevin. Uspěchané dodávání dusíkaté

výživy v takovém případě často směřuje k tzv. luxuriantnímu (nad)užívání dusíku rostlinami. U jarních sítí nebo jarního školkování PSM se tento nadbytek dusíku může negativně projevit např. v podobě rozvoje houbových onemocnění (např. *padání* semenáčků), ve zvýšeném fyziologickém poškození SMLD či dokonce odumíráním rostlin.

Provozní doporučení pro diferencované užití N-hnojiv v *Lesošolkách*:

Diferenciace dávek N-hnojiv během vegetace a jejich **rozdílné podílové rozložení v rámci kalendářního období**, resp. v rámci víceletého pěstebního cyklu jednotlivých dřevin a odlišných typů PSM má v *Lesošolkách* různé proporce. Ty jsou ovšem založeny na dlouhodobém pozorování, na empirických poznatcích místních školkařů a jsou do jisté míry určovány také obvyklým průběhem meteorologických faktorů během roku na jednotlivých ŠS (např. nadmořská výška jednotlivých ŠS kolísá nejvíce od 170 do 300 m n. m.; zvláštní postavení v tomto ohledu v rámci *Lesošolek* zaujímá ŠS Františkovy Lázně s nadmořskou výškou jednotlivých produkčních ploch v rozmezí od 450 do 750 m). Z uvedeného je zřejmé, že následující empirická doporučení mohou mít jen omezenou přenositelnost do odlišných klimatických poměrů:

Borovice lesní – u této dřeviny je nutné rozlišit rok pěstování. V prvním roce pěstování by měly být 2/3 celkové potřeby dusíku dodány v červnu a červenci. V druhém roce pěstování by měly být 2/3 celkové potřeby dusíku dodány v dubnu a květnu.

Smrk ztepilý – vykazuje zpravidla 2 přírůsty během vegetační doby. Jarní přírůst stonků by měl být v měsíci dubnu podpořen přihnojením ve výši 1/3 celkové dávky dusíku; zbývající 2/3 celkové dávky N by měly být aplikovány v červnu a červenci.

Jedle bělokorá – vykazuje během vegetace pouze 1 přírůst. Velikost tohoto přírůstu je ovlivňována objemem zásobních látek a minerálních živin v pletivech. Přihnojení by mělo být rozděleno do 3 dávek. Jednu třetinu celkové dávky dusíku je vhodné aplikovat na začátku vegetace (duben), druhou třetinu na přelomu května a června a poslední třetinu na přelomu srpna a září (tzv. *kvalitativní hnojení*), a to z důvodu zajištění dobré zásoby všech základních minerálních živin pro jarní přírůst.

Modřín opadavý – vykazuje největší délkový přírůst nadzemní části v červenci a srpnu, a proto by měly být až 2/3 celkové doporučené dávky N aplikovány v tomto období.

Listnaté dřeviny – zpravidla vykazují během vegetační doby 2 přírůsty. První polovina celkové potřeby by měla být aplikována v dubnu a květnu, druhá v červnu a červenci.

3.4.3 Poznámky k výběru N-hnojiv pro operativní hnojení

Správná volba druhu dusíkatého hnojiva má významný vliv na efektivní využití dusíku rostlinami a na omezení možného negativního působení dodávaných hnojiv na pěstované rostliny či na složky obhospodařovaného ekosystému.

Příklady méně vhodných druhů dusíkatých hnojiv (pro aplikace v lesních školkách s PSM):

Ledek vápenatý (LV) – hnojivo s dusičnanovou formou dusíku (tj. NO_3^-), tedy aniontu kyseliny dusičné. LV obsahuje nejméně 15 % N; je hygroskopický, na vzduchu rychle vlhne a roztéká se (je tedy obtížně skladovatelný). Rychle a vydatně se rozpouští i v nepatrných množstvích vody. Znamená to, že je i v půdě velmi labilní (pohyblivý), resp. podléhá snadné migraci do spodiny (tzv. eluce, vyluhování). Pro rostliny je ovšem rychle přijatelný; na půdní reakci působí fyziologicky zásaditě. Příznivě proto působí na kyselejších půdách. Při aplikaci plošným rozhozem na kulturu pomocí rotačních rozmetadel hrozí po kontaktu hnojiva s rostlinou dehydratace (slang. „popálení“) pletiv nadzemních částí rostlin. Hnojivo je však velmi vhodné pro mimokořenovou výživu.

Močovina (MO) – je amid kyseliny uhličitě (karbamid), mezinárodně se označuje jako „urea“. Obsahuje 46 % N. Ve vodě je MO snadno rozpustná, tedy i v půdě relativně dobře pohyblivá; má na půdu mírně okyselující účinky. Pokud není zapravena do půdy, tak dochází k velkým ztrátám N v podobě plynného amoniaku (NH_3) jeho tzv. *vytěkáním* (způsobeným rozkladem uhličitanu amonného na vzduchu). Močovinu lze ale doporučit pro hnojivou zálivku či mimokořenovou výživu rostlin. S ohledem na vysokou koncentraci N v hnojivu je močovina produktem, který může přinášet ekonomickou úsporu nákladů na aplikace.

Příklady preferovaných druhů dusíkatých hnojiv (pro aplikace v lesních školkách s PSM):

Ledek amonný s vápencem (LAV) – univerzální dusíkaté hnojivo (NH_4NO_3), které obsahuje 27 % N (jde o granulovanou směs ledku amonného s tzv. plnidlem, které představují vápence, popř. i dolomity). Má jak složku amoniakální, tak i rychleji působící dusík v nitrátové vazbě. Fyziologicky působí LAV mírně kyselé. Jeho užití ve školkách je univerzální; je preferován do širokého spektra obhospodařovaných půd, dřevin i pěstebních situací.

Speciální prášková či granulovaná pozvolna působící N-hnojiva, jejichž surovinová skladba, technologie výroby či doplňkové složení zajišťuje specifické uvolňování živin.

3.4.4 Meziřádkové aplikace hnojiv a aplikační technika

Ve ŠS společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. jsou pro účely přihnojení PSM průmyslovými hnojivy používány dva hlavní typy aplikační techniky. Prvním jsou běžná (primárně pro agrární sektor vyvíjená) **nesená rozmetadla průmyslových hnojiv**, která zajišťují rovnoměrný rozhoz granulovaných hnojiv po ploše. Na trhu je dostupná široká škála typů těchto rozmetadel od různých výrobců. Zpravidla disponují objemem ložné plochy pro hnojiva v rozmezí od 200 do 2000 l (zásobníky 0,2 až 2,0 m³). Rozmetací ústrojí bývá poháněné od vývodového hřídele traktoru, ale také hydraulicky či elektricky. Aplikační dávka a šíře rozhozu je zajišťována a regulována např. rychlostí pojezdu traktoru, změnou otáček rozmetacích kotoučů a mírou otevření výpadů. Druhým typem aplikační techniky, který nachází využití v lesních



Obr. 5: Meziřádkové operativní přihnojování prostokořenných (zaškolovaných) smrkových sazenic granulovanými průmyslovými hnojivy za vegetace v lesních školkách společnosti Lesoškolky s. r. o. (zdroj: © Přemysl Němec)

školkách záhonového uspořádání s produkcí PSM, jsou **meziřádkové přihnojevače**, které aplikují granulovaná hnojiva přímo mezi řádky pěstovaných rostlin, tzv. (slang.) „*k patě stromku*“. Bývají nesené na předním nebo zadním tříbodovém hydraulickém závěsu traktoru a aplikační dávka bývá zajišťována prostřednictvím pohonu pomocného kola nebo také elektricky.

Výhodami meziřádkových aplikátorů průmyslových hnojiv proti plošným (zemědělským) rozmetadlům jsou: (#1) nižší spotřeba hnojiv (nedochází k hnojení souvratí, závlahových pásů a částí produkční plochy, které hnojit nechceme nebo nepotřebujeme), (#2) hnojivo je aplikováno na povrch půdy pod porost (nedochází k zachycování hnojiv na asimilační ploše PSM), (#3) rovnoměrnější aplikační dávka. Naopak nevýhodou meziřádkových aplikátorů granulovaných hnojiv bývá (#1) vyšší časová náročnost a spotřeba pohonných hmot u tažného prostředku (hnojivo je aplikováno po jednotlivých záhonech, tím je zvýšen počet průjezdů), (#2) nižší objem zásobníku (zpravidla mívají objem zásobníku jen do 400 l) – viz Obr. 5.

3.5 Kvantifikace množství živin vázaných v produkci PSM

Výpočty potřeby minerálních živin ke krytí požadavků dřevin pěstovaných ve školkách se odvíjejí od předpokládané (resp. skutečné, tj. verifikované) produkce biomasy (v kg sušiny dané produkce/ha/rok) a od obsahu daného prvku ve vytvořené biomase (v %) podle vztahu:

$$POH = BP \times (OP/100) \times RK \quad (\text{v kg} \cdot \text{ha}^{-1}), \text{ kde}$$

POH je potřeba operativního hnojení (v kg č. ž./ha), *BP* je vytvořená biomasa rostlinné produkce (v kg/ha), *OP* je relativní podíl daného prvku v rostlinné biomase (v %) a *RK* je redukční koeficient, jímž se *POH* upravuje podle místní situace (stavu půdy) a cílů hnojení.

Uplatnění výše uvedeného (a svým pojetím i relativně jednoduchého) výpočtu nicméně v podmínkách tuzemského lesního školkařství naráží na řadu zcela zásadních (a obtížně překonatelných) překážek. Výpočet napodobuje postupy, které se osvědčily v agrochemii při kvantifikaci odběrů živin jednoletými bylinami. Tedy vyhovuje případům, kdy stanovení potřebných dávek živin (*POH*) je odvozeno z odběrů živin danou plodinou, resp. kdy odběr reprezentuje ta množství živiny, která jsou obsažena ve sklizených zemědělských produktech. Zemědělská rostlinná výroba pro zjednodušení těchto výpočtů používá **tzv. normativy odběru**, které

uvádějí odběr daného prvku (živiny) na hmotnostní množství sklizeného hlavního produktu (např. na 1 tunu vyprodukovaného zrna) a odpovídajícího množství vedlejšího rostlinného produktu (např. slámy atd.). Lesní školkařství ovšem normalizované odběrové normativy pro produkci PSM víceletých lesních dřevin stanoveny nemá. Chce-li školkařský provoz tuto disproporci překlenout, nutně musí do svých provozních výpočetních postupů, hnojařských kalkulací a živinových bilancí zahrnout i zjišťování množství vyprodukované biomasy (sušiny) u jednotlivých druhů lesnický využívaných dřevin a rovněž u jednotlivých typů (technologií, resp. stárí) produkovaných výpěstků PSM.

3.5.1 Zjišťování biomasy vybraných typů PSM v lesních školkách

Kvantifikace biomasy typových (modelových) produkcí PSM, realizovaná v rámci projektu TH04030346 na produkčních polích *Lesoškolek* (Tab. 3.6), zahrnovala jednak vybrané finální školkařské výpěstky (tj. plně dopěstovaný sadební materiál určený k obnově lesních porostů), ale také bylo nutné pro určení odběrů živin v jed-



Obr. 6: Odběry výpěstků lesních dřevin z pěstebních záhonů

notlivých etapách víceletého pěstování opakovanými analýzami specifikovat dílčí přírůstky biomasy, vytvořené v jednotlivých letech (tj. do souborů biometrických analýz byly zahrnuty i fázově pěstované semenáčky určené pro školkování a přesazování). Spektrum biometrických analýz zahrnovalo semenáčky buku lesního (BK), dubu letního (DB), dubu zimního (DBZ) a borovice lesní (BO), a to při použití technologií pěstování typového pěstebního vzorce 1+0 (prostokořenné semenáčky) či 1-1 (prostokořenné podřezávané sazenice), dále školkované sazenice smrku ztepilého (SM) pěstebního vzorce 1(2)+1, 1(2)+2, popř. 1,5+1,5. Metodu odběrů rostlin¹⁵ přibližuje Obr. 6.

Tab. 3-6: Průměrné hodnoty produkce biomasy (sušiny) u dílčích fragmentů SMLD

Dřevina	Pěstební vzorec	Sušina organické hmoty u SMLD (t/ha)			
		List	Kmíněk ⁺	Kořen	Celkem
BK	1+0	1,24	1,85	2,69	5,93
	1-1	1,27	5,63	5,45	12,35
DB	1+0	0,75	1,42	3,79	5,96
	1-1	0,94	3,80	5,37	10,1
DBZ	1+0	0,86	0,51	1,20	2,58
	1-1(-1)	1,99	3,31	4,35	9,65
BO	1+0	0,61	0,25	0,28	1,14
	1-1	4,81	2,14	1,07	8,03
SM	1(2)+1	0,91	0,54	0,32	1,76
	1(2)+2	4,87	4,04	1,77	10,82
	1,5+0,5	0,96	0,50	0,49	1,9
	1,5+1,5(2,5)	6,42	5,06	2,27	13,75

Pozn. +: Kmínkem se v této metodice označuje zdřevnatělý stonk studovaných dřevin.

¹⁵ Z každé pěstební plochy či jejího dílu byly odebrány 3 individuální vzorky PSM. Dílčí vzorky byly vzaty z úseku záhonu o délce 0,5 m, popř. 1,0 m. Odběry PSM se uskutečnily na podzim po ukončení vegetační sezony. Sumarizované výsledky zohlednily opakování v rámci let (ročníků) i opakování v rámci pěstebních ploch dílčích středisek společnosti *Lesoškolky*. Celkově analýzy biomasy kumulovaly data z 25 tis. ks výpěstků lesních dřevin.

3.5.2 Modelové množství živin N, P, K, Ca a Mg vázaných v PSM

V rámci hnojařských kalkulací u provozních jednotek školkařského podniku *Lesoskolky* se osvědčilo užití dat, která kumuluje Tab. 3-7. Vycházejí z podkladových studií (kvantifikace množství vyprodukované biomasy PSM) a z realizací anorganických rozborů (stanovení koncentrací prvků v rostlinách) u vybraných (dílčích) typů SMLD. Na zvoleném přístupu technicko-hospodářských pracovníků (THP) školkařských středisek poté záleží, jak dalece individuálně vyhodnotí otázku, která část těchto odebraných živin bude v konkrétních školkách kompenzována operativním hnojením za vegetace, resp. naopak jaký podíl těchto živin bude u pěstovaného PSM mít produkce k dispozici ze základního hnojení půd organickými nebo minerálními hnojivy. **Individuální přístupy** THP se projevují četnými výpočetními korekcemi, při kterých se (snižováním, ale i zvyšováním vypočtených dávek *POH*, tedy obousměrně) výpočty upravují. Týkají se především dusíkatého hnojení. Vyšší potřeba N se předpokládá při případné imobilizaci N v půdě. Naopak na pozemcích po organickém hnojení hnojem se 1. rokem odečítá cca 1,0–1,4 kg č. ž. N na každou tunu aplikovaného hnoje (ještě 2. rokem se odečítá cca polovina tohoto množství). Při zaorávce slámy se naopak počítá se dodáním dávky dusíku cca 4–5 kg č. ž. N na 1 tunu aplikované slámy. U bobovitých předplodin (užitých na ZH) se při výpočtech 1. rokem odečítá až 50 kg č. ž. N na 1 ha a 2. rokem až 30 kg N/ha. Naopak **na promyvných stanovištích** s nízkou půdní biologickou činností je zapotřebí počítat se zvýšením aplikované dávky dusíku, nejvíce však o 40 kg N/ha/rok.

Tab. 3-7: Průměrné celkové množství odebraných živin, vázaných v biomase SMLD

Dřevina a pěstební vzorec	Průměrné celkové množství živin vázaných v biomase SMLD (kg/ha)				
	N	P	K	Ca	Mg
BK 1+0	88	11	37	71	14
BK 1-1	154	15	61	111	16
DB 1+0	76	9	33	44	8
DB 1-1	99	17	56	76	16
DBZ 1+0	126	9	67	84	11
DBZ 1-1(-1)	142	24	71	122	16
BO 1+0	22	2	8	4	1
BO 1-1	108	11	48	31	8
SM 1(2)+1	22	2	9	12	3
SM 1(2)+2	114	13	59	51	12

4 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Nyní byla oproti 1. etapě výzkumu (NÁROVCOVÁ et al. 2016*) upravena některá východiska pro praktické rozhodování THP školek o režimech doplňování P, K a Mg do půd základním hnojením (viz podkap. 3.3.1). Jako pozitivní stránku předkládané metodiky lze označit i praxi (půdními analýzami) verifikované návrhy pro úpravu půdní reakce produkčních polí ve školkách vápněním (kap. 3.3.2), kde se jako plně aplikovatelný postup osvědčilo vyměřování dávek Ca-hnojiv podle instrukcí pro agrochemické zkoušení zemědělských půd (SMATANOVÁ 2020). V souvislosti s dodáváním bazicky působících melioračních materiálů typu bazických silikátových horninových mouček je vhodné poukázat též na aplikační zkoušky, které se uskutečnily ve ŠS Kladruby nad Labem (viz HREUS et al. 2022*) s novinkou na trhu – s pomocnou půdní látkou s označením Brozit (viz též HREUS a NÁROVEC 2021*), pro provozní užití již platně registrovanou v Registru hnojiv vedeném ÚKZÚZ. Ukázalo se přitom, že tento meliorační materiál (jehož základem jsou amfibolito-vé prachy z lomu Mírošov na Vysočině) působí na výměnnou půdní reakci i při relativně vysokých melioračních dávkách (např. 30 tun meliorantu na 1 ha) velmi konzervativně (tj. výměnné pH pronikavě nemění), takže by se mohl stát vyhledávanou alternativou péče o půdy lesních školek. Inovací (záměrem) by v tomto případě bylo, že by se pomocí tohoto produktu doplňoval minerální podíl půdy, který se z produkčních školkařských polí ztrácí transportem půdních částic, ulpělých na kořenech PSM po vyzvednutí z půdy, během expedice SMLD na zalesňované pozemky (bývají to i nižší desítky tun půdy z 1 ha produkčních pozemků).

Je možné, že někteří čtenáři ocení soupis opatření, která se vztahují k reálné praxi u *Lesoš školek* při zvyšování podílu organické hmoty v půdách školkařských polí (blíže podkap. 3.3.6). Připomínání role OL a minerálních živin vč. nutnosti jejich doplňování je základním úkolem každého odpovědného hospodářského systému, který usiluje o zajištění kontinuity půdní fertility na propůjčených pozemcích. Je prospěšné v každé etapě rozvoje LH a agrokomplexu, tedy i v té nynější. Řešitelé projektu navíc v tomto ohledu cítili již z minula (NÁROVCOVÁ et al. 2016*) vlastní (přeneseně) *dluh*, resp. nedůslednost, když poprvé svá metodická doporučení pro školkařskou praxi formulovali. Připomenutí si zaslouží také to, že od doporučení, která kompiloval a publikoval DUŠEK (1997), praktičtí lesní školkaři získávají informace z provozní praxe společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem pro volbu dávek operativního přihnojování N-dusíkatými hnojivy během vegetace (blíže podkap. 3.4.1).

Naopak některé uváděné (a do metodiky zahrnuté) informace je možné označit za výhradně jen doplňující údaje. Týkají se např. popisu vlastností dusíkatých průmyslových hnojiv (viz podkap. 3.4.3). Ale pro tento účel bývají k dispozici také četné jiné zdroje. Mohou to být dílčí příspěvky na seminářích SLŠ ČR, ale také přednášky, které odezněly na kurzech pro rozvoj kvalifikačních dovedností lesních školkařů (např. VAVŘÍČEK 2011, 2012; VALTERA 2012b atd.). Především jsou to ovšem publikované přehledy aktuální produktové nabídky a služeb dodavatelů a výrobců průmyslových hnojiv (tj. obchodní katalogy a firemní literatura).

Co lze u popisu „novostí postupů“ předkládané metodiky také zdůraznit, je úsilí autorů přispět k environmentálně únosným způsobům perspektivního a racionálního hospodaření na půdách školek. Projevuje se to např. tím, že porovnáme-li nyní doporučované dávky základního hnojení půd minerálními živinami P, K a Mg se vzory z předchozího období (např. s uceleným konceptem péče o úrodnost půd v lesních školkách, který praxi předložil VAVŘÍČEK 2011, s. 60), zjistíme, že nyní jsou v metodice některé dávky živin radikálně sníženy¹⁶. Redukci až na jednu čtvrtinu výchozího stavu lze zaznamenat zejména u základních dávek fosforečných hnojiv (důvodem jsou časté vysoké zásoby tohoto prvku v půdách mnoha provozů tuzemského školkařství, způsobené např. dlouhodobým používáním vícesložkových hnojiv s nadbytečným množstvím P-složky), ale také u doplňování K a Mg, kde nově je dosycovací hořečnaté a draselné hnojení snadno vyluhovatelnými průmyslovými hnojivy (solemi se síranovou vazbou) podmíněno řadou doprovodných pedologických ukazatelů a stavů (tzn. dostatečnými sorpčními předpoklady půdy, dostatečnou hladinou OL v ornicích, vhodnými poměry obou prvků ve výměnném sorpčním komplexu a přiměřenou hodnotou výměnné půdní reakce).

¹⁶ Snížení dávek hnojení ale není vždy dokladem jen racionálních přístupů, jak uvádějí například VANEK et al. (2012, s. 5-6): „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.“

5. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika je určena pro vlastníky a správce lesních majetků, pro jejich odborné lesní hospodáře a pěstitele sadebního materiálu lesních dřevin, pro provozovatele pedologických laboratoří a obecně pro okruh uživatelů výsledků pedologických šetření na pozemcích lesních školek. Přímé využití (uplatnění a zavedení do praxe) navrhovaných zásad pro diagnostiku a hnojení půd a produkce SMLD v lesních školkách se očekává u obchodní společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem. Doporučené postupy pro stabilizaci vybraných ukazatelů půdní úrodnosti v lesních školkách a navazující návrhy pro využití analytických postupů *agrochemického zkoušení zemědělských půd* (SMATANOVÁ 2020) ovšem mohou nacházet širší uplatnění také v dalších školkařských provozech v rámci všech regionů ČR.

Elektronická verze předkládané práce (certifikované metodiky) bude nejširší veřejnosti k dispozici na webových stránkách a prezentacích výzkumného ústavu (www.vulhmop.cz) a spoleřešitelského pracoviště (www.lesoskolky.cz).

6 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Pokud bychom připustili, že předkládané návrhy a metodická doporučení naleznou reálné uplatnění přibližně na 500 až 1000 ha školkařských produkčních ploch a že informace o stavu vybraných vlastností obhospodařovaných školkařských polí a úrovni výživy pěstovaných juvenilních dřevin povede k objektivizaci (snížení) dávek průmyslových hnojiv a tím i k úspoře pořizovacích nákladů na tato hnojiva v průměrné výši kolem 15 až 20 tisíc Kč/ha, pak ekonomický přínos takových aktivit (v důsledku optimalizací dávek základního hnojení půd a operativního hnojení rostlin průmyslovými hnojivy) lze u tuzemských pěstitelů SMLD odhadovat v řádu jednotek až nižších desítek milionů korun ročně.

7 LITERATURA

Citace bibliografických pramenů, jejichž autory jsou členové řešitelského kolektivu a které rovněž náležejí do seznamu použité související literatury, jsou v textu předkládané metodiky indexované hvězdičkou* a uvádí je samostatný přehled v kapitole 7.2 – *Seznam publikací, které předcházely metodice*.

7.1 Seznam 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., BAIEROVÁ V. 1985. *Abeceda výživy rostlin a hnojení*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 360 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.

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.

- 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. 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. 1997. *Lesní školkařství – základní údaje*. 1. vydání. Písek, Matice lesnická: 139 s.
- FOLTÁNEK V. 2009. Lesní školkařství a podnikání. In: Foltánek V. (ed): *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v r. 2009*. Sborník referátů. Měříň [Jablonna nad Vltavou], 23. a 24. listopadu 2009. Brno, Tribun EU: 13–19.
- FOLTÁNEK V. 2011. Lesní školkařství jako odborná lesnická činnost a předmět podnikání. In: John J. & Foltánek V. (eds.): *Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v r. 2011*. Sborník referátů. Lísek u Bystřice nad Pernštejnem, 24. a 25. listopadu 2011. Brno, Tribun EU: 73–78.
- FOLTÁNEK V. 2016. *Lesní školkařství v České republice – od historie k současnosti*. 1. vydání. Praha, Národní zemědělské muzeum: 155 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.
- KANTOR J., POSPÍŠIL J., CHROUST M., SVATOŠ F., VOLNÁ M. 1965. *Zakládání lesů*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 486 s.
- 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.
- LORENC F., NOVOTNÝ R. 2020. Vliv živin v půdě na úspěšnost umělé inokulace ektomykorhizními houbami u sazenic dubu letního (*Quercus robur* L.). *Zprávy lesnického výzkumu*, 65 (1): 50–56.
- MACKŮ J. 1981. *Vzor projektové dokumentace přihnojování a meliorace při obnově lesních porostů*. Návrh. [Závěrečná zpráva]. Brno, Státní lesy – Podnik technického rozvoje: 38 s.

- 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., 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.
- MÜHLBACHOVÁ G., RŮŽEK P., KUSÁ H., VAVERA R., KÁŠ M., WATZLOVÁ E. 2021. Přínosy a rizika aplikace dusíkatých hnojiv na podporu rozkladu slámy. Metodika pro praxi. 1. vydání. Praha-Ruzyně, Výzkumný ústav rostlinné výroby: 28 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 2022. *Strategický plán Společné zemědělské politiky 2023–2027. Environmentální opatření od roku 2023*. 1. vydání. Praha, Ministerstvo zemědělství České republiky: 16 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].
- 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 P. 2015. *Kvantifikace udržitelnosti půdní úrodnosti pomocí metod termodynamické a informační teorie*. [Studie]. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 54 s.
- NOVOTNÝ R., VALENTA J., FADRHOŇSOVÁ V. 2020. *Použití nově vyvinutých hnojiv v lesních porostech*. Certifikovaná metodika. 1. vydání. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 49 s. – Lesnický průvodce 4/2020. (Výstup za TH02030785)
- 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.

- 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.
- 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.
- SMATANOVÁ M. 2016. *Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice v období 2017 až 2022*. [Metodický pokyn č. 9/SZV; Č j.: 9/SZV/3vyd]. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 26 s.
- 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.
- SMATANOVÁ M. 2022. *Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd za období 2016–2021*. [Č. j.: UKZUZ 145096/2022]. 1. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, Sekce zemědělských vstupů: 216 s. – ISBN 978-80-7401-216-7.
- 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.
- ŠEFL J., ROUBÍKOVÁ I., ROŽCOVÁ V. 2021. Lesnická rekultivace po těžbě hnědého uhlí s využitím šesti druhů dřevin: případová studie. *Zprávy lesnického výzkumu*, 66 (1): 55–66.
- 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.
- TRÁVNÍK K. a kol. 2012. *Metodický návod pro hnojení plodin*. 5. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 26 s.
- VALTERA J. 2012a. Půdní substráty, komposty, zeminy, hydroponní roztoky. 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: 214–220.
- VALTERA J. 2012b. Hnojiva, stimulatory, 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.
- VÁLOVÁ I. 2022. EU končí s dobrovolností, cíle obnovy biologické rozmanitosti budou kompletní a nařízením právně závazné. In: *Ceska-justice.cz*. [on-line]. Publ. 12. 10. 2022. [cit. 2022-10-14]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.ceska-justice.cz/2022/10/eu-konci-s-dobrovolnosti-cile-obnovy-biologicke-rozmanitosti-budou-komplexni-a-narizenim-pravne-zavazne/>
- 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. Křtiny, 8. 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: 353 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.
- WITT H.-H. 1997. 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.
- ZBÍRAL J., ČIŽMÁROVÁ E., OBDRŽÁLKOVÁ E., RYCHLÝ M., VILAMOVÁ V., SRNKOVÁ J., ŽALMANOVÁ A. 2016. *Jednotné pracovní postupy ÚKZÚZ – Analýza půd I*. 4. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský: 5 s. In: *Eagri.cz* [online]. Dostupné na World Wide Web: http://eagri.cz/public/web/file/218716/Obsah_JPP_AP_I_2016.pdf [citováno 2020-10-13].
- ZERA 2021. *Průručka pro kompostování*. 1. vydání. [Náměšť nad Oslavou], ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura: 36 s.

7.2 Seznam publikací, které předcházely metodice

- DUBSKÝ M., REICH J., NÁROVCOVÁ J., ŠLEMENDA P., VALENTA J. 2022. Granulovaná směsná hnojiva pro lesní školky. *Zahradnictví*, 21 (10): 44–46. – ISSN: 1213-7596. (Výstup za TH04030217)
- 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)
- 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 Opočno]: 136 s. (Výstup za GS-LCR-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., DUBSKÝ M., NÁROVEC V., REICH J., VALENTA J. 2022. *Použití hnojiv se zeolity v lesním školkařství*. Certifikovaná metodika. 1. vydání. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice: 28 s. (Výstup za TH04030217)
- NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2014. Vývoj požadavků na půdy v lesních školkách. In: Pacovský M. (ed.): *Malé lesní školky, ano či ne?* Sborník referátů přednesených na odborném semináři středočeské regionální organizace SVOL v ČR. Jemniště, 10. 9. 2014. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: 16–23. (Výstup za TA04021467)

- NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2016. Zjišťování parametrů půdní úrodnosti v lesním školkařství České republiky. In: Sušková M. (ed.): *Lesné semenárstvo, škôľkarstvo a umelá obnova lesa 2016*. Zborník abstraktov. Liptovský Ján, 22. a 23. júna 2016. Snina, Združenie lesných škôľkarov Slovenskej republiky: s. 15. (Výstup za TA04021467)
- 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. 12-10-2021]. (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. Kultyry 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. a 15. června 2017. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 41–48. (Výstup za TA04021476)
- NÁROVCOVÁ J., NĚMEC P. 2022. Pěstování vybraných kultur zeleného hnojení v lesních školkách. In: Sušková M. (ed.): *Lesné semenárstvo, škôľkarstvo a umelá obnova lesa 2022*. Zborník príspevkov. Liptovský Ján, 29. – 30. 6. 2022. Liptovský Mikuláš-Iľanovo, Združenie lesných škôľkarov Slovenskej republiky: nestr. (Výstup za TH04030346)
- NÁROVEC V. 2016. 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. 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 přistě 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. 2022. *Kapitoly o sazenicích a půdách v lesních školkách*. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce: (in press). (Výstup za TH04030346 a MZE-RO0118)

NÁROVEC V., NÁROVCOVÁ J. 2019. Mění se požadavky na morfologickou 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 morfologické 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. Opočno, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti – Výzkumná stanice 2017. 28 s. (Výstup za TA04021467)

NĚMEC P. 2015. Současný stav lesního semenářství. In: Lenoch J. (ed.): *Quo vadis lesnictví? I. Kam kráčí lesní semenářství a školkařství?* Sborník příspěvků. Brno, 15. 10. 2015. Praha, Česká lesnická společnost: 33–40. (Výstup za TA02020335)

NĚMEC P. 2016. Problematika pěstování krytokořenných listnatých semenáčků a sazenic na vzduchovém polštáři. In: Draštík P. & Česka P. (eds.): *Semenáček nebo sazenice? Problém listnatého krytokořenného sadebního materiálu*.

Sborník příspěvků. Brandýs nad Labem, 5. 10. 2016. Praha, Česká lesnická společnost: 11–13. (Výstup za TA02020335)

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 TA02020335)

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)

8 DEDIKACE

Metodika je dílčím výstupem 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 spolufinancovala Technologická agentura České republiky. Publikace naplňuje závazek vypracovat metodiku, certifikovanou oprávněným orgánem a zaměřenou na optimalizace systémů výživy, hnojení a hospodaření na půdách lesních školek (identifikační číslo výsledku: TH04030346-V1; termín dosažení výsledku: říjen 2022).

9 CERTIFIKAČNÍ DOPLŇKY

Podíly na vzniku předkládané metodiky:

Na přípravě rukopisu a na finalizaci předkládaného výstupu projektu TH04030346 se členové řešitelského týmu s rolí spoluautorů certifikované metodiky podíleli následovně:

J. Nárovcová (45 %) – kapitoly (podkapitoly či statě): kap. 3.5 až 9 včetně seznamu zkratk

V. Nárovec (35 %) – kap. 1 až 3.3.5

P. Němec (20 %) – vložený box v kap. 3.3.2, dále kap. 3.3.6 až 9

Osvědčení o uznání metodiky s názvem „*Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek*“ vydalo Ministerstvo zemědělství České republiky dne **25. listopadu 2022** (Osvědčení č. **MZE-67234/2022-16222/M249**) v souladu s podmínkami „*Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací*“, schválené usnesením vlády ČR dne 8. února 2017 číslo 107, a její samostatné přílohy č. 4, schválené usnesením vlády ČR dne 29. listopadu 2017 č. 837. Souhlas ředitele Odboru precizního zemědělství, výzkumu a vzdělávání MZe ČR byl připojen dne 30. listopadu 2022.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

a. s.	akciová společnost
APK	agrochemická půdní kontrola
AZP	agrochemické zkoušení půd (starší označení, nyní AZZP)
AZZP	agrochemické zkoušení zemědělských půd
cf.	lat. <i>confer</i> (ve významu <i>srovnej</i>)
ČR	Česká republika
ČSN	nynější označení pro české technické normy
DZES	dobry zemědělský a environmentální stav půdy (též jako GAEC)
Ed./ (eds.	editor/sestavovatelé (např. sborníku)
et al.	lat. <i>et alii</i> , odpovídající českému „a jiní“
EU	Evropská unie
ex	lat. předložka <i>ex</i> (ve významu <i>z, ze</i>)
EZ	ekologické zemědělství
GAEC	angl. <i>Good Agricultural and Environmental Condition</i> (též jako DZES)
GKZ	globální klimatická změna
ibid.	lat. <i>ibidem</i> (ve významu <i>tamtéž</i>)
IČ	identifikační číslo
KVK	kationtová výměnná kapacita
LČR	Lesy České republiky (státní podnik)
LH	lesní hospodářství
LPIS	Veřejný registr půdy (z angl. <i>Land Parcel Identification System</i>)
LAV	ledek amonný s vápencem
LV	ledek vápenatý
MO	močovina
MZe	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí

OL	organické látky (ve významu <i>spalitelná organická půdní hmota</i>)
OSVČ	osoba samostatně výdělečně činná
PB/DPB	půdní blok/díl půdního bloku
podkap.	podkapitola
PSL	podniky státních lesů
PSM	prostokořenný sadební materiál
PUPFL	pozemky určené k plnění funkcí lesa
RMLD	reprodukční materiál lesních dřevin
SAPS	jednotná platba na plochu zemědělské půdy (<i>Single Area Payment Scheme</i>)
Sb.	Sbírka zákonů ČR
slang.	slangově (ve smyslu <i>hovorově</i>)
SLŠ ČR	Sdružení lesních školkařů ČR
SMLD	sadební materiál lesních dřevin
s. r. o.	společnost s ručením omezeným
ŠS	školkařské středisko
TAČR	Technologická agentura České republiky
TEI	technicko-ekonomické informace
THP	technicko-hospodářští pracovníci
USDA	angl. <i>United States Department of Agriculture</i>
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský
VaVaI	výzkum, vývoj a inovace
VS	výzkumná stanice
VÚLHM	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti
v. v. i.	veřejná výzkumná instituce
ZERA	zemědělská a ekologická regionální agentura
zkr.	zkratka
ZoH	zákon o hnojivech
ZPF	zemědělský půdní fond

OPTIMIZATION OF FERTILIZATION AND SOIL MANAGEMENT SYSTEMS IN FOREST TREE NURSERIES

Summary

The presented paper 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). In 2019–2022, the project was supported by the Technology Agency of the Czech Republic. The project formulates the conceptual and methodological basis for applying promising measures in the field of fertilization and soil fertility management in forest tree nurseries in the Czech Republic. It is based on the formulation of problems and the methodology of the scientific field of nutrition and fertilization of forest tree species. The methodology seeks to contribute to the application of the principles of good agronomic practices on forest nursery land oriented towards the production of bare-root juvenile woody plants. It designs its proposals and conclusions primarily for the conditions of forest nurseries established on sandy sediments of pleistocene terraces in the Bohemian Plateau, where the mechanical composition of the soils is dominated by sand grains.

The proposed theoretical bases and recommended methodological procedures for optimizing the fertilization and management systems on forest nursery soils are based on (#1) the experimental research of the staff of the Opočno Research Station (FGMRI), (#2) the local knowledge and experience of the research team, and (#3) mainly piloting technological optimizations in the nurseries of the company LESOŠKOLKY s.r.o. (Ltd.) in Řečany nad Labem (thereinafter *Lesoškolky*)¹⁷ conducted between 2014 and 2022. The issues are presented in the context of the actual technological equipment of *Lesoškolky*, so that the presented findings, experience and recommendations can also be applied in other forest nurseries oriented towards the traditional cultivation of bare-root planting stock of forest woody species on mineral soils. The methodology provides a direct basis for optimizing the fertilization and soil management systems in the individual nursery centres of *Lesoškolky*.

¹⁷ For details, see World Wide Web: <https://www.lesoskolky.cz/en/company-profile>

The pivotal idea of the methodology presented is to include not only the aspects of evaluating the content of basic mineral nutrients in nursery soils, but also to provide recommendations for implementing basic fertilization of managed soils and also to present suggestions for the flexible fertilization of bare-root planting stock produced in outdoor nursery fields. The generalized requirements of cultivated forest woody species for essential mineral nutrients are presented on the basis of scientific quantifications of the dry matter produced for different (model) woody species and their cultivation methods (age), including summarizations of the mineral nutrient uptake of bare-rooted planting stock throughout the cultivation cycle. In the proposed N-fertilization rates, it was necessary to take into account both the aspect of achieving the desired morphological and physiological quality of the planting stock of forest woody species according to the Czech technical standard ČSN 48 2115 *Forest reproductive material* (JURÁSEK et al. 2012)¹⁸, as well as the current rules pertaining to the environmentally responsible management of land of interest, i.e. for example, fulfilling the aspects of the *Nitrates Directive* and other binding regulations for the standards of the *good agricultural and environmental condition of soils* within the meaning of the *Strategic Plan for the Common Agricultural Policy 2023–2027*, etc.

There is a neglected issue, which is however, very much needed. It is an application of sustainable fertilization systems stabilizing and increasing organic matter content in managed soils through organic fertilization. In the conditions of the *Lesoškoly*, this is being pursued in several main directions: first of all, (#1) the cultivation of green manure crops, (#2) the use of compost from their own production, and (#3) the use of alternative (local and occasional) substitute solutions such as the addition of organic matter to the soil by adding straw.

¹⁸ 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.



Výzkumný ústav
lesního hospodářství
a myslivosti, v. v. i.

www.vulhm.cz

LESNICKÝ PRŮVODCE 6/2022