

OPTIMALIZACE HNOJENÍ A HOSPODAŘENÍ NA PŮDÁCH LESNÍCH ŠKOLEK

LESNICKÝ PRŮVODCE



Ing. JARMILA NÁROVCOVÁ, Ph.D.

Ing. VÁCLAV NÁROVEC, CSc.

Ing. PŘEMYSL NĚMEC

Certifikované
METODIKY
PRO PRAKTIKU

7/2016

Optimalizace hnojení a hospodaření na půdách lesních školek

Certifikovaná metodika

Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.

Ing. Václav Nárovec, CSc.

Ing. Přemysl Němec

Strnady 2016

Lesnický průvodce 7/2016

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 978-80-7417-116-1

ISSN 0862-7657

OPTIMIZATION OF FERTILIZATION AND SOIL MANAGEMENT IN FOREST NURSERIES

Abstract

A set of soil fertility indicators and their analytic determining has been recently re-edited and put in practice in forest nurseries of LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem. The set is implemented in the system of agrochemical testing of farmland soils in the Czech Republic (*Mehlich III*). The document proposes interpretation tables for plant-available phosphorus, potassium and magnesium in mineral soils of forest nurseries (*Mehlich III* extraction), suggested dosages to support an optimum content of the substances in the soil. Reaching and maintaining the optimum soil reaction is the principal goal of systematic care of soil fertility in forest nurseries. A disproportion between an increasing need of humus (organic) fertilizers and their practical availability is settled by growing green-manure cultures after one or two main growing cycles, i.e. every five years, at least. Our prospective plan is to produce differentiated made-to-measure planting material of forest tree species for particular contracting customers and gradually abandon an undifferentiated management of some nurseries land.

Key words: fertilization systems; soil type; soil reaction; content of plant-available P, K, Mg nutrients; content of organic substances; cation-exchange capacity; green manuring; soil reaction treatment; basic P, K, Mg soil fertilizing; Mehlich III

Program **Alfa**



Certifikovaná metodika je výsledkem řešení projektu VaVaI s názvem „Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek“ (TA04021467), který finančně podpořila Technologická agentura České republiky, a to v rámci 4. veřejné soutěže Programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje ALFA.

Adresy autorů:

Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.

Ing. Václav Nárovec, CSc.

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

Výzkumná stanice Opočno

Na Olivě 550, 517 73 Opočno

e-mail: nurserylabor@vulhm.opocno.cz

Ing. Přemysl Němec

Lesoškolky s. r. o.

1. Máje 104, 533 13 Řečany nad Labem

e-mail: pn@lesoskolky.cz

Foto na obálce:

Výsev plodin zeleného hnojení (hrachu setého) pomocí secího stroje na produkční ploše č. 523 v lesních školkách u obce Hlavečnick (okr. Pardubice)

© Přemysl Němec (22. května 2015)

Obsah

Předmluva	7
1 CÍL METODIKY	8
2 VLASTNÍ POPIS METODIKY	8
2.1 Rozhodující úloha půdoochranných opatření	8
2.2 Diferencované pěstebně-produktové školkařské přístupy	11
2.3 Základní doporučení pro diagnostiku půdních vlastností	13
2.4 Optimalizace systémů hnojení v podmínkách společnosti Lesoškolky s. r. o.	14
2.4.1 Výrobní a jiné podmínky (se vztahem k soustavám hnojení)	15
2.4.1.1 Orientace na individuální potřeby odběratelů (smluvní pěstitelství)	15
2.4.1.2 Převládající mechanická půdní skladba	15
2.4.1.3 Nynější stav vybraných ukazatelů půdní úrodnosti	16
2.4.1.4 Perspektivní zaměření aktivit periodického monitoringu půd	17
2.4.2 Monitorované indikátory kvality půdy	17
2.4.2.1 Metodické upřesnění pro granulometrickou půdní skladbu	19
2.4.2.2 Kritéria pro hodnocení půdní reakce	19
2.4.2.3 Hodnocení obsahu rostlinám přístupných živin (P, K a Mg)	22
2.4.2.4 Hodnocení obsahu organických látek v půdách školek	23
2.4.2.5 Hodnocení obsahu celkového dusíku v půdách školek	24
2.4.2.6 Hodnocení kationtové výměnné kapacity	25
2.4.3 Plodiny kultur zeleného hnojení v soustavách hospodaření	27

2.4.3.1 Úloha kultur zeleného hnojení	27
2.4.3.2 Zařazování kultur zeleného hnojení do pěstebních osnov	28
2.4.4 Principy uplatňované soustavy hnojení	29
2.4.4.1 Úpravy nevyhovujících fyzikálních půdních poměrů	29
2.4.4.2 Identifikace environmentálních rizik	31
2.4.4.3 Principy při úpravách půdní reakce	32
2.4.4.4 Principy základního hnojení půd fosforem	34
2.4.4.5 Principy základního hnojení půd hořčíkem	36
2.4.4.6 Principy základního hnojení půd draslíkem	38
2.4.4.7 Principy hnojení sírou a mikroelementy	42
2.4.4.8 Principy operativního hnojení školkařských výpěstků	43
2.4.4.9 Základní výpočtová doplnění	43
3 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	47
4 POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY	49
5 EKONOMICKÉ ASPEKTY	49
6 SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	50
7 SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE (z období 2014–2016)	53
8 DEDIKACE	54
9 OSTATNÍ NÁLEŽITOSTI CERTIFIKOVANÉ METODIKY	54
9.1 Jména oponentů a názvy jejich organizací	55
9.2 Podíly na vzniku předkládané metodiky	55
9.3 Osvědčení odborného orgánu státní správy o certifikaci	55
Seznam použitých zkratk	56
Summary	58

Předmluva

Sadební materiál lesních dřevin produkovaný v lesních školkách může teprve po výsadbě na cílové stanoviště naplnit svůj skutečný účel – být plnohodnotným základem budoucích lesních porostů. Tuzemské lesní školkařství se nachází v etapě, kdy provozovatelé lesních školek (spolu s odběrateli svých produktů) budou muset v poměrně blízké době přijmout celou řadu strategických rozhodnutí. Patří k nim kupříkladu i rozhodování o tom, jakým podílem se bude do budoucna při obnově lesa a při zalesňování v České republice (ČR) využívat produkce prostokořenného nebo krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin a jaké technologické postupy jejich pěstování získají u producentů (resp. u odběratelů) přednost. Obojí typy technologií mají své (ekonomické, biologické, environmentální a další) přednosti, obojí vyžadují pro své úspěšné završení splnění mnoha nutných předpokladů. U tradičních technologií pěstování prostokořenného sadebního materiálu na minerálních půdách k takovým předpokladům patří i dlouhodobě udržitelná úroveň péče o půdní úrodnost.

Předkládaná práce rešerší, kompilací, analýzou a syntézou nových (i nadále platných starších) poznatků a publikovaných zkušeností z konvenční zemědělské rostlinné výroby a také z tzv. ekologicky hospodařících zemědělských podniků usiluje přispět k uplatňování zásad správné (dobré) agronomické praxe na pozemcích lesních školek, orientovaných na produkci prostokořenného sadebního materiálu lesních dřevin (zkr. SMLD). Svě závěry koncipuje přednostně pro podmínky školek založených na písčitých sedimentech pleistocenních teras v České tabuli, kde v mechanické skladbě půd dominují zrna písků. Doporučení a návrhy metodických postupů pro optimalizace soustav hnojení a systémů hospodaření na písčitých půdách lesních školek vycházejí ze zkušeností a z provozního ověřování, které se v letech 2014 až 2016 v rámci řešení výzkumného projektu *Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek*, finančně podporovaného Technologickou agenturou České republiky (TA ČR), uskutečnilo ve školkařských provozech společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem. Tato společnost je hlavním řešitelem uvedeného projektu. V textu metodiky se zkráceně uvádí také jako *Lesoškolky*.

1 CÍL METODIKY

Cílem metodiky je poskytnout producentům SMLD soubor praktických doporučení pro optimalizace soustav hnojení a systémů hospodaření na půdách lesních školek včetně sestavování plánů základního hnojení pro obhospodařovaná školkařská pole. Problematika je diskutována rovněž v kontextu reálné technologické vybavenosti u *Lesoškolek* i u ostatních tuzemských provozovatelů lesních školek tak, aby uváděné poznatky a prezentované zkušenosti byly aplikovatelné (a opakovatelné) i v jiných školkařských provozech.

2 VLASTNÍ POPIS METODIKY

2.1 Rozhodující úloha půdoochranných opatření

Úvodem překládané metodiky je nutné konstatovat, že půdní úrodnost je velmi široký pojem a že ji nelze interpretovat výhradně jen ve spojitosti s hnojením a s živinami v půdě. Při obnově a cílevědomém vytváření půdní úrodnosti v lesních školkách má racionální hnojení organickými a průmyslovými hnojivy bezesporu významné postavení, ale přinejmenším stejnou pozornost je zapotřebí ve školkařské (obecně pak v agronomické) praxi věnovat také všem ostatním opatřením, která působí na zvýšení výnosového potenciálu půd a která přispívají k ochraně půd před jejím znehodnocováním (degradací). Jedná se především o četná **půdoochranná opatření**, ale také o vhodně zvolenou skladbu pěstovaných dřevin, o správné střídání pěstebních osnov (včetně pravidelného zařazování zemědělských plodin tzv. *zeleného hnojení*), o adekvátní přípravu a zpracování půd, dále také o všechny agromeliorační zásahy vedoucí ke zlepšení fyzikálních, chemických a biologických

půdních vlastností. Systematickou péčí o půdu, kam náleží optimalizace vzdušného a vodního půdního režimu, **vydatné doplňování organické hmoty** do orničního půdního profilu, stabilizace půdní reakce, všestranná podpora biologické činnosti půdních organismů (edafonu) a zajištění optimálního obsahu živin v půdě (a další úpravy živinového režimu půd), nelze ve školcích nikdy nahradit nebo rovnocenně vykompenzovat vyšší intenzitou *operativního hnojení*.

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

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

Do popředí péče o půdu nyní velmi často vystupuje také problematika utužování a zhutňování obhospodařovaných půd, která se nevyhýbá ani lesním školcům. Největší škody utužením profilu v podorniční vrstvě a destrukcí půdní povrchové struktury způsobuje pohyb mechanizačních prostředků po produkčních polích. Vzhledem ke značné rozmanitosti používaných dopravních prostředků (od traktorů s lehčími přívěsy až po těžká nákladní vozidla) je v lesních školcích dopad této dopravy na půdu značně proměnlivý a silně **podléhá vlivu aktuální půdní vlhkosti**.

Abychom se vyhnuli nepříznivým dopadům technogenního zhutňování půdy, je nezbytné omezit nákladní dopravu po polích a především pak **vyločit nekontrolovaný pohyb těžkých nákladních automobilů** při expedici a odvozu SMLD k odběratelům. Zkušenosti z *Lesoškolek* potvrzují, že automobily rozježděná a silně utužená písčité půda (často i s hlubokými stopami po průjezdu dopravních prostředků) vždy následně vyžaduje nákladná nápravná agromeliorační opatření (hloubkové kypření, dlátování aj.). Na destruovaném půdním profilu se v hloubce kolem 40 až 60 cm od půdního povrchu obvykle natolik zhorší infiltrační schopnost

půdy, že zde dochází k přechodnému podpovrchovému zamokřování podorničních půdních horizontů. Voda, dočasně stagnující v podpovrchové vrstvě (navenek je obtížně identifikovatelná), poté iniciuje nežádoucí procesy oglejení půdy, přičemž někdy zasahuje (vystupuje) až do kořenové zóny pěstovaného sadebního materiálu, který pak fyziologicky strádá hypoxií a anoxií.

Téma ochrany půd před zhutňováním vyžaduje uvést odkaz na **kritické hodnoty škodlivého zhutnění** v podorničí relevantních půdních druhů (viz tab. 1-1). S obdobnými limitními hodnotami u vybraných ukazatelů fyzikálního stavu půd kalkulují také metodické příručky pro hodnocení kvality půdy v ekologii i v konvenčně hospodářických provozech (blíže viz např. POKORNÝ, ŠARAPATKA a HEJÁTKOVÁ 2007).

Tab. 1-1:

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

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

2.2 Diferencované pěstebně-produktivní školkařské přístupy

Zabezpečení pozemků před účinky eroze, maximální péče o zachování příznivé půdní struktury i úsilí o minimalizaci ekologické zátěže jsou univerzálními přístupy, které jsou vlastní všem druhům a způsobům racionálního obhospodařování půd. Z pohledu **uplatňování intenzifikačních opatření**, kam problematika udržování a zvyšování kulturní (antropické) půdní úrodnosti hnojením náleží, v lesních školkách (stejně jako v zemědělské rostlinné výrobě) **vedle sebe koexistují různorodé přístupy** v míře a úrovni užití intenzifikačních opatření. Tím se pěstování SMLD v jednotlivých školkařských podnicích diferencuje do několika odlišných pěstebně-produktivních, koncepčních a realizačních proudů (teorií, technologických přístupů apod.). Tyto přístupy bývají individuální případ od případu. Vymezují a přisuzují aplikacím hnojiv v jednotlivých školkách různorodou roli, resp. k zajišťování výživy rostlin a k zvyšování produktivity stanoviště lesní školky (školkařských polí) volí řadu alternativních, tradičních i moderních intenzifikačních postupů.

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

Důležitým celoevropským předpisem, podporujícím ochranu vod před znečištěním ze zemědělských zdrojů a zahrnujícím širokou škálu obecných doporučení (pro některé zemědělské podnikatele závazných jen na principu dobrovolnosti) a také množství při aplikacích organických a průmyslových hnojiv v praxi důsledně vyžadovaných závazných pravidel, je tzv. **nitrátová směrnice** (zkr. NS; Směrnice Rady 91/676/EHS z 12. prosince 1991 k ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů). Transpozice NS do právního řádu ČR se uskutečnila prostřednictvím § 33 zákona č. 254/2001 Sb., *o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon)*, který definuje tzv. zranitelné oblasti (zkr. ZOD) a který ve svém odst. 2 upřesňuje: „Vláda nařízením stanoví zranitelné oblasti a v nich upraví používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření (dále jen „akční program“). Akční program a vymezení zranitelných oblastí podléhají přezkoumání a případným úpravám v intervalech nepřesahujících 4 roky. Přezkoumání se provádí na základě vyhodnocení účinnosti opatření vyplývajících z přijatého akčního programu.“ Aktuálně (říjen 2016) platným je nařízení vlády

č. 235/2016 Sb. ze dne 11. července 2016, kterým se mění nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu, ve znění pozdějších předpisů (viz částka č. 92/2016 Sb.).

Požadavky nitrátové směrnice patří mezi tzv. *povinné požadavky na hospodaření* podle nařízení Rady (ES) č. 73/2009. Jejich plnění je od roku 2009 u zemědělských podnikatelů v ČR sledováno např. i v rámci tzv. *kontroly podmíněnosti* u plateb a u dotací, které jsou vypláceny MZe ČR nebo z jiných veřejných rozpočtů. Od žadatelů o dotace např. na agroenvironmentálně klimatická opatření z Programu rozvoje venkova, u plateb za přírodní znevýhodnění zemědělců, u plateb z rámce soustavy Natura 2000 apod. se vždy požaduje dodržování vybraných podmínek ochrany vod před znečištěním dusičnanů ze zemědělských zdrojů. Plnění těchto dotačních podmínek (vč. minimálních požadavků na použití hnojiv atd.) je přitom závazné i pro ty žadatele, kteří hospodaří mimo zranitelné oblasti (MZE ČR 2014, s. 4). Předchozí revize vymezení nitrátové zranitelných oblastí, připravená v roce 2011 a schválená vládou v roce 2012, zařadila do ZOD přes 1,85 milionů ha pozemků (půdních bloků, zkr. PB/DPB) evidovaných ve *Veřejném registru půdy* (LPIS). Tato výměra reprezentuje 49 % z výměry všech zemědělsky obhospodařovaných půd v ČR a přes 41 % z rozlohy celé ČR (MZE ČR 2014, s. 11).

Akční program je soubor povinných opatření, která vyplývají z NS a která musí zemědělský podnikatel ve ZOD plnit. Obecná doporučení, jak při zemědělské činnosti nad rámec závazných právních předpisů omezit úniky dusičnanů do povrchových a podzemních vod, dále rozvádějí a specifikují **zásady správné zemědělské praxe pro ochranu vod před znečištěním**. V podobě (v publikačním formátu) certifikované metodiky pro praxi je zkompletovali a zveřejnili např. KLÍR a KOZLOVSKÁ (2012).

Detailní informace o obdobích zákazu hnojení, o omezeních při hnojení, o sklonitosti půdního bloku, o zařazení pozemku do aplikačních pásem, ale také o nutnosti provádět na jednotlivých pozemcích protierozní opatření atd. může každý zemědělský podnikatel, který je zařazen v evidenci využití zemědělské půdy podle užívatelských vztahů podle § 3a a odstavců následujících *zákona o zemědělství* (zákon č. 252/1997 Sb., o zemědělství), získat v geografickém informačním systému LPIS, a to v informačním okně každého PB nebo také přímo na mapě LPIS po zapnutí vrstvy *Nitrátová směrnice* (podrobněji viz MZE ČR 2014).

2.3 Základní doporučení pro diagnostiku půdních vlastností

Úrodnost půdy je především **mnohostrannou charakteristikou**. Její dílčí veličiny (složky) podléhají celé řadě dynamických proměn. Při nesprávném obhospodařování půdy (např. při nepřiměřené intenzifikaci pěstování rostlin, která nezohledňuje aktuální půdní vlastnosti) se potenciální půdní úrodnost může vyvíjet nežádoucím (negativním) směrem. Proto je pro všechny, kteří na půdách hospodaří, tolik důležité, aby si zavedli nějakou formu soustavného monitoringu změn půdních vlastností, a to jak pro účely plánování preventivních opatření k zamezení znehodnocování půd, tak také pro zaznamenání pozitivních změn, které svým hospodařením (hnojením apod.) způsobují.

Snad nejdůležitějším úkolem (praktickým účelem) půdoznaleckých šetření v lesních školkách ovšem bývá **zjištění heterogenity** (prostorové proměnlivosti) půdních vlastností v rámci zájmového pozemku. Celý systém pěstebních operací včetně zpracování a hnojení půdy v konvenčním pojetí hospodaření (a to jak ve školkách s intenzivním, tak i s tradičním zaměřením) obvykle dosud vnímá školkařské pole jako homogenní jednotku. Takovému pojetí následně odpovídá způsob hnojení, v rámci kterého je na celou plochu aplikována uniformní dávka hnojiva (přeneseně do ostatních operací také chemického přípravku nebo výsevek). Argumentem proti těmto všeobecně rozšířeným a zažitým způsobům uniformního hospodaření na půdě mohou být právě závěry takových pedologických šetření, která se zaměřují na přezkoumání (vesměs iluzorních) předpokladů o půdní stejnoměrnosti (homogenitě).

Systematický sběr a průběžné vyhodnocování informací o stavu a vývoji vybraných chemických a fyzikálních vlastností půd na zájmových pozemcích je v zemědělské rostlinné výrobě integrující součástí všech racionálních soustav hospodaření. V lesním školkařství ČR je pro takové aktivity tradičně užíván pojem *půdní kontrola* (např. ZAVADILOVÁ 1955; MENTBERGER 1958 a další). Zahrnuje nejen zajišťování odběrů půdních, rostlinných a jiných vzorků přímo v terénu (ve školkách) a jejich laboratorní zpracování, ale **také agronomické interpretace výsledků rozborů** ve formě návrhů (plánů) pro základní hnojení půd školkařských pozemků či ve formě plánů a upřesňování operativního hnojení pěstovaných kultur (MATERNA 1971 aj.). Od 50. let minulého století *půdní kontrolu* průběžně zajišťoval Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti ve Strnadlech (zkr. VÚLHM).

Průzkum půd mívá v reálných provozních poměrech lesních školek obvykle dvě úrovně: (a) podrobný pedologický průzkum vybraných školkařských polí pro plá-

nování melioračních opatření na pozemcích lesních školek, (b) periodické zjišťování zvolených indikátorů kvality (zdraví) půd školkařských polí jako podklad pro plánování standardních hnojivářských a výživářských opatření. Periodický průzkum půd je základem pro optimalizace v rámci soustav hnojení půd na produkčních pozemcích lesních školek. Kvalifikované vyšetřování vlastností obhospodařovaných půd a systematický monitoring změn indikátorů půdní úrodnosti na zájmových pozemcích lesních školek se neobejde bez spolupráce s příslušnými odbornými pracovišti, především pak s chemickými laboratořemi.

Při řízení provozů lesního školkařství je důležité zjišťovat kvalitativní parametry nejen půd, ale také dalších položek (závlahové vody, pěstební substráty atd.).

Půdní diagnostiku v podobě průběžného monitoringu vybraných indikátorů půdní úrodnosti v lesních školkách je třeba na podnikové úrovni koncipovat jako součást systémů hnojení rostlin a soustav hospodaření. Je důležitým východiskem, který kultivuje náš vztah k půdě a také k obnově a zakládání lesů jako k základu budoucí prosperity lesního hospodářství.

2.4 Optimalizace systémů hnojení v podmínkách společnosti Lesoškolky s. r. o.

Podnik LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem provozuje lesnickou školkařskou činnost jako registrovaný *zemědělský podnikatel*, který je zařazen v evidenci využití zemědělské půdy podle uživatelských vztahů podle § 3a a odstavců následujících *zákona o zemědělství* (zákon č. 252/1997 Sb., *o zemědělství*). Podnik (obchodní závod) aktuálně v informační systému LPIS (Veřejný registr půdy) jako kategorii „K“ (školka) eviduje celkem 190 tzv. *účinných půdních bloků* (PB/DPB) o souhrnné výměře 219,78 ha.

2.4.1 Výrobní a jiné podmínky (se vztahem k soustavám hnojení)

2.4.1.1 Orientace na individuální potřeby odběratelů (smluvní pěstitelství)

Důležitou strategickou linií podniku LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem je orientace na individuální požadavky odběratelů SMLD. Pokud je vznesou v rámci smluvního pěstitelství, je podnik připraven nabídnout zázemí pro realizaci takřka všech hlavních konceptů pěstování SMLD, tedy jak komerčně orientované intenzivní pěstování SMLD (nynější standardní tržní produkce), tak i nejrůznější alternativní postupy včetně těch, které na cíleně vybraných a obhospodařovaných produkčních plochách vyžadují specifický ekologicky šetrný pěstební management, minimalizaci doplňkových vstupů (např. omezování až úplné vynechávání aplikací průmyslových hnojiv, minimální dávky při užívání agrochemikálií včetně regulátorů růstu aj.) nebo záměrné adaptace SMLD na podmínky zalesňovaných lokalit (mykorhizace SMLD, pěstování SMLD v odlišných podmínkách z hlediska dostupnosti vláhy, světelných požitků apod.). Výhledovým cílem je produkovat pro konkrétní smluvní odběratele diferencovaný sadební materiál pěstováním „na míru“ a postupně tak upouštět od soustav uniformního hospodaření na pozemcích některých lesních školek. Do užívaných soustav hnojení může tento aspekt v budoucnu přinášet další individuální diferenciaci.

2.4.1.2 Převládající mechanická půdní skladba

V měřítku ČR patří *Lesoškolky* k výrobním subjektům s největší produkcí prostořenného i křtokořenného SMLD. Podnik je členěn do několika samostatných školkařských středisek (ŠS Albrechtice nad Orlicí; ŠS Dolní Jelení; ŠS Řečany nad Labem; ŠS Kladruby nad Labem; ŠS Brandýs nad Labem a ŠS Františkovy Lázně). S výjimkou ŠS Františkovy Lázně se vesměs jedná o provozy, založené na písčitých sedimentech pleistocenních teras v České tabuli (povodí řek Labe a Orlice). Mechanickou skladbu těchto půd určují **zrna písků** (částice s průměrem zrn od 0,05 do 2,00 mm) **s obvyklým podílem od 75 do 93** (průměrně 84,5 % v jemnozemí). Prachové částice (tzv. *silt*, tj. částice od 0,002 mm do 0,050 mm) se v ornících PB vyskytují v podílu od 0,7 do 18 % (průměrně kolem 6,6 %) a částice jílu (částice pod 0,002 mm) zaujímají podíl od 6,2 do 12,2 % (průměrně 8,9 %). Z hlediska současného taxonomického klasifikačního systému půd v ČR (NĚMEČEK a kol. 2001) tyto půdy náležejí převážně mezi *písky* (převládají ve ŠS Albrechtice nad Orlicí a ŠS Kladruby nad Labem) nebo *hlinité písky* (ŠS Dolní Jelení, ŠS Řečany nad Labem). Hlinitější charakter (*písčité hlíny* a *hlíny*) mají jen pozemky ve ŠS Františkovy Lázně a ojedinele také některé produkční plochy na ŠS Řečany nad La-

bem (např. školkařské pole č. 363 v ornici obsahuje 70 % částic písku, 18 % částic prachu a 12 % částic jílu, takže náleží do kategorie *písčité hlína*; při hodnocení podle Novákovy klasifikační stupnice půdních druhů by se ovšem jednalo stále ještě o zeminu *hlinitopísčitou*, neboť podíl jílnatých částic v jemnozemi se zde blíží, ale nepřekračuje hodnotu 20 %). Množství (podíl) částic s průměrem zrn pod 0,001 mm (*fyzikální jíl*) se obvykle v jemnozemi ornici u *Lesoškoklek* pohybuje od 2,7 do 10,7 %.

2.4.1.3 Nynější stav vybraných ukazatelů půdní úrodnosti

Výchozí diference v zrnitostní půdní skladbě obhospodařovaných pozemků na písčitéch sedimentech předznamenávají některá další omezení pro rozvoj půdní úrodnosti na PB/DPB jednotlivých školkařských středisek. Je to především slabá kvantitativní stránka půdního iontovýmenného (sorpčního) komplexu. Hodnota T, tj. **maximální (celková) sorpční půdní kapacita** (stanovená metodou podle *Kappena*), na školkařských polích *Lesoškoklek* bývá zpravidla **velmi nízká až nízká** (tj. do 13 mval na 100 g půdy). V průměru dosahuje pouze 10,3 mval na 100 g půdy a jen zcela výjimečně se v některých školkách blíží či přesahuje hodnotu 15 mval na 100 gramů půdy (je to např. ve školkách u obce *Hlavečnick*). Nejnižší celkovou sorpční kapacitu pak vykazují školkařská pole ve ŠS Kladruby nad Labem, kde jako půdní druh převládají *písky* a kde maximální sorpční půdní kapacita klesá i k hodnotám kolem 6,6 mval na 100 g půdy.

Podíl organických látek (vyjádřený přepočtem jako humus – zkr. H_{ox}) v ornících většiny zájmových lesních školek aktuálně varíruje od 1,7 do 4,5 % H_{ox} (průměrná hodnota tohoto ukazatele v zájmových lesních školkách činí **2,74 % H_{ox}**). Tyto hodnoty korespondují s již dlouhodobě malou dostupností humusotvorných látek ze zdrojů lesního hospodářství (např. odkorněná kůra aj.) jako surovin pro výrobu organických hnojiv ke zlepšování vlastností půd v lesních školkách.

Půdní bloky v *Lesoškokkách* vykazují poměrně velkou variabilitu hodnot výměnné půdní reakce. Pohybují se v rozpětí **od 3,9 do 6,2 pH** (stanoveno ve vyluhu KCl nebo extrakcí 0,01M $CaCl_2$), aritmetický průměr činí relativně příznivých 5,2 pH. Přibližně třetina školek ovšem dosahuje úrovně výměnné půdní reakce nižší než 4,8 pH.

Při prvotních pedologických šetřeních na vybraných produkčních polích *Lesoškoklek* (průzkum z roku 2014) byly **obsahy rostlinám přístupných živin P, K, Ca a Mg** stanoveny extrakcí podle metodiky *Mehlich III*. Potvrdily se tyto průměrné hodnoty (v lomených závorkách jsou uvedeny i krajní, tj. min. a max. hodnoty; číselné údaje v mg/kg): **P – 78,8 /34–98/; K – 61,8 /17–115/; Ca – 1286 /546–2072/**

a Mg – 108,6 /57–167/. Obecné zhodnocení zaznamenaného stavu (a korigované specifikací mechanické půdní skladby, úrovně výměnné půdní reakce a podílu organických látek v ornici zájmových pozemků) naznačuje, že hlavní pozornost si v soustavách základního hnojení zasluhuje **doplňování draslíku**. Přibližně čtvrtina školek vykazuje ve svých ornících nízkou úroveň zásobenosti draslíkem; u ostatních prvků je situace adekvátní danému půdnímu druhu a možnostem iontovýměnného (sorpčního) komplexu.

2.4.1.4 Perspektivní zaměření aktivit periodického monitoringu půd

Podnik LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem jako výhledové podnikové řešení na úseku zabezpečení monitoringu půdních podmínek na obhospodařovaných pozemcích spatřuje v co největším **ztotožnění s moderními systémy** sledování parametrů půdní úrodnosti, které se nyní v ČR realizují při *agrochemickém zkoušení zemědělských půd* (zkr. AZZP). Ve shodě s tímto záměrem proto hodlá uplatňovat takovou soustavu indikátorů půdní úrodnosti a jejich analytických stanovení, které jsou se systémem AZZP kompatibilní (*Mehlich III*). Rozbory půd tedy společnost nárokuje u těch analytických pracovišť (chemických laboratoří), která mají od Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (zkr. ÚKZÚZ) uděleno oprávnění k provádění rozborů půd pro AZZP.

2.4.2 Monitorované indikátory kvality půdy

Podklady k aplikacím soustav hnojení a hospodaření na půdách lesních školek si společnost LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem zajišťuje periodickým průzkumem půd. Pokud nejsou pro samostatně obhospodařované půdní bloky k dispozici údaje o půdním druhu, nárokuje u spolupracující pedologické laboratoře (např. u privátní laboratoře Ing. Josefa Tomáše v Opočně nebo u Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy, v. v. i.) stanovení zrnitostní půdní skladby. **Granulometrické půdní analýzy** bývají zaměřeny zpravidla pouze na složky jemnozeme (půdní částice s průměrem zrn pod 2,00 mm). Zjistí-li se při úvodní rekognoskaci pozemku (uplatňována je tzv. *rýčová diagnostika* – metodické podrobnosti viz POKORNÝ a kol. 2007), že by se v ornici obhospodařovaného půdního bloku mohla vyskytovat také nezanedbatelná příměs skeletu (zpravidla ve větším objemovém podílu než je 20 %), pak se jako doplňkový pedologický ukazatel nárokuje také **zrnitostní rozbor skeletu** (tj. částic nad 2,00 mm). Tento typ stanovení si lze vyžádat také u sítě speci-

alizovaných analytických pracovišť, která akreditovanými postupy granulometrická a jiná vyšetření zemin provádějí především pro sektor dopravního a stavebního inženýrství. Zjištěným objemovým nebo hmotnostním podílem skeletu se následně korigují i výpočty dávek minerálních hnojiv a jejich přepočet na plošnou jednotku lesních školek.

Základní chemický rozbor půd z lesních školek společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem zahrnuje obvykle tato analytická stanovení nebo hodnocení:

- výměnná půdní reakce (ve výluhu půdy chloridem vápenatým),
- obsah rostlinám přístupného P, K, Mg a Ca (extrakce *Mehlich III*),
- obsah organických látek (C_{ox}), resp. humusu (H_{ox}),
- obsah celkového dusíku (N_t),
- hodnocení kationtové výměnné kapacity (zkr. KVK),
- hodnocení poměru výměnných kationtů K : Mg (výpočtem).

Doplňující chemický rozbor půdy pak zpravidla vystačí se stanovením výměnné půdní reakce a obsahu rostlinám přístupných základních minerálních živin (P, K, Mg a Ca). Systém AZZP svým rozsahem plně pokrývá nároky doplňujícího rozboru půd z lesních školek.

Při plánování, realizaci a vyhodnocování agromelioračních opatření, směřujících ke zlepšení fyzikálních, chemických a biologických půdních vlastností u nedostatečně úrodných nebo degradovaných půd, se výše uvedené spektrum analytických stanovení při průběžných základních a doplňujících půdních rozborech na zájmových pozemcích školek dále rozšiřuje o některé další upřesňující a **pomocné indikátory kvality půdy**. Jedná se nejčastěji o potřebu získat informace o fyzikálních půdních vlastnostech, jako je stanovení objemové hmotnosti půdy, pórovitosti, maximální kapilární kapacity atd. Ve specifických případech může být vyžadován také rozbor půdy na obsah cizorodých látek, mikroelementů nebo potenciálně rizikových prvků, dále kvantitativní rozborů některých složek organických látek (např. poměr huminových kyselin vůči fulvokyselinám), určení konduktometrické vodivosti vodního výluhu z půdy (pro určení tzv. *zasolenosti půd*) apod. Potřeba monitorovat i tyto indikátory kvality půdy vychází z požadavků každého jednotlivého případu a je tedy vždy individuální záležitostí. Odběry půdních vzorků ve většině těchto případů vyžadují dodržení správného postupu, kvalifikovaný personál, odpovídající technické vybavení (například tzv. *Kopeckého fyzikální válečky*) a také

zkušenost. Školkařský podnik se obvykle obrací na poradenskou službu Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti ve Strnadlech.

2.4.2.1 Metodické upřesnění pro granulometrickou půdní skladbu

Problematiku užití konkrétní zrnitostní klasifikace (klasifikačního systému) k určení půdního druhu je nutné uvést zdůrazněním skutečnosti, že z četných klasifikačních stupnic pro mechanické třídění zemin se lze v tuzemské pedologické praxi dosud běžně setkávat s řadou i relativně starších přístupů. Odkázat tak lze na stupnici Kopeckého, na její modifikaci Spirhanzlovu i na stále hojně využívanou stupnici Novákovu (detaily viz KOPECKÝ 1910; SPIRHAZL 1944; NOVÁK 1953, 1954). Užití některých těchto metod soudobá pedologická věda i praxe (např. VOPRAVIL a kol. 2010; JANEČEK a kol. 1999 aj.) již označuje za mírně zastaralé. Od roku 2000 je v ČR standardem **grafická klasifikace** (podrobnosti NĚMEČEK a kol. 2001, s. 33), která vychází z celosvětově respektované metody ministerstva zemědělství Spojených států amerických (USDA – *United States Department of Agriculture*). Při určení půdního druhu využívá údaje o podílu 3 dílčích zrnitostních frakcí (*sand* 2,00–0,05 mm; *silt* 0,05–0,002 mm; *clay* <0,002 mm). Finální charakteristika půdní zrnitosti se u této grafické metody (klasifikace) určuje z interpretačního grafu v podobě trojúhelníka, kde hledaný půdní druh vymezuje průsečík obsahů všech tří rozlišovaných zrnitostních kategorií.

Nicméně v soudobém systému AZZP (podrobnosti KLEMENT 2013; TRÁVNÍK a kol. 2012 aj.) je nadále užíváno tradiční členění půdních druhů dle Novákovy klasifikační stupnice. Jde o pragmatické řešení, které současné agronomické praxi umožňuje využívat dostupná data *Komplexního průzkumu zemědělských půd v ČSSR* (zkr. KPP). Proto, že monitoring půdních poměrů v *Lesoškolkách* usiluje o co nejužší přiblížení k systému AZZP, bude ve shodě s AZZP tato metodika pro segmentaci některých pedologických parametrů rovněž využívat členění půdních druhů podle Novákovy stupnice (tabulka 4-1).

2.4.2.2 Kritéria pro hodnocení půdní reakce

Opatření spojená s dosažením a udržováním *optimální* reakce půdy na pozemcích lesních školek patří k základům systematické péče o půdní úrodnost. Udržovacím vápněním se v praxi vykrývají ztráty vápníku elucí (vyluhování) a dalšími vlivy za situace, byla-li již na daném školkařském poli optimální (cílová) hodnota výměnné půdní reakce dosažena. Úprava nevyhovující nízké hodnoty indexu pH na vyšší cílovou (optimální) hodnotu se realizuje melioračním vápněním. To má za úkol přiměřenými aplikacemi bazicky působících hnojiv (převážně mletých vá-

Tab. 4-1:

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

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

penčů) výměnnou půdní reakci nasměrovat k individuálně vytýčené cílové hodnotě pH (nebo se podle možností alespoň v dílčích krocích co nejvíce této cílové hodnotě postupně přibližovat, neboť půdy na stanovištích *borových doubrav* a typologicky na kyselých edafických řadách mívají sklon být obrazně řečeno *konzervativní*).

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

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

Na rozpětí výše uváděných optimálních hodnot pH nelze pohlížet jako na meze nepřekročitelné. Ve školkách se širokým sortimentem pěstovaných dřevin je obtížné z hlediska půdní reakce docílit naprosto optimální stav pro každý jednotlivý druh. Ve většině školkařských provozů je půda ovšem jen ojediněle homogenní, takže se

vždy nabízejí možnosti, jak se lze přiblížit specifickým nárokům některých druhů dřevin na žádanou hodnotu pH_{KCl} půdy (stejně jako dalším požadavkům konkrétních zájemců o smluvní pěstování SMLD „na míru“).

Druhým (a důležitějším) **hlediskem** při optimalizacích úrovně výměnné půdní reakce ve školkách jsou půdní vlastnosti, především pak **zrnatostní půdní skladba**. V případě, že jsou k dispozici některé další upřesňující pedologické informace, může se zohledňovat např. také kvalita jílových minerálů nebo kvalita organické hmoty. Systém AZPP uvádí pro orné půdy jako hlavní hledisko pro optimalizace hodnot půdní reakce zrnatostní půdní skladbu (půdní druh). Doporučení AZPP (viz tab. 4-2) jsou pochopitelně prioritně určena pro standardní zemědělské plodiny a pro obvyklé poměry polních osevních postupů. V podmínkách většiny lesních školek jsou aplikovatelné s určitými výhradami. Přesto společnost LESOŠKOLKY s. r. o. k těmto doporučením v praxi alespoň částečně přihlíží, když ve svém konceptu intenzivního hospodaření na pozemcích s písčitymi půdami preferuje výměnnou půdní reakci v intervalu od 5,1 do 5,8 pH (výměnné pH se dnes stanovuje extrakcí 0,01M CaCl_2).

Univerzálním řešením, které je průnikem obou naznačených přístupů (a snahou vyhovět hlediskům půdního druhu i přizpůsobit se skladbě pěstovaných dřevin), bývají optimalizace výměnné půdní reakce k idealizované hodnotě někde kolem 5,5 $\text{pH} \pm 0,2$ (5,3–5,7 pH). Praktičtí lesní školkaři mohou při svých rozhodování přihlížet např. také k vyhodnocovací tabulce (viz tab. 4-3), kterou v minulosti publikoval NÁROVEC (1995, 2003). Ten pro hodnoty pH (tehdy stanovené ve výluhu půdy roztokem KCl) navrhnul 3 stupně slovního ohodnocení výměnné půdní reakce v minerálních půdách lesních školek.

Tab. 4-2:

Optimální hodnoty výměnné půdní reakce (stanovené dle *Jednotných pracovních postupů ÚKZÚZ: Analýza půd I*, 4. vydání, 2016) pro rozdílné zrnatostní kategorie zemín (půdní druhy) klasifikované podle Novákovy stupnice. Převzato z *Pracovních postupů pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice v období 2011 až 2016*. Údaje jsou platné pro orné půdy (orig. in Klement 2013; tam příloha 15 a její tabulka 2)

Půdní druh (podle Novákovy stupnice)	Optimální výměnná půdní reakce (pH)
písčítá (p)	5,5 \pm 0,2
hlinitopísčítá (hp)	6,0 \pm 0,2
písčítóhlinitá (ph)	6,5 \pm 0,2
hlinitě zeminy a těžší kategorie půd (jíly)	7,0 \pm 0,5

Tab. 4-3:

Hodnocení výměnné půdní reakce (stanovené ve výluhu půdy KCl) v minerálních půdách lesních školek dle kategorií půdního druhu (orig. in Nárovec 1995, 2003)

Slovní ohodnocení výměnné půdní reakce v orničním profilu minerálních půd v lesních školkách	Půdní druh dle kategorií *		
	(p)	(hp)	(ph; h)
	Výměnná půdní reakce (pH v KCl)		
nízká	<4,8	<5,0	<5,2
vyhovující	4,8–5,8	5,0–6,0	5,2–6,2
vysoká	>5,8	>6,0	>6,2

Pozn. *: Označení půdních druhů symbolem podle tabulky 4-1.

2.4.2.3 Hodnocení obsahu rostlinám přístupných živin (P, K a Mg)

Dlouhodobou výhledovou strategií společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. je přizpůsobit periodické průzkumy půd na obhospodařovaných pozemcích systému, který je aplikován při AZZP. Toto (obrazně) *sladování* zatím v aspektu uplatňovaných analytických metod při určování množství rostlinám přístupných živin v půdách školek naráží na celou řadu dílčích překážek. Mezi ně patří i nedostatek relevantních pramenů, které by u nás již dříve popsaly užití výluhu *Mehlich III* v podmínkách lesních školek založených na zrnitostně *lehkých* půdách.

Úvodní pedologický průzkum na pozemcích *Lesoškolek* (díličí informace viz podkap. 2.4.1.3) poskytnul zatím jen omezený rozsah dat. V nynější fázi řešení projektu tato data vyžadují další ověřování. Pro období 2016–2020 řešitelé k ověření předložili výchozí návrhy interpretačních tabulek (NÁROVCOVÁ a NÁROVEC 2016). V případě rostlinám přístupného fosforu se tento návrh ztotožňuje s interpretačními pravidly AZZP pro orné půdy. Slovní označení kategorií (nízký, vyhovující, dobrý, vysoký a velmi vysoký) bylo z důvodu ujednocování rovněž převzato z platných směrnic ÚKZÚZ pro provádění AZZP (blíže viz KLEMENT 2013; tam příloha 15, tabulka 10).

V tabulce 4-5 jsou pro kategorie obsahu rostlinám přístupného draslíku (K) i hořčíku (Mg) v půdách *Lesoškolek* uváděny zcela shodné číselné hodnoty. Přistoupilo se k tomu jako k výchozímu zjednodušení, které bude ověřováno při následných etapách zavádění do praxe. Předpokládá se, že se tyto hodnoty budou postupně dále upravovat a upřesňovat.

2.4.2.4 Hodnocení obsahu organických látek v půdách školek

Organické látky v půdě představují její veškerou spalitelnou hmotu. Analyticky se stanovují jako oxidovatelný uhlík (C_{ox}) a vyjadřují se v % hmotnosti půdy. Ze stanovení oxidovatelného uhlíku se jednoduchých výpočtem odvozuje tzv. obsah humusu (H_{ox}) v půdě, a to podle vztahu: $H_{ox} = C_{ox} \times 1,724$ (v %).

Výše uvedený číselný koeficient 1,724 je založen na předpokladu, že humus obsahuje 58 % uhlíku. Uvedeným způsobem vypočítaný obsah „humusu“ samozřejmě nereprezentuje obsah pravých (sekundárních, přeměněných) humusových látek v půdě. Je pouze násobkem stanovení obsahu primární a sekundární organické hmoty v půdě, určené (analyticky stanovené) společně jako C_{ox} .

Tab. 4-4:

Kritéria hodnocení obsahu rostlinám přístupného fosforu (P) v minerálních půdách lesních školek společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem (extrakce *Mehlich III*)

Slovní označení kategorie obsahu rostlinám přístupného fosforu v půdách lesních školek	Obsah rostlinám přístupného P stanovený metodou <i>Mehlich III</i> (v mg/kg)
nízký (N)	≤50
vyhovující (VH)	51–80
dobrý (D)	81–115
vysoký (V)	116–185
velmi vysoký (VV)	>186

Tab. 4-5:

Kritéria hodnocení obsahu rostlinám přístupného draslíku (K) a hořčíku (Mg) v minerálních půdách lesních školek společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem (extrakce *Mehlich III*)

Slovní označení kategorie obsahu rostlinám přístupného draslíku nebo hořčíku v půdách lesních školek	Obsah rostlinám přístupného K nebo Mg stanovený analytickou metodou <i>Mehlich III</i> (v mg/kg)	
	Seskupené kategorie půdních druhů – (p) a (hp) *	Seskupené kategorie půdních druhů – (ph) a (h) *
nízký (N)	≤50	≤100
vyhovující (VH)	51–100	101–150
dobrý (D)	101–200	151–300
vysoký (V)	201–350	301–400
velmi vysoký (VV)	>350	>400

Pozn.: *Označení půdních druhů symbolem podle tabulky 4-1.

Otázka primární a sekundární organické hmoty je především rozlišením, zda proběhly jen rozkladné procesy přeměn zdrojů organické hmoty půdy, nebo i reakce procesů syntézy. Přitom je logické, že vlastnosti a specifické znaky původního (primárního) organického materiálu v půdě (odumřelých zbytků rostlinných a živočišných organismů) jsou diametrálně odlišné od (sekundární) organické hmoty, přeměněné na tmavě zbarvené polydispersní substance o vysoké molekulární hmotnosti (humus, resp. humusové látky v pravém smyslu slova). Výpočtem stanovený obsah „humusu“ ($H_{ox} = C_{ox} \times 1,724$) nevyjadřuje kvalitativní stránku organické hmoty v půdě. Prosté vzájemné porovnávání půd podle obsahu H_{ox} má proto svá úskalí (např. půda s nižším obsahem humusu H_{ox} může mít vyšší sorpční kapacitu, lepší pufrovitost, vyšší mikrobiální aktivitu apod. než půda s vyšším obsahem humusu H_{ox}).

V současnosti nejméně polovina produkčních ploch v *Lesošolkách* dlouhodobě se tradujícího minimálního limitu 3,0 % H_{ox} nedosahuje (viz kap. 2.4.1.3). Na reálný obsah organické hmoty v půdě a na její úlohu u půd jednotlivých zrnitostních kategorií se proto nyní v *Lesošolkách* nahlíží důsledně individuálně. Na sorpčně slabých písčitéch půdách se nadále preferuje její vliv na sorpční procesy v půdě (zadržování a poutání dodávaných minerálních živin). Na hlinitých půdách může naopak do popředí vystupovat požadavek na stabilizaci půdní struktury, zmírňování důsledků technogenního zhutňování půdy apod. Konkrétní požadavky jednotlivých školkařských provozů (středisek) na „dobrý“, „střední“ či „nízký“ obsah organických látek v ornici konkrétních školkařských polí se proto mohou značně lišit. Návrh klasifikace půd podle obsahu organických látek (resp. humusu) v lesních školkách, která bude nyní v období let 2016–2020 ve společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem uplatňována v soustavách hnojení a kterou uvádí tabulka 4-6, je proto nutné v jiných provozních a přírodních (stanovištních) poměrech brát jako orientační údaj.

2.4.2.5 Hodnocení obsahu celkového dusíku v půdách školek

Pro stanovení obsahu celkového dusíku (N_t) v půdách se standardně užívá mineralizace tzv. Kjeldahlovou metodou. Návrh slovní klasifikace půd podle obsahu celkového dusíku (v %) v lesních školkách společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem uvádí tabulka 4-7.

Tab. 4-6:

Kritéria hodnocení obsahu humusu (H_{ox}) v minerálních půdách lesních školek u společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem (platná pro v období let 2016–2020)

Slovní označení kategorie obsahu organických látek v půdách lesních školek	Obsah oxidovatelného uhlíku (C_{ox}), resp. humusu (H_{ox}) v minerálních půdách lesních školek (v %)	
	C_{ox}	H_{ox} *
velmi nízký (VN)	≤0,92	≤1,6
nízký (N)	0,93–1,39	1,61–2,40
střední (S)	1,40–1,85	2,41–3,20
dobrý (D)	1,86–2,32	3,21–4,00
velmi dobrý (VD)	>2,33	>4,01

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

Tab. 4-7:

Kritéria hodnocení obsahu celkového dusíku (N_t) ve vrchním profilu minerálních písčitých půd na produkčních polích společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem

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

2.4.2.6 Hodnocení kationtové výměnné kapacity

Kationtová výměnná kapacita (zkr. KVK) představuje množství kationtů (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ a Na^+), které jsou vázány na půdní sorpční komplex a které mohou být iontovou výměnou uvolňovány pro výživu rostlin. Vyjadřuje se v milimolech chemických ekvivalentů na 1 kg zeminy, což představuje tolik mg dané látky (prvku), kolik činí její atomová nebo molekulová hmotnost dělená příslušnou valencí (např. u hořčíku = $24,31/2 = 12,15$ mg Mg). Starším synonymem (označením) této jednotky býval např. mekv./kg, meq/kg nebo mval/kg (mili-ekvivalent, resp. mili-

val). Optimalizací zastoupení kationtů v sorpčním komplexu mají být vytvářeny předpoklady pro jejich harmonické uvolňování ze sorpčních vazeb do půdního roztoku, a tím i pro vyváženou výživu rostlin (VANĚK a kol. 2012). Základní interpretační rámec pro hodnocení KVK u orných půd uvádí tab. 4-8. Za žádoucí zastoupení hořčíku (Mg) v sorpčním komplexu se považuje takové, které je cca 2-3krát vyšší než je zastoupení draslíku (K). Pokud tomu tak není, pak se na dotčeném půdním bloku (pozemku) omezuje hnojení draselnými hnojivý (in KLEMENT 2013; také KLÍR a kol. 2008 aj.).

Proto, že množství vodorozpustného K v půdním roztoku závisí na půdním druhu a dále na obsahu výměnného K v půdě, je nebezpečí zvýšení obsahu K v půdním roztoku výrazně vyšší právě na lehkých (písčítých) půdách než na půdách střední zrnitostní kategorie. Vlivem antagonistického působení K vůči ostatním kationtům tak může na písčítých půdách snadno docházet k disharmoniím v příjmu kationtů rostlinami, resp. k luxuriantnímu příjmu draslíku na úkor ostatních prvků (kationtů). Uvádí se (VANĚK a kol. 2012, s. 120), že toto riziko bývá aktuální již při vyšším obsahu K v půdním roztoku než je 40 mg K na 1 dm³. K tomu na lehké (písčíté) půdě ovšem může docházet již při obsahu výměnného draslíku v půdě kolem 150 mg K v 1 kg a vyšším. Přesné určení půdního druhu a znalost relací mezi prvky v kationtové výměnné kapacitě (optimální je 3–4% podíl draslíku na celkové KVK) je tak důležitým předpokladem pro racionální a ekologicky šetrné aplikace průmyslových hnojiv (zejména draselných nebo hořčatodraselných hnojiv se snadnou rozpustností ve vodě).

Tab. 4-8:

Kritéria hodnocení kationtové výměnné kapacity (KVK v milimolech chemických ekvivalentů na 1 kg zeminy) svrchních orničních profilů orných půd (převzato z *Pracovních postupů pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice v období 2011 až 2016*; tam příloha 15 a její tabulka 19)

Slovní hodnocení úrovně kationtové výměnné kapacity (podle <i>Pracovních postupů AZZP v ČR v období 2011 až 2016</i>)	Hodnoty kationtové výměnné kapacity (v mmol chem. ekv. na 1 kg půdy)
nízká (N)	≤120
střední (S)	121–180
vysoká (V)	>180

2.4.3 Plodiny kultur zeleného hnojení v soustavách hospodaření

2.4.3.1 Úloha kultur zeleného hnojení

Přednosti a výhody písčitých půd, plynoucí z ekonomicky nezanedbatelné možnosti jejich snadného zpracování a obdělávání, jsou nutně doprovázeny zvýšenou náročností a vyššími náklady při udržování hladiny obsahu organických látek v půdě. Již od počátků centralizace školkařských provozů v 70. letech minulého století bylo zřejmé, že pro zajištění kontinuity produkční schopnosti písčitých půd v lesních školkách bude zapotřebí vybudovat odpovídající kapacitu zařízení a ploch pro výrobu a uskladnění potřebného množství organických hnojiv (např. PEŘINA a MATERNA 1970; MAUER a RADOSTA 1985). Zdrojem humusotvorných látek pro lesní školkařství bývala především stromová kůra, ale také listovka, rašelina atd. Rozvíjející se výroba tzv. *kůrových kompostů* (kterou i v minulosti doprovázely dílčí technologické a kapacitní potíže) u organizací a podniků státních lesů nicméně po transformaci lesního hospodářství (LH) v 90. letech minulého století zanikla. Tuzemské lesní školkařství tak o své zázemí přišlo a již dlouhodobě čelí propadům v doplňování organických látek do obhospodařovaných půd (DUŠEK a NÁROVEC 1991).

Jedním z opatření, které v podmínkách *Lesoškolek* má překlenout disproporce mezi zvyšující se potřebou humusových (organických) hnojiv a jejich reálnou dostupností, je pravidelné zařazování kultur plodin tzv. *zeleného hnojení* do sledu pěstebních osnov. *Zelené hnojení* samo o sobě nemůže organická hnojiva rovnocenně nahradit (nadále se proto v rámci podniku vyhledávají, analyzují a zvažují nejrůznější možnosti, jak za ekonomicky přijatelné ceny získávat organická hnojiva v potřebném množství a kvalitě). Nicméně má přinejmenším potenciál přispívat ke stabilizaci obsahu humusu v půdě.

Z pohledu tvorby návrhů budoucích strategických směrů obnovy půdní úrodnosti v lesních školkách je nutné zdůraznit, že význam pěstování kultur plodin *zeleného hnojení* (v dalším textu bude užívána také zkratka ZH) vystupuje při obhospodařování půdních bloků lesních školek nyní do popředí také pro celou řadu dalších rolí (funkcí), které ZH může v soustavách hospodaření zajišťovat. Aplikace kultur ZH je třeba pozitivně hodnotit také pro rychlé zvýšení mikrobiální půdní aktivity (zpřístupnění imobilizovaných živin), pro schopnost tlumit úporné plevele, pro jejich úlohu při zlepšování fyzikálních půdních vlastností, zejména pro stabilizaci příznivých forem půdní struktury apod. Eminентní význam kultury ZH nyní mají při omezování nepříznivých následků jednostranného využívání půd školek pěstováním monokultur, zejména stále týchž jehličnatých druhů dřevin. V tomto ohledu je nutné kulturám ZH přiřknout nezastupitelnou úlohu (nesprávně) „meziplodin“

(pozn.: pojem *meziplodiny* má v zemědělské terminologii trochu jiný význam; zdůrazňovanou úlohu by asi lépe vystihovalo označení „přerušovače osevních sledů“). Tato nadměrně významná funkce plodin ZH není v lesních školkách zdaleka docenována, natož adekvátně využívána.

Neméně aktuální jsou mnohé další (a praxí dlouhodobě již ověřené) role zařazování plodin *zeleného hnojení*. Je to např. funkce krycích kultur (omezování rizik větrné a vodní eroze), význam při remobilizaci živin (přemístění živin z podorničních vrstev do ornice), schopnost omezování neproduktivního výparu a ovlivnění tepelného režimu půd zastíněním povrchu školkařských polí atd. Plodinám ZH je nutné přisuzovat velký význam také na snižování škodlivých důsledků zhutňování půdy, které ve školkách vzniká používáním těžké dopravní techniky, tažných mechanizačních prostředků a adaptérů. V řadě školek je technogenní kompakce půdních profilů závažným a aktuálním problémem. Je však třeba poukázat na skutečnost, že samotné pěstování plodin ZH nedokáže silné zhutnění podorniční vrstvy účinně eliminovat. V takových případech je mechanické rozrušení ulehlé mezivrstvy pomocí strojů a adaptérů pro hloubkové prokypřování spodiny (např. pluhy s podrývacími trny, jednoúčelové stroje a specializované agrotechnické postupy atd.) nezbytností. Zkušenosti z provozů společnosti *Lesoškolky* přitom přesvědčivě potvrzují oprávněnost doporučení, aby tato agrotechnická opatření byla uplatňována i ve školkách na písčitéch sedimentech, a to nejdéle v pětiletých intervalech.

2.4.3.2 Zařazování kultur zeleného hnojení do pěstebních osnov

U tradičního obhospodařování půd lesních školek bývalo zařazování plodin ZH do pěstebních osnov zcela běžnou součástí pěstebních postupů. Dokonce takovou praxi příslušné dobové direktivy přímo vyžadovaly (ČSN 48 2310 *Lesní školky* z roku 1963 nebo ON 48 2351 *Hnojení v lesních školkách* z roku 1964). Jedna pětina až jedna třetina produkčních ploch se ve školkách každoročně vylučovala z produkce za účelem meliorace půdy. Ty lesní školky, které koncept *tradičního* hospodaření nadále vyznávají, tedy mohou na tuto praxi snadno navázat a v intencích svých specifických pěstebně-produktových přístupů v aplikacích kultur ZH pokračovat. Tady kultury ZH obvykle přicházejí do úvahy po každém (zpravidla dvouletém) cyklu pěstování SMLD, tedy **každým třetím rokem**.

V komerčně orientovaném *intenzivním* lesním školkařství, které je dominantním výrobním programem provozů *Lesoškolek*, se doporučuje kultury plodin ZH zařazovat do sledu pěstebních osnov vždy po dvou hlavních pěstebních cyklech, tj. **nejpozději po pěti letech**.

2.4.4 Principy uplatňované soustavy hnojení

2.4.4.1 Úpravy nevyhovujících fyzikálních půdních poměrů

Základní podmínkou vysoké úrodnosti půd ve školkách je optimální poměr vody a vzduchu v půdním profilu, do kterého pronikají kořeny pěstovaného SMLD. Je zcela mylné se domnívat, že by šlo některé zásadní nedostatky v agrotechnice (a tedy i závažné disproporce ve vodovzdušném režimu půd) nahrazovat vyššími dávkami průmyslových hnojiv. V takovém případě jednostranné přehnožování půdy a pěstované produkce povede jen ke zhoršení kvality obojího, navíc s negativními dopady na životní prostředí a na uplatnitelnost produkce SMLD. V soustavách hospodaření na půdách školek je proto nutné neustále hledat harmonický soulad všech agrotechnických a agrochemických opatření, počínaje úrovní (frekvencí) střídání cílové produkce s plodinami kultur *zeleného hnojení*, přes intenzitu hnojení a konce systematickou péčí o příznivé fyzikální půdní poměry na obhospodařovaných pozemcích.

V podmínkách podniku LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem je diagnostika (včasná kontrola) nevyhovujících fyzikálních půdních poměrů na zájmových půdních blocích (PB) součástí standardních agrobiologických kontrol, které na venkovních plochách vykonávají odpovědní technickohospodářští pracovníci (vedoucí ŠS). Jde o systematický sběr informací a poznatků, které mají včas odhalit takové změny ve vodovzdušném půdním režimu, jež by předznamenaly potřebu následných agromelioračních zásahů. *Rýčovou diagnostikou* si příslušní THP všimají všech okolností (např. utužení ornice pojezdem mechanizace, stagnace vody na dílčích částech PB, lokální diskolorace listového aparátu u SMLD, výskyt plevelů atd.), které jsou důležité pro lokálně cílené (tzv. precizní) hospodaření. Výsledky svých kontrol zaznamenávají do příslušné evidence. Vyskytují-li se na témže místě některé problematické situace (symptomy) opakovaně, jsou vždy podnětem k cíleně zaměřenému pedologickému přešetření vybraných fyzikálních půdních charakteristik. *Lesoškolky* v tomto směru často využívají poradenských služeb specializovaných pracovišť (VÚLHM Strnady; VÚMOP Zbraslav nad Vltavou; Ing. Josef Tomáš – Laborať při VS Opočno).

Ze souboru zjišťovaných fyzikálních půdních parametrů zpravidla nikdy nelze vyloučit *půdní pórovitost*, která je důležitým indikátorem ulehlosti půdy. **Pórovitost** (zkr. *P*) se stanoví několikaletými postupy, nejčastěji výpočtem z objemové (*rd*) a z měrné hmotnosti (*rs*) půdy podle vztahu $P = (rs - rd)/rs \times 100$ (% obj.).

Měrná hmotnost půdy (ve vzorci jako r_s) je hmotnost jednotkového objemu pevné fáze půdy bez pórů, tj. za předpokladu, že pevné částice dokonale vyplňují daný prostor. Definuje se také jako poměrné číslo, které udává, kolikrát je určité množství zeminy vysušené při 105 °C těžší než stejný objem vody při 4 °C. Měrná hmotnost závisí na obsahu různých minerálů a organických látek (humusu). Nejvíce zastoupeným nerostem v minerálním podílu většiny půd je křemen. Průměrná měrná hmotnost půdy je proto blízká jeho měrné hmotnosti, tj. 2,65 g·cm⁻³. Tuto hodnotu snižuje větší obsah humusu, naopak zvyšuje obsah těžkých minerálů. Průměrná měrná hmotnost našich půd se pohybuje kolem 2,6–2,7 g·cm⁻³, u organických půd klesá až pod 1,5 g·cm⁻³.

Objemová hmotnost je hmotnost objemové jednotky půdy v neporušeném stavu, tj. s póry vyplněnými momentním obsahem vody a vzduchu. Její hodnota je závislá na měrné hmotnosti, na podílu pórů v půdě a na míře jejich zaplnění vodou. Je to hodnota nestálá, která se mění během roku v závislosti na vlhkostních poměrech v půdě. Objemová hmotnost minerálních půd kolísá mezi 0,8–1,8 g·cm⁻³, u organických půd většinou mezi 0,2–0,3 g·cm⁻³. Objemová hmotnost suché půdy se také označuje jako *objemová hmotnost redukováná* (ve vzorci jako r_d) je hmotnost jednotkového objemu vysušené půdy. Je to hodnota stálější a ve svrchních vrstvách půdy se pohybuje v rozmezí 1,2–1,5 g·cm⁻³. Směrem do spodiny tato hodnota vzrůstá. Objemová hmotnost vlhké půdy (*objemová hmotnost neredukovaná*) je závislá na půdní vlhkosti a nemůže být tedy konstantní hodnotou. Mění se v průběhu roku jako pórovitost v důsledku bobtnání a smršťování půdy při změnách vlhkosti. Směrem do hloubky půdního profilu má tendenci narůstat (in POKORNÝ a kol. 2007, s. 16–17).

Celková pórovitost v ornících školkařských polí u *Lesoškok* se v průběhu roku většinou pohybuje v rozmezí 35–65 % obj., v podorničí bývá nižší (30–40 % obj.). Pórovitost může pěstitel významně ovlivňovat zpracováním půdy (orbou, vláčením, kypřením, válením apod.). Kritickou hodnotou, která v podmínkách *Lesoškok* již zpravidla vypovídá o škodlivých účincích technogenní kompakce (zhtutnění) povrchových půdních horizontů, je pórovitost nižší než 40 % objemových. To zpravidla nastává tehdy, když objemová hmotnost redukováná studované zeminy vzrůstá nad 1,60 g·cm⁻³.

Maximální kapilární kapacita půdy bývá dalším důležitým ukazatelem fyzikálních půdních poměrů ve školkách. Určuje (zkr. MKK) hodnotu maximálního nasycení půdních kapilárních pórů. Stanovuje se např. odsáváním vody z plně nasyceného půdního vzorku laboratorní metodou podle Nováka (podrobnosti JANDÁK, PRAX a POKORNÝ 2001). V podmínkách *Lesoškok* je žádoucí, aby nepřesahovala 36 %.

Je to současně i maximální hodnota, na kterou by měla být půda při závlahových režimech v *Lesoškolkách* zavlažována, aniž by došlo k takovému zamokření půdního profilu, které by ohrožovalo pěstovaný SMLD *hypoxii* (nedostatkem kyslíku pro dýchání kořenů). Negativní pro růst kořenů a celých rostlin jsou pak všechny stavy, při kterých minimální vzdušnost půdy dlouhodobě klesá pod 10 %.

Aktuálnost úprav nevyhovujících fyzikálních půdních poměrů v jednotlivých školkách je třeba vyhodnocovat nejpozději v **pětiletých intervalech**. Na pozemcích, které indikují nežádoucí změny v objemové hmotnosti půdy, v její pórovitosti a provzdušenosti, pak je plně na místě **snaha o zavedení soustavného agrofyzikálního monitoringu**, který by informoval o stavu a změnách rozhodujících fyzikálních vlastností půd a včas odhaloval nadlimitní stupeň zejména zhutnění. Jsou to nezbytné předpoklady pro účelné návrhy zúrodnování degradovaných půd (střednědobé podnikové plány péče o úrodnost půd ve školkách), pro stanovení technických parametrů agromelioračních zásahů a pro plošné vymezení částí pozemků vyžadujících tyto zásahy. Každý případ takových zásahů je jedinečný, nicméně by se měl uskutečnit vždy až po důkladné analýze příčin nevyhovujícího stavu půd a po zvážení (prognóze) vývoje úrodnosti půdy po provedené melioraci.

2.4.4.2 Identifikace environmentálních rizik

Užití agrochemikálií (pesticidů, hnojiv apod.) je v lesních školkách jedním z důležitých intenzifikačních faktorů pěstování SMLD na minerálních půdách. Přináší s sebou nicméně riziko, že některé jejich složky nebo rezidua se mohou v půdě akumulovat. Požadavkem všech racionálních soustav hospodaření je, aby intenzifikační produkční procesy půdy nepoškozovaly (blíže POKORNÝ a kol. 2007, s. 9).

Aby hodnocení kvality (zdraví) půdy, o kterém dílčí pasáže této metodiky pojednávají, bylo komplexní a integrovalo všechny součásti půdního systému, nelze ani v praktickém lesním školkařství a v aplikovaných soustavách hospodaření (hnojení) opomíjet hlediska půdní hygieny, zejména pak otázky možných kontaminací půdy a ostatních složek životního prostředí rizikovými látkami. Jedná se o značně specializovanou práci odborníků, která je v praktickém prostředí školkařských provozů těžko zvládnutelná „svépomocí“. Proto na tomto místě alespoň zmíníme, že společnost LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem všechny případy zaznamenávaných růstových anomálií u pěstovaného SMLD nebo projevy možných dopadů a rizik při užití agrochemikálií na obhospodařovaných pozemcích vždy pečlivě konzultuje s *Lesní ochrannou službou* či s ostatními útvary Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti ve Strnadlech, které poradenské služby pro tuto oblast hospodářské praxe zajišťují.

2.4.4.3 Principy při úpravách půdní reakce

Úpravy půdní reakce ve školkách patří k jednomu z nejdůležitějších agrochemických zásahů, neboť zasahují téměř do všech procesů v půdě. Požadavky na snížení hodnot půdní reakce přicházejí v lesních školkách do úvahy jen ve zcela výjimečných případech; vesměs je zapotřebí upravovat hodnotu indexu pH směrem nahoru. V takovém případě se obvykle volí úprava půdní reakce pomocí systematických aplikací mletých vápenců nebo dolomitů (tzv. *vápnění* produkčních polí).

Pravidla (výchozí podmínky) pro vápnění pozemků (respektovaná u společnosti *Lesoškolky*):

- 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 jejímu určení se přihlíží k mnoha proměnlivým okolnostem a hlediskům. Prvořadým hlediskem jsou **individuální požadavky odběratelů SMLD při smluvním pěstitelství**. Žádoucí rozmezí se většinou pohybuje v rozmezí $\pm 0,2$ pH od zvolených optimálních (cílových) hodnot.
- 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 jílovitých částic. Zohledňuje se také množství vápníku dodaného v závlahových vodách a k předpokládaným ztrátám vápníku elucí (vyluhováním).
- Třetím hlediskem je pěstovaná kultura. Při intenzivním pěstování SMLD je toto hledisko částečně upozaděné a dává se přednost řešení, které směřuje ke stabilizaci výměnné půdní reakce na školkařských polích někde kolem univerzální cílové hladiny $5,5 \text{ pH} \pm 0,2$ ($5,3\text{--}5,7 \text{ pH}$). Jde o pragmatický průnik dílčích požadavků, který dokáže vyhovět jak nárokům na pH náročnějším (listnatým) dřevinám, tak většině dřevin jehličnatých druhů (a v neposlední řadě i plodinám kultur *zeleného hnojení*).
- Nároky plodin *zeleného hnojení* v rámci sledu pěstebních osnov (v zemědělské terminologii *osevních postupů*) se respektují hlavně tím, že k plodinám vyžadujícím vyšší hodnotu pH se vápní přímo, případně v časovém předstihu tak, aby v době jejich pěstování na pozemku došlo k žádoucí úpravě pH i k přizpůsobení ostatních půdních vlastností. Je samozřejmé, že na jednom pozemku nelze vždy usilovat o dosažení zcela optimálního pH půdy podle požadavků všech plodin ZH.

- Potřebou vápnění se rozumí množství alkalicky působícího Ca (popř. Mg), kterou se dosahuje nebo udržuje optimální hodnota pH půdy. Celkovou potřebu vápnění tvoří dávka melioračního a udržovacího vápnění u půd s nižší než optimální hodnotou pH, nebo jen dávka udržovacího vápnění na půdách s již optimální úrovní pH.
- Vlastní realizace vápnění ve ŠS musí vycházet z místních podmínek a z dostupného sortimentu a množství vápenatých hnojiv. V praxi intenzivního pěstování SMLD je obvyklé, že **přednostně se vápní pozemky, které se nejvíce odchyľují od optimálního pH**. U smluvního pěstování SMLD ale tato zásada ustupuje do pozadí.
- Pro období let 2016–2020 přijal podnik LESOŠKOLKY s. r. o. strategii, že bude **preferovat** v systémech hnojení a péče o půdní úrodnost raději **častěji opakované vápnění** (vápnit vždy po dvou letech po ukončení pěstebního cyklu) **v menších dávkách** než úsilí jednorázově (a vysokou dávkou) se pokoušet změnit hodnotu výměnného pH na vytyčený cílový stav. Orientační dávky přibližuje tabulka 4-9.

Tabulka 4-9:

Návrh dávek mletých vápenců (v tunách/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	3,00	4,00

Pozn.: *Označení půdních druhů symbolem podle tabulky 4-1.

Indexy +/+/+/+/+:

+ nevápní se tehdy, obsahuje-li půda více než 0,3 % uhlíčanů, popř. je-li výměnná půdní reakce >5,8 pH u písčitých půd, >6,0 pH u hlinitopísčitých půd a >6,2 pH u písčitohlinitých půd (viz návaznost těchto hodnot výměnného pH s údaji v interpretační tabulce 4-3);

** 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. vykryvat dílčí ztráty vápníku z orničního půdního profilu);

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

2.4.4.4 Principy základního hnojení půd fosforem

Základním principem pro vyměřování dávek minerálních živin P, K a Mg bývá bilance živin v systému půda – rostlina. Hnojením se uhrazuje schodek živin této bilance. Rozhodující položkou je odběr živin rostlinami (řeší se tzv. *operativním* hnojením, resp. hnojením *na kulturu* či také *hnojením na list*) a dále některé další, většinou ztrátové položky živin z půdy, které se uhrazují tzv. *základním* hnojením půd (terminologie viz DUŠEK 1985 a další). Podkladem pro projekci hnojení jsou rozborů půd, popřípadě *anorganické rozborů rostlin* (v lesnické terminologii známější pod označením *listové analýzy*).

V nyní připravované soustavě hnojení u podniku LESOŠKOLKY s. r. o. dominuje snaha na základě údajů o obsahu rostlinám přístupných živin v půdě (P, K, Mg) upravit dávky základního hnojení těmito živinami tak, aby podpořily dosažení „optimálního obsahu živin v půdách“ (tj. předem stanovených cílových parametrů). Proto v půdách, kde obsah živin nedosahuje potřebných hladin (viz tab. 4-4 a 4-5), zvyšujeme dávky živin, aby se postupně (*obohacovacím*, resp. *dosycovacím* základním hnojením půd) vytvořil v orničním profilu požadovaný obsah živin. Naopak u půd s již vysokým obsahem živin se dávky základního hnojení vynechávají, neboť se počítá s čerpáním živin z půdní zásoby (ze „*staré půdní síly živin*“). Současné poznatky o sorpci živin, pohybu živin a jejich působení na produkci (VANĚK a kol. 2012) ukazují na to, že u P, K, Mg, ale i u Ca a většiny mikroelementů je možný **volnější systém hnojení**, zvláště při dosažení jejich optimálního obsahu v půdě.

Fosfor (chemická značka P) má jako základní minerální živina do jisté míry zvláštní postavení. Zatímco kationtové živiny (ionty K, Mg, Ca) jsou téměř výhradně výměnně poutané jílovými minerály a humusovými látkami, fosfor je převážně sorbován amorfními minerálními složkami půdy, tj. oxidy a hydroxidy hliníku a železa, popřípadě výměnně poutaným hliníkem a vápníkem. **Minerální** vápenaté sloučeniny fosforu mohou za příznivých podmínek fosfor uvolňovat do půdního roztoku. Sloučeniny s Al a Fe mají naopak velmi malou rozpustnost a zvláště sloučeniny Fe jsou pro většinu rostlin nepřístupné. Proces chemické sorpce fosforu v půdách je doprovázen vysrážením rozpustných fosforečnanů přes řadu nestabilních sloučenin ve formě hydratovaných částic, které jsou pro rostliny přijatelné jen do té doby, než dojde k jejich dehydrataci a ke krystalizaci. Základem minerálních forem fosforu v půdách jsou sloučeniny kyseliny trihydrogenfosforečné (H_3PO_4). Tvorba solí této kyseliny v půdě je úzce závislá na pH prostředí. V **organických vazbách** je vázána nejméně třetina až polovina celkového fosforu v půdě. Velká část organicky vázaného P v půdách je výsledkem biologické sorpce půdními mikroor-

ganismy, které imobilizují P do svých tělesných schránek. Takto vázaný fosfor může být po odumření mikroorganismů v dalších procesech mineralizace uvolněn a být rostlinám zdrojem pro výživu fosforem (VANĚK a kol. 2012).

Na výskyt jednotlivých sloučenin fosforu v půdě má **značný vliv pH půdy**. V kyselé půdě převládají fosforečnany železité, které mají jen velmi malou rozpustnost. Aplikace alkalicky působících vápenců (vápnění) a úpravy pH půdy tak velmi úzce souvisí se zpřístupňováním fosforu z půdní zásoby a jsou také jejím základem. Často vápnění pozemků školek již samo o sobě postačuje ke zlepšení výživy pěstovaného SMLD fosforem. Na straně druhé je nutné také konstatovat, že poznatky *Lesní ochranné služby* (LOS) a dalších terénních poradenských služeb VÚLHM z posledních desetiletí v ČR nesignalizují žádné závažné poruchy ve výživě pěstovaného prostokořenného SMLD fosforem. V tomto směru lze fosfor označit na „nejméně problematickou“ živinu a z hlediska jeho aplikací v lesních školkách lze do jisté míry přijmout jako akceptovatelná i různorodá řešení péče o půdní úrodnost a výživu SMLD fosforem. Dokonce ani případy silného hnojení fosforečnými hnojivy na půdách s již vysokou hladinou P v půdě (viz tab. 4-4) nebyly dosud doprovázeny navenek manifestovanou újmou, pokud se týká dosahování požadovaných standardů morfologické kvality SMLD. Fosfor je v půdě velmi málo pohyblivý a také jeho obsah v půdním roztoku je velmi nízký (zpravidla pod 0,5 ppm P), takže ztráty fosforu elucí a průniky P do hlubších horizontů jsou malé.

Pro navrhování a praktické aplikace základního hnojení půd fosforečnými hnojivy v podmínkách společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem jsou uplatňována doporučení, které přibližuje tabulka 4-10. **Doporučené dávky** jsou průnikem nejen obvyklých požadavků na doplnění zásob živin (zde fosforu) do orničních profilů obhospodařovaných půdních bloků, ale také přihlížejí k technické vybavenosti podniku a k možnostem využívané aplikační techniky. Uváděné hodnoty přes lokální ověřování mají univerzálnější přesah a lze je doporučit i pro poměry v ostatních tuzemských školkařských provozech, kde pěstitelé SMLD usilují u svých pozemků o zvyšování zásob živin. V soustavě hnojení se realizace opatření základního hnojení půd ve školkách předpokládají vždy před zahájením hlavního pěstebního cyklu. Ten bývá u většiny pěstovaných druhů dřevin zpravidla 2letý a obvykle bývá zahajován v jarním období. Základní fosforečné hnojení půd se tak realizuje buď ještě na podzim předchozího roku (po vyzvednutí předchozí produkce), nebo podle potřeby brzy na jaře (v předstihu několika týdnů) před novým oséváním ploch či před školkováním semenáčků. Předchází-li hlavnímu pěstebnímu cyklu pěstování kultur ZH, pak k doplnění živin do půdy základním hnojením lze využít poměrně široké časové rozpětí a hnojení půd lze integrovat s celou řadou jiných agrotechnických zásahů.

Tab. 4-10:

Návrh dávek doplňování fosforu (základního hnojení) do půd fosforečnými hnojivy pro různé (agrochemickým rozbohem doložené) kategorie obsahu rostlinám přístupného fosforu (P) v orničním profilu půd na školkařských polích společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem

Dosažená (agrochemickým rozbohem doložená) kategorie obsahu rostlinám přístupného fosforu (stanoveného metodou <i>Mehlich III</i>) v půdách lesních školek *	Doporučená opatření a obvyklé dávky základního hnojení půd lesních školek fosforečnými hnojivy před zahájením 2letého pěstebního cyklu (v kg P/ha) **
nízký (N)	dosycovací hnojení půdy v dávkách kolem 35–40 kg P/ha nebo vyšších je možné teprve po předchozích agromelioračních úpravách školkařských polí (podmínkou je vyhovující výměnné pH, „vysoká“ sorpční kapacita půdy >18 mval na 100 g půdy a „dobrý“ obsah humusu >3,2 % H _{ox})
vyhovující (VH)	obohacovací základní fosforečné hnojení půdy v dávkách kolem 25–30 kg P/ha
dobrý (D)	udržovací hnojení cca 15–20 kg P/ha
vysoký (V)	základní hnojení půd příslušnou živinou se vynechává na přechodnou dobu 1 pěstebního cyklu (obvykle na 2 roky)
velmi vysoký (VV)	další zvyšování obsahu P v půdách není žádoucí; základní hnojení příslušnou živinou se vypouští do doby, než obsah P v půdě poklesne na úroveň „dobrý“, popř. než dosáhne jiné žádoucí cílové hladiny

Indexy ^{***}:

* kategorizace obsahu rostlinám přístupného P v půdách lesních školek viz tab. 4-4;

** realizace základního hnojení půd v lesních školkách předpokládají na zájmových pozemcích školek systematické zjišťování obsahu rostlinám přístupných živin v půdě a výměnné půdní reakce nejpozději v 3letých intervalech, avšak vždy tak, aby výsledky půdních rozborů byly při plánování opatření k dispozici.

2.4.4.5 Principy základního hnojení půd hořčíkem

Pro výživu rostlin je kromě hořčíku (Mg) obsaženého v půdním roztoku významné též množství kationtů Mg²⁺ sorbovaných na půdní koloidy. V sumě kationtů (v kationtové výměnné kapacitě) zaujímá hořčík zcela zásadní postavení (ideálně 10–15 % z KVK u standardních zemědělských orných půd s půdní reakcí blízkou neutrální), a to hned za vápníkem (ten má mít v KVK alespoň 60–80% podíl). Rozsahy navrhovaných dávek základního hnojení půd ve školkách hořečnatými hnojivy blíže rozvádí tabulka 4-11.

Tab. 4-11:

Návrh rozsahů dávek základního hnojení půd hořečnatými hnojivy pro různé (agrochemickým rozbořem doložené) kategorie obsahu rostlinám přístupného Mg v orníčním profilu půd na školkařských polích společnosti Lesoškolky s. r. o. Řečany nad Labem

Dosažená (agrochemickým rozbořem doložená) kategorie obsahu rostlinám přístupného hořčíku (stanoveného metodou <i>Mehlich III</i>) v půdách lesních školek *	Doporučená opatření a obvyklé dávky základního hnojení půd lesních školek hořečnatými hnojivy před zahájením 2letého pěstebního cyklu (v kg Mg/ha)
nízký (N)	(a) dosycovací hnojení Mg v dávkách nad 50 kg Mg/ha hnojivy se síranovou nebo chloridovou vazbou Mg je možné teprve po předchozích melioračních úpravách půdy (podmínkou je vyhovující výměnné pH, „vysoká“ sorpční kapacita půdy >18 mval na 100 g půdy a „dobrý“ obsah humusu >3,2 % H _{ox}); do té doby je nutné uplatňovat pouze obohacovací stupeň hnojení Mg; (b) dosycovací hnojení půd vápenato-hořečnatými hnojivy s Mg v uhličitanové vazbě bývá přímou součástí melioračních opatření, kde se upravuje vzájemný poměr Ca : Mg : K v kationtové výměnné kapacitě
vyhovující (VH)	obohacovací stupeň hnojení půdy hořčíkem v dávkách kolem 30–50 kg Mg/ha (k doplnění Mg do půd školek je účelné maximálně využít opakované aplikace hořečnatých hnojiv v období, kdy jsou na školkařských polích pěstovány účelové plodiny – kultury <i>zeleného hnojení</i>)
dobrý (D)	udržovací hnojení cca 20–30 kg Mg/ha
vysoký (V)	základní hnojení půd hořčíkem se vynechává na přechodnou dobu 1 pěstebního cyklu (obvykle na 2 roky)
velmi vysoký (VV)	další zvyšování obsahu Mg v půdách není žádoucí; základní hnojení hořčíkem se vypouští do doby než obsah Mg v půdě poklesne na úroveň „dobrý“, popř. než dosáhne jiné žádoucí cílové hladiny

Index *:

* kategorizace obsahu rostlinám přístupného Mg v půdách lesních školek viz tab. 4-5.

2.4.4.6 Principy základního hnojení půd draslíkem

Vyhovující proporce v zastoupení kationtů v sorpčním půdním komplexu jsou nezbytným předpokladem pro harmonický příjem živin rostlinami. U draslíku (K) je žádoucí, aby K vůči Mg v ekvivalentním zastoupení vytvářel poměr (Mg : K) nejlépe 3 : 1 (nejméně 2 : 1). Draslík v sumě vyměnitelných kationtů (KVK) má u zemědělských orných půd tvořit 3–4 % sorpční kapacity. Návrhy dávek základního hnojení půd v lesních školkách draselnými hnojivy blíže rozvádí tabulka 4-12.

Samotná informace o obsahu rostlinám přístupných živin v půdě se dnes již hodnotí jako nedostatečná pro komplexní agronomickou charakteristiku půd. Metody vědeckého řízení výživy rostlin v zemědělské praxi stále více směřují k využívání ukazatelů (charakteristik) sorpční schopnosti půdy, neboť ta má dominantní postavení při ustavování koncentračních rovnováh mezi pevnou a kapalnou fází půdy. Jednou z využívaných charakteristik bývá tzv. *kationtová výměnná kapacita* (KVK). Klasické metody stanovení KVK půdy a obsahu výměnných kationtů v půdě spočívají v extrakci půdy molárním roztokem octanu amonného. Přebytek kationtů NH_4^+ vyluhovadla vytěsni z půdy výměnně sorbované kationty a NH_4^+ obsadí jejich místo. Absorbované amonné kationty jsou zpětně vytěsнены chloridem draselným po předchozím vytěsnění přebytku vyluhovadla etanolem. Ve výluhu půdy octanem amonným se stanoví kationty Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , popř. Na^+ a Mn^{2+} . Výluh půdy chloridem draselným se využije ke stanovení amoniakálního dusíku. Jeho obsah v ekvivalentním vyjádření odpovídá hodnotě KVK půdy. Klasický postup stanovení KVK je ovšem pracný, nákladný a časově náročný, takže se hledaly efektivnější metody. Jedna z nich je součástí nynějšího AZZP. Metoda ke kvantifikaci KVK půdy využívá přímo výsledky stanovení rostlinám přístupných živin ve výluhu podle *Mehlich III*. Označuje se jako *součtová metoda*, neboť obsahy hlavních kationtů (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) se nejprve vyjádří v mmol chemického ekvivalentu na 1 kg zeminy a následně se hodnota KVK vypočítá jako součet obsahů všech kationtů a výměnného vodíku stanoveného z rozdílu pH pufru a pH půdní suspenze, k níž byl pufr přidán (viz kap. 2.4.4.9).

Základní interpretační rámec pro hodnoty KVK uvádí tab. 4-8 (viz kap. 2.4.2.6). Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v ČR v období 2011 až 2016 (KLEMENT 2013) označují **hmotnostní poměr obsahů rostlinám přístupných živin K : Mg** (stanovených metodikou *Mehlich III*) do 1,6 jako „dobrý“ (D). V takovém případě (<1,6) se u polních plodin nepředpokládají problémy s výživou hořčíkem. Číselné hodnoty hmotnostního poměru K : Mg mezi 1,6 až 3,2 postupy AZZP interpretují jako „vyhovující“ (VH), kdy je zapotřebí při plánování draselného hnojení půd postupovat opatrně (tedy nepoužívat vysoké do-

sycovací dávky draselných hnojiv). Při hodnotách hmotnostního poměru K : Mg (nejedná se o ekvivalentní zastoupení obou prvků, ale o poměr číselných výsledků stanovení přístupných živin v půdě!) nad 3,2 se takový stav ovšem hodnotí již jako „nevyhovující“ (NVH) a doporučuje se **hnojení půd draselnými hnojivy vyločit**, aby se v důsledku antagonismu iontů draslíku vůči hořčíku a ostatním kationtům v sorpčním půdním komplexu nevytvářely podmínky pro nežádoucí luxusní příjem draslíku rostlinami a pro suboptimální příjem ostatních kationtů, zvláště pak hořčíku. Pro ověření těchto interpretačních kritérií AZPP v podmínkách lesních školek a pěstovaných druhů lesnický využívaných dřevin nicméně exaktní podklady dosud chybějí. Avšak pravidla AZPP o žádoucím hmotnostním poměru K : Mg ($<1,6$) jako hledisko, které má zmírňovat riziko nadměrného zatěžování písčitých půd lesních školek lehce rozpustnými draselnými solemi, pravděpodobně využívat lze.

Příklady výpočtů hmotnostního poměru K : Mg, ekvivalentního poměru Mg : K a interpretací:

- (a) Půdní analýzy kvantifikovaly obsah rostlinám přístupného K a Mg v půdě (stanoveného extrakcí podle *Mehlich III*) lesní školky následovně: K – 100 mg/kg a Mg – 30 mg/kg. Číselný (hmotnostní) poměr obou prvků (K : Mg) tedy činí 3,33 ($100 : 30 = 3,33$). Jde o poměr nevyhovující ($>3,2$). Draselné základní hnojení půdy se proto na 1 pěstební cyklus zcela vynechává a pozornost se přednostně soustředí na doplnění hořčíku do půdy hnojivy s vysokým obsahem hořčíku (např. vápnatým dolomitem, resp. uhličitánem hořečnatým $MgCO_3$).
- (b) Po stabilizaci hodnot rostlinám přístupného hořčíku byly v příštím cyklu agrochemického testování půd zjištěny následující obsahy živin: K – 90 mg/kg a Mg – 60 mg/kg. Hmotnostní poměr obou prvků (K : Mg) nově činí 1,50 ($90 : 60 = 1,5$). Tento hmotnostní poměr ($<1,6$) již draselné dosycovací hnojení půdy umožňuje.
- (c) Při ekvivalentním vyjádření by nový obsah jednomocného kationtu K^+ v KVK činil 2,3 mmol chemického ekvivalentu na 1 kg zeminy ($90/39,1 = 2,30$) a obsah dvojmocného kationtu hořčíku Mg^{2+} v KVK by byl 4,9 mmol chemického ekvivalentu na 1 kg zeminy ($60/12,15 = 4,94$). Ekvivalentní reverzní poměr obou prvků (Mg : K) by tedy nyní byl roven hodnotě 2,15 ($4,94/2,30 = 2,15$), což také splňuje naše současné představy o vzájemném harmonickém poměru obou živin (nejméně $>2,0$ a ještě lépe $>3,0$) v kationtové výměnné kapacitě.

Tab. 4-12:

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

Dosažená (agrochemickým rozbořem doložená) kategorie obsahu rostlinám přístupného draslíku (stanoveného metodou <i>Mehlich III</i>) v půdách lesních školek *	Doporučená opatření a obvyklé dávky základního hnojení půd lesních školek draselnými hnojivými před zahájením 2letého pěstebního cyklu (v kg K/ha)
nízký (N)	silné dosycovací hnojení půdy draslíkem v dávkách nad 140 kg K/ha je možné teprve po předchozích agromelioračních úpravách školkařských polí (podmínkou pro dosycovací hnojení K je vyhovující výměnné pH, „vysoká“ sorpční kapacita půdy >18 mval na 100 g půdy, „dobrý“ poměr K : Mg v KVK do 1,6 a „dobrý“ obsah humusu >3,2 % H _{ox}), do té doby pouze obohacovací stupeň hnojení K
vyhovující (VH)	obohacovací základní hnojení půdy draslíkem v dávkách kolem 80–140 kg K/ha (příklad: 400–650 kg síranu draselného na 1 ha před zahájením pěstebního cyklu); podmínkou uskutečnění obohacovacího draselného hnojení je i vyhovující poměr K : Mg v kationtové výměnné půdní kapacitě (je součástí stanovení AZPP)
dobrý (D)	udržovací hnojení cca 40–80 kg K/ha (příklad: 200–400 kg síranu draselného na 1 ha před zahájením pěstebního cyklu); podmínkou je vyhovující poměr K : Mg v kationtové výměnné půdní kapacitě
vysoký (V)	základní hnojení půd příslušnou živinou (K) se vynechává na přechodnou dobu 1 pěstebního cyklu (obvykle na 2 roky)
velmi vysoký (VV)	další zvyšování obsahu K v půdách není žádoucí; základní hnojení se vypouští do doby, než obsah K v půdě poklesne na úroveň „dobrý“, popř. než dosáhne jiné žádoucí cílové hladiny

Index :

* kategorizace obsahu rostlinám přístupného Mg v půdách lesních školek viz tab. 4-5.

Navržené dávky základního hnojení půd v lesních školkách draslíkem (tab. 4-12) i uváděná doporučení, že teprve na podkladě posouzení hmotnostních nebo ekvivalentních relací mezi draslíkem a hořčíkem v KVK je možné o draselnému hnojení vůbec uvažovat, do dosavadní praxe plánování hnojařských opatření v lesních školkách vnáší nový prvek, a to ochotou navrhovat 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 nižší, než které uváděly např. práce z období před dvaceti či třiceti lety (cf ŠARMAN 1984, s. 122; DUŠEK 1997, s. 60 aj.). Je to ale především zcela zásadním způsobem pozměněná dostupnost organických hnojiv (v širším smyslu i ostatních melioračních materiálů) pro **doplňování organické hmoty** a pro úpravy celkové sorpční kapacity půd v soudobých lesních školkách, která si takové korektury vyžádala. Nahlédneme-li do výše citovaných pramenů, tak např. Šarmanovy výpočty, kterými studentům lesního inženýrství tento vysokoškolský pedagog přibližoval tematiku stanovení potřeby organického hnojení v lesních školkách, běžně uvádějí dávky kolem 300 až 400 tun kompostu na 1 ha produkčních školkařských ploch (ŠARMAN 1984, s. 171). Totéž demonstruje DUŠEK (1997, s. 58) na příkladu modelové lesní školky (která byla založena na písčité půdě a 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. Možnost zrealizovat taková doporučení v lesních školkách se dnes může ale zdát spíše fikcí, než seriózním návrhem. A to přesto, že obecná platnost těchto doporučení se za uplynulá desetiletí nijak nezměnila.

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, ale také je třeba respektovat citlivost pěstovaných dřevin na obsah chlóru (Cl). Znamé 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 **preferance 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 na zrnitostně středních kategoriích půd při podzimní přípravě půdy, resp. při pěstování kultur *zeleného hnojení*. Mezi jarním hnojením školkařských ploch snadno rozpustným síranem draselným (K_2SO_4) a výsevem nebo školkováním je třeba zvláště na písčitých půdách vždy zachovávat dostatečný časový odstup (doporučují se obvykle nejméně 4 týdny). Zpracováním půdy je třeba zabezpečit rozprostření draselných hnojiv v celém orničním půdním profilu.

2.4.4.7 Principy hnojení sírou a mikroelementy

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

Síra 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 přístupných formách v relativně velkém množství (desítky kg/ha). Celkový obsah síry v půdě se obvykle pohybuje v rozmezí 0,01–0,1 %, 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 S zahrnují atmosférickou depozici, většinou ve formě srážek, síru z hnojiv a síru, která je uvolněna mineralizací půdní organické hmoty (ex KLEMENT 2013).

V rámci podniku LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem ucelená strategie hnojení sírou zatím vytyčena nebyla. Kalkuluje se s předpokladem, že upřednostňování síranových typů draselných hnojiv napomáhá potenciální disproporce ve výživě sírou řešit. Podniková orientace na sledování postupů monitoringu půdní úrodnosti s metodikami ÚKZÚZ pak je chápána jako vykročení správným směrem, neboť pedologické laboratoře tohoto ústavu v extraktu podle *Mehliča 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.

2.4.4.8 Principy operativního hnojení školkařských výpěstků

V soustavách hnojení v lesních školkách je úlohou *operativního hnojení* vykrývat požadavky pěstovaných rostlin na minerální živiny. Při operativním přihnojování produkce se klíčový význam přisuzuje optimalizacím výživy dusíkem. Na půdách dosycených P, Mg a K na úroveň kategorie „dobrý“ (viz tab. 4-4 a 4-5) lze pak očekávat synergický vliv dusíkatého hnojení i na příjem ostatních minerálních živin z půdní zásoby. Při plánování aplikací hnojiv s obsahem dusíku je především zapotřebí správně stanovit celkovou dávku dusíku, určit posloupnost a dobu aplikací, vybrat vhodný druh hnojiva i způsob aplikace, a to vždy s přihlédnutím k nárokům pěstovaných dřevin, k dynamice příjmu minerálních živin během vegetace i k půdně-ekologickým podmínkám daného stanoviště lesní školky. Stanovení celkové dávky dusíku (i ostatních prvků) principiálně vychází z odběru dusíku (prvků) produkcí. Vlastní odběr N představuje množství dusíku, které je akumulováno ve finálních školkařských produktech (výpěstcích) a které je zapotřebí operativním hnojením kompenzovat.

Výpočty potřeby minerálních živin ke krytí požadavků rostlin ve školkách se odvíjejí od předpokládané produkce (v kg sušiny dané produkce/ha/rok) a od obsahu daného prvku ve vytvořené biomase (v %): $POH = BP \times (OP/100)$ (v $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$), kde *POH* je potřeba operativního hnojení (v $\text{kg} \text{ č. ž./ha}$), *BP* je vytvořená biomasa produkce (v kg/ha) a *OP* je procentický obsah daného prvku v rostlinné biomase (v %). WITT (1997, s. 173) např. tento vztah (výpočet) demonstruje na příkladu, kdy sušina jednoletých semenáčků listnatých dřevin je reprezentována 3000 kg v přepočtu na 1 ha produkční plochy. Při koncentraci (obsahu) 2 % draslíku v sušině této biomasy poté činí roční odběr draslíku produkcí 60 $\text{kg} \text{ č. ž. K/ha}$. Citovaná práce (ibid., s. 174) např. jako standardní (běžný) odběr živin nadzemní biomasou školkařských výpěstků uvádí tyto průměrné hodnoty: 52 kg N , 7 kg P a 19 kg K . Tyto hodnoty je nutné navýšit nejméně o dalších 30 %, chceme-li započítat i odběr živin kořenovým systémem.

2.4.4.9 Základní výpočtová doplnění

Obsahy živin v půdách a rostlinách, stejně jako potřeba živin pro rostliny, se v současné době udávají v čistých prvcích (tzv. v „čistých živinách“; zkr. č. ž.). V minulosti bývalo pravidlem, že se dávala přednost vyjadřování obsahu živin také v oxidech

(kysličnicích). U hnojiv ovšem přetrvalo toto pravidlo i do současnosti, a to jakoliv je dlouhodobou snahou agrochemické vědy a praxe i u hnojiv jednotně přejít na uvádění údajů výhradně v čistých prvcích. Pro vzájemné přepočty je tak nezbytná znalost přepočtových koeficientů z prvků na oxidy a naopak (tab. 4-13).

Tab. 4-13:

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

Součtová metoda ke **stanovení KVK** využívá výsledky stanovení rostlinám přístupných živin ve výtluhu podle *Mehlich III*. Princip metody spočívá na tom, že obsah hlavních kationtů (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺), uváděný v mg·kg⁻¹, se vyjádří v mmol chemického ekvivalentu na 1 kg zeminy a následně se hodnota KVK vypočítá jako součet obsahů všech kationtů a výměnného vodíku (stanoveného z rozdílu pH pufru a pH půdní suspenze, k níž byl pufr přidán). Způsob praktického výpočtu při součtové metodě demonstrují údaje v tab. 4-14.

Přímým podkladem pro tento výpočet se staly elektronické multimediální učební texty s názvem „Laboratorní výuka z výživy rostlin“ na webovém serveru Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně (aut.: Petr Škarpá; Ústav agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin). Zájmcům o problematiku nejrůznějších agrochemických výpočtů, převodů jednotek atd. lze doporučit hlubší studium (e-learning) právě z tohoto internetového zdroje. Vzorové výpočty uvádějí i mnohé soudobé knižní zdroje (VANĚK a kol. 2012) nebo dnes již legendární *Abeceda výživy rostlin a hnojení* (BAIER a BAIEROVÁ 1985).

Zadání příkladu:

Při agrochemickém zkoušení půd byly na zájmovém pozemku zjištěny následující obsahy rostlinám přístupných živin v půdě (extrakce podle *Mehlicha III*): Ca – 2000; Mg – 300 a K – 150 (v mg/kg). Výměnná půdní reakce v analyzované půdě byla 7,6 pH. Agronom při zpracování plánu hnojení zájmového pozemku potřebuje znát zastoupení jednotlivých kationtů v sorpčním půdním komplexu.

Provedení výpočtu (viz tab. 4-14):

Obsah každého jednotlivého prvku (Ca, Mg a K) v mg/kg (výsledek AZPP stanovený extrakcí podle *Mehlicha III*) se vydělí přepočtovým koeficientem, který představuje podíl atomové hmotnosti daného prvku a jeho oxidačního čísla (mocenství). Výsledek určuje obsah prvku v mmol chemického ekvivalentu na 1 kg zeminy. Obsah výměnného H⁺ (v mmol chemického ekvivalentu na 1 kg zeminy) se určí následujícím výpočtem: $[8 \times (8 - 7,6)]/0,1 = 32$ mmol chem. ekv./kg. Součet obsahu jednotlivých kationtů (v mmol chemického ekvivalentu na 1 kg zeminy) a výměnného vodíku ($99,8 + 24,7 + 3,8 + 32 = 160,3$) představuje hledanou hodnotu KVK (v mmol chemického ekvivalentu na 1 kg zeminy). Avšak tato suma kationtů se jako číselná hodnota samostatně v agronomické praxi nehodnotí. Hodnotí se ale relativní zastoupení kationtů v této sumě. Vápník tedy zaujímá 62,2 % ($99,8 : 160,3$), hořčík 15,4 % a draslík 2,4 %.

Praktický agronomický (interpretací) závěr:

Dané zastoupení kationtů v KVK na zájmovém pozemku dovoluje např. navrhovat dosycovací (zásobní) hnojení draslíkem.

Tab. 4-14:

Praktický příklad výpočtu kationtové výměnné kapacity (KVK) součtovou metodou z primárních výsledků stanovení rostlinám přístupných živin ve výluhu půdy podle metodiky *Mehlich III* (autor početního příkladu: Petr Škarpa; převzato z internetového zdroje; originál na http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/laborator/index.php)

Prvek	Atomová hmotnost prvku (1 mol)	1 mol ekv.	Přepočtový koeficient na 1 mmol chem. ekv.	Obsah prvku dle <i>Mehlich III</i> v 1 kg zeminy (v mg)	Množství prvku v 1 kg zeminy (v mmol chem. ekvivalentu)
Ca ²⁺	40,08	20,04 g	20,04 mg	2000	99,8
Mg ²⁺	24,31	12,15 g	12,15 mg	300	24,7
K ⁺	39,10	39,10 g	39,10 mg	150	3,8
H ⁺	Výpočet z rozdílu pH pufru a pH půdní suspenze (viz text)				32,0
Suma obsahu všech kationtů a výměnného vodíku (v mmol ch. ekv./kg)					160,3

Některé alternativní přepočtové koeficienty pro převody hmotnostních jednotek oxidů prvků na látkové množství (milimoly) uvádí tab. 4-15. Užitečným metodickým upřesnění mohou být i hodnoty relativních atomových hmotností nejdůležitějších makroelementů a minerálních prvků: C = 12,011; O = 15,999; H = 1,008; N = 14,007; P = 30,97; K = 39,10; Na = 22,989; Ca = 40,08; Mg = 24,31; S = 32,06; Cl = 35,45; Fe = 55,85; Al = 26,98 atd.

Tab. 4-15:

Koeficienty pro přepočet vybraných oxidů hlavních rostlinných živin (v %) na milivaly a poté na milimoly (převzato podle Baiera a Baierové 1985, s. 321)

Oxid (kyslíčnick)	Koeficient	Na milivaly	Koeficient	Na milimoly
% (N)	× 71,4	= mval N	× 1,00	= mmol N
% P ₂ O ₅	× 42,3	= mval P	× 0,33	= mmol P
% K ₂ O	× 21,3	= mval K	× 1,00	= mmol K
% Na ₂ O	× 32,2	= mval Na	× 1,00	= mmol Na
% CaO	× 35,6	= mval Ca	× 0,50	= mmol Ca
% MgO	× 49,8	= mval Mg	× 0,50	= mmol Mg
% SO ₃	× 25,0	= mval S	× 0,50	= mmol S

3 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

„Novost postupů“ vyplývá z faktu, že uplynulá dvě desetiletí (od roku 1995) nebyla problematika optimalizací soustav hospodaření na půdách lesních školek zařazena do struktury žádného z resortních výzkumných úkolů. Publikace zaměřené na otázky půdní úrodnosti a hnojení v lesních školkách, které má nyní hospodářská praxe k dispozici, vesměs vznikaly v období kolem let 1984 až 1994. Počátek takto vymezeného období například připomínají dosud asi ještě praxí nedocenené učební texty od doc. Ing. Jana Šarmana, CSc. (Vysoká škola zemědělská v Brně, 1984), které studentům lesního inženýrství poskytovaly velmi solidní základy z lesnického půdoznalství a obsahovaly mnoho praktických návodů, jak k otázkám péče o půdní úrodnost v lesních školkách přistupovat. V přehledu soudobých publikací, věnovaných péči o půdy v lesních školkách hnojením, rozhodně nelze neuvést přednášky doc. Dr. Ing. Dušana Vavříčka (Mendelova univerzita v Brně), které vyplnily letitou absenci tohoto tématu mezi lesními školkaři, když se staly součástí vzdělávacího cyklu *Inovace kvalifikačních znalostí v oboru lesního školkařství 2012*, uspořádaného pro technické pracovníky v lesním školkařství na Institutu celoživotního vzdělávání Mendelovy univerzity v Brně (VAVŘÍČEK 2012). Tyto přednášky nesporně posunuly úroveň poznatků praktických lesních školkařů v ČR dopředu.

Hlavní srovnávání „novosti postupů“ nicméně nepramení ve zcela zásadním a novém přehodnocování pohledu na (trvale platnou) potřebu našim hospodařením postupně nezhoršovat generacemi vybudovanou produkční schopnost půd a na pozemcích školek aplikovat *trvale udržitelné* postupy a technologie pěstování sadebního materiálu. Klíč k porovnávání „novosti postupů“ spočívá především v přizpůsobování poznatků reálným možnostem laboratorní analytické praxe v České republice. Každá z výše připomínaných prací totiž byla vsazena do úzce příslušných (a vzájemně také odlišných) etap konkrétní přístrojové vybavenosti pedologických laboratoří v ČR a do období preferencí (vzájemně neporovnatelných a odlišných) metod instrumentální analytické chemie. Šarmanovy učební texty (1984) tak odrážely téměř výhradní užívání výluhu kyseliny citronové k analýzám lesních půd v ČR; práce Nárovce a Duška (1988–1994) reagovaly na standardní užívání mléčnanu vápenatého (metoda stanovení rostlinám přístupného P podle *Egnera*), chloridu vápenatého (stanovení Mg podle *Schachtschabela*) a směsného roztoku octanu a šfavelanu amonného (stanovení K podle *Schachtschabela*) v síti oblastních zemědělských laboratořích; Vavříčkova doporučení (2012) již spadala do období, kdy preferovaným typem extrakce na Ústavu geologie a pedologie Lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy univerzity v Brně byl výluh, označovaný jako *Mehlich II*. Aby byla individuální rozdílnost v analytické praxi jednotlivých chemických laborato-

ří ještě zřejmější, pak lze doplnit, že od roku 1994 používá pedologická laboratoř ve Výzkumném ústavu lesního hospodářství a myslivosti ve Strnadlech k analýzám lesních půd extrakci v roztoku chloridu amonného nebo chloridu barnatého a že od roku 1998 užívá síť laboratoří Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (ústředí Brno) inovovanou extrakci podle *Mehliha III* (předtím *Mehlich II*). Na tento ústav (ÚKZÚZ) byla v roce 1998 *zákonem o hnojivech* (blíže viz § 11 zákona č. 156/1998 Sb., *o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravcích a substrátech a o agrochemickém zkoušení půd* (*zákon o hnojivech*), *ve znění pozdějších předpisů*; a veškeré podzákonné právní předpisy, vydané k provádění tohoto zákona) delegována gesce pro zjišťování půdních vlastností lesních pozemků.

„Novost postupů“ aktuálně předkládané metodiky tak vychází především z toho, že autorský kolektiv se pokusil své návrhy pro optimalizace podnikových soustav hnojení a hospodaření na půdách lesních školek „usadit“ do spektra aktuálně platných analytických a interpretačních postupů *agrochemického zkoušení zemědělských půd*, které ke stanovení rostlinám přístupných živin v půdě využívá výluh podle *Mehliha III*. Praktickému tuzemskému lesní školkařství se tak naskýtá příležitost začít nově využívat také síť pedologických (chemických) laboratoří, metodicky jednotně řízených ÚKZÚZ, k průběžnému monitoringu vybraných indikátorů půdní úrodnosti na obhospodařovaných půdních blocích (školkách). Autoři práce spatřují v navrhovaném řešení perspektivu a nemalý budoucí potenciál. Samozřejmě, že bude také záležet na příštích rozhodnutích samotných pěstitelů sadebního materiálu lesních dřevin.

Metodika je rovněž příspěvkem k diskuzi, která je aktuálně vedena v rámci celého agrokomplexu (v ČR 4 264 tis. ha půdy) a jejímž tématem je obava, nakolik se prohlubuje rozklad trvalejší organické hmoty (podporovaný převážně jednosložkovými dusíkatými hnojivými) bez péče o základy půdní úrodnosti (hnojení statkovými hnojivými) a nakolik dochází k pozvolnému nástupu degradačních procesů v zemědělských půdách (NĚMEC 2015, s. 51).

4 POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Předkládaná práce své závěry koncipuje především pro podmínky lesních školek založených na písčitéch sedimentech pleistocenních teras v České tabuli. Přímé využití navrhovaných zásad správné agronomické praxe při hospodaření na písčitéch půdách se předpokládá na produkčních polích společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem. Doporučené postupy při monitoringu vybraných ukazatelů půdní úrodnosti s využitím postupů agrochemického zkoušení zemědělských půd a navazující návrhy pro základní hnojení půd mohou nacházet širší uplatnění také v dalších školkařských provozech v rámci jiných regionů České republiky.

5 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Ekonomické vyhodnocení pozitivních aspektů zavedení předkládaných pěstebně melioračních postupů bylo v této fázi analyzováno výhradně jen v soudobých podmínkách výrobního podniku LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem (řešitele projektu), který disponuje cca 200 hektary produkčních školkařských ploch (blíže viz úvod kap. 2.4 na straně 14).

Při srovnávání vůči v minulosti zavedené praxi, která pokud se týká intenzity draselného hnojení pomocí granulovaného síranu draselného (jednosložkové draselné hnojivo s 50 % K_2O ; obvyklá cena u tohoto hnojiva činí 15,1 tis. Kč/tunu hnojiva) dříve aplikovala nejméně o 200 kg hnojiva na 1 ha (tj. o 100 kg č. ž. K_2O/ha) více, než doporučuje předkládaná metodika, vyplynulo, že při každoročním uplatnění nových doporučení pro draselné hnojení, a to na třetinové výměře produkčních ploch *Lesoškolek*, tj. na výměře 70 ha, dojde k úspoře podnikových finančních prostředků (výdajů) na nákup síranu draselného ve výši kolem 210 tisíc Kč ročně (výpočet: $0,2 \times 15 \times 100 \times 70 = 211,4$ tis. Kč).

Míru přímých ekonomických úspor u ostatních výrobních podniků je nutné posuzovat a odhadovat diferencovaně podle míry intenzifikace, kterou již daný podnik

v oblasti užití průmyslových hnojiv dosáhl. Pro podniky, které v minulosti neinvestovaly do rozvoje produkční schopnosti půdy hnojením ani do péče o základy půdní úrodnosti, a také pro ty podniky, které tak dlouhodobě a záměrně využívaly odčerpávání živin produkcí z jejich zásob v půdě, mohou dokonce předkládaná doporučení vyhodnotit jako citelně nákladnější, než kolik doposud činila jejich zavedená výrobní praxe.

Návrhy optimalizovaných dávek udržovacího, obohacovacího a dosycovacího hnojení mají potenciál ve výrobních nákladech školkařských podniků vytvořit roční úsporu výdajů za průmyslová hnojiva ve výši cca 2 tisíce Kč/ha. Ekonomické aspekty v širším měřítku budou záležet na rozsahu (výměře pozemků), kde metodika nalezne reálné praktické uplatnění.

6 SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- BAIER, J., BAIEROVÁ, V.: *Abeceda výživy rostlin a hnojení*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1985. 360 s.
- DUŠEK, V.: *Metodický pokyn pro rozborů půd v lesních školkách*. 1. vydání. Jiloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 1985. 5 s. – Bulletin TEI, série Pěstování, č. 1/85.
- DUŠEK, V.: *Lesní školkařství. Základní údaje*. 1. vydání. Písek, Matice lesnická 1997. 139 s.
- DUŠEK, V., NÁROVEC, V.: Jsou kultury „zeleného hnojení“ aktuální i v soudobém lesním školkařství? *Lesnická práce*, 70, 1991, č. 2–3, s. 60–63.
- JANDÁK, J., PRAX, A., POKORNÝ, E.: *Půdoznalství. Studijní texty*. 1. vydání. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně 2001. 140 s.
- JANEČEK, M. a kol.: *Pozemkové úpravy se zaměřením na bonitaci a pedologii*. 2. upravené vydání Praha, Institut pro místní správu 1999. 73 s.
- KLEMENT, V.: *Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice v období 2011 až 2016*. 1. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2013. 42 s.

- KLÍR, J., KOZLOVSKÁ, L.: Správná zemědělská praxe pro ochranu vod před znečištěním. Certifikovaná metodika pro praxi. 1. vydání. Praha-Ruzyně, Výzkumný ústav rostlinné výroby 2012. 24 s.
- KLÍR, J., KUNZOVÁ, E., ČERMÁK, P.: Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení. Metodika pro praxi. 2. vydání. Praha-Ruzyně, Výzkumný ústav rostlinné výroby 2008. 48 s.
- KOPECKÝ, J.: Rozřídování a označování zemin a půd na základě součástí půdotvorných. 1. vyd. Praha, České knihkupectví E. Weinfurtra 1910. 39 [40] s.
- LEDINSKÝ, J.: Hnojení sazenic v lesních školkách průmyslovými hnojivy. 1. vydání. Jíloviště-Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 1987. 10 s. – Bulletin TEI, série Pěstování, č. 2/87.
- MATERNA, J.: Z činnosti fyziologické laboratoře. In: Jindra, J. a kol.: 50 let lesnického výzkumu v ČSR. *Lesnická práce*, 50, 1971, č. 9, s. 396–398.
- MAUER, O., RADOSTA, P.: Odpadní kůra v lesním školkařství. In: Volná, M. a kol.: *Racionalizace velkoškolkařské výroby*. Učební texty pro postgraduální studium. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně 1984, s. 19–25.
- MENTBERGER, J.: Evidence ve školkách. *Lesnická práce*, 37, 1958, č. 9, s. 396–399.
- MZe ČR: Nařízení vlády č. 262/2012 Sb., o stanovení zranitelných oblastí a akčním programu s komentářem (aktualizované znění po novele č. 117/2014 Sb.). 1. vydání. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR 2014. 45 s.
- NÁROVEC, V.: Pokyny pro udržování produkční schopnosti půd v lesních školkách. Realizační výstup etapy dílčího výzkumného úkolu. Opočno, VÚLHM – Výzkumná stanice 1995. 36 s.
- NÁROVEC, V.: O půdách v lesních školkách. Půdní podmínky v lesních školkách, jejich kontrola a vyhodnocování výsledků půdních rozborů. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce* 2003. 27 s.
- NĚMEC, P.: Kvantifikace udržitelnosti půdní úrodnosti pomocí metod termodynamické a informační teorie. [Studie]. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2015. 54 s.
- NĚMEČEK, J., MACKŮ, J., VOKOUN, J., VAVŘÍČEK, D., NOVÁK, P.: Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. 1. vydání. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze 2001. 79 s.
- NOVÁK, V.: Půdoznalství. IV. díl. Základy rozboru a výzkum půd. [Učební texty vysokých škol]. 1. vydání. Praha, Státní pedagogické nakladatelství 1953. 71 s.

- NOVÁK, V.: Půdoznalství. I. – III. díl. [Učební texty vysokých škol. Určeno pro výuku předmětů I. Půdoznalství všeobecné, II. Půdoznalství speciální a III. Základy zemědělského půdoznalství]. 1. vydání. Praha, Státní pedagogické nakladatelství 1954. 341 s.
- PEŘINA, V., MATERNA, J.: Výživa a hnojení semenáčků a sazenic. In: Dušek, V., Kotyza, F. a kol.: *Moderní lesní školkařství*. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1970, s. 322–356.
- POKORNÝ, E., ŠARAPATKA, B., HEJÁTKOVÁ, K.: Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku. [Metodická pomůcka]. 1. vydání. Náměšť nad Oslavou, ZERA – Zemědělská a ekologická regionální agentura 2007. 28 s.
- SPIRHANZL, J.: Půdoznalství pro každého. O složení a vlastnostech půdy, jejím hnojení, zpracování a využití. 1. vydání. Praha, Agrární nakladatelská společnost 1944. 119 s.
- ŠARMAN, J.: Lesnické půdoznalství s mikrobiologií. Příručka pro cvičení. [Učební texty pro posluchače Lesnické fakulty Vysoké školy zemědělské v Brně]. 1. vydání. Praha, Státní pedagogické nakladatelství 1984. 225 s.
- ŠIMON, J., LHOTSKÝ, J. a kol.: Zpracování a zúrodnování půdy. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1989. 317 s.
- TRÁVNÍK, K. a kol.: Metodický návod pro hnojení plodin. 5. vydání. Brno, Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský 2012. 26 s.
- VANĚK, V., BALÍK, J., ČERNÝ, J., PAVLÍK, M., PAVLÍKOVÁ, D., TLUSTOŠ, P., VALTERA, J.: Výživa zahradních rostlin. 1. vydání. Praha, Nakladatelství Academia 2012. 568 s.
- VAVŘÍČEK, D.: 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 2012, s. 205–213.
- VOPRAVIL, J. a kol.: Půda a její hodnocení v ČR. [Díl I.]. 2. vydání. Praha, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy 2010. 148 s.
- WITT, H.-H.: Düngung im Freilandquartier. In: Krüssmann, G. et al.: *Die Baumschule. Ein praktisches Handbuch für Anzucht, Vermehrung, Kultur und Absatz der Baumschulpflanzen*. 6. völlig neubearbeitete Auflage. Berlin, Parey Buchverlag 1997, p. 147–198.
- ZAVADILOVÁ, D.: Jak je to s půdní kontrolou? *Zprávy VÚLH*, 1, 1955, č. 7, s. 175–177.

7 SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE (z období 2014–2016)

- NÁROVCOVÁ, J., NÁROVEC, V.: Vývoj požadavků na půdy v lesních školkách. In: *Malé lesní školky, ano či ne?* Sborník referátů přednesených na odborném semináři středočeské regionální organizace SVOL v ČR. Jemniště, 10. září 2014. Sest. M. Pacovský. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2014, s. 16–23. (Výstup za TA04021467)
- NÁROVCOVÁ, J., NÁROVEC, V.: Zjišťování parametrů půdní úrodnosti v lesním školkařství České republiky. In: *Lesné semenárstvo, škôlkarstvo a umelá obnova lesa 2016*. Zborník abstraktov. Liptovský Ján, 22. a 23. júna 2016. Ed. M. Sušková. Snina, Združenie lesných škôlkarov Slovenskej republiky 2016, s. 15. (Výstup za TA04021467)
- NÁROVEC, V.: Prověřování kvality zdroje závlahové vody v lesních školkách. In: *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. I. Vybrané problémy lesního semenářství a školkařství*. Sborník příspěvků. Třeboň-Vlčí luka, 22. 6. 2016. Sest. P. Martinec. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR 2016, s. 54–59. (Výstup za TA02020335)
- NÁROVEC, V.: Najde tuzemské lesní školkařství na prahu nových výzev cestu k tomu být nadále moderní? In: *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. I. Vybrané problémy lesního semenářství a školkařství*. Sborník příspěvků. Třeboň-Vlčí luka, 22. 6. 2016. Sest. P. Martinec. Tečovice, SLŠ ČR 2016, s. 5–8. (Výstup za TA04021467)
- NÁROVEC, V.: Jakým směrem se v tuzemském lesním školkařství bude ubírat smluvní pěstitelství? In: *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. II. Intenzifikační opatření v lesních školkách*. Sborník příspěvků. Řečany nad Labem, 6. 9. 2016. Sest. P. Martinec. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR 2016, s. 5–10. (Výstup za TA04021467)
- NÁROVEC, V.: Využívání agrochemické půdní kontroly v lesním školkařství České republiky. In: *Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. II. Intenzifikační opatření v lesních školkách*. Sborník příspěvků. Řečany nad Labem, 6. 9. 2016. Sest. P. Martinec. Tečovice, SLŠ ČR 2016, s. 43–50. (Výstup za TA04021467)
- NĚMEC, P., NÁROVCOVÁ, J., NÁROVEC, V.: Zásady pěstování jednoletých kryto-kořených semenáčků listnatých dřevin výškové třídy 51–80 cm. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM 2014. 45 s. – Lesnický průvodce 2/2014. (Výstup za TA02020355)

8 DEDIKACE

Metodika je výsledkem řešení projektu TA04021467 „Optimalizace systémů hnojení a hospodaření na půdách lesních školek“, který finančně podpořila Technologická agentura České republiky. Podíl řešitelů (a spoluúčast jednotlivých autorů) na zpracování a finalizaci předkládaného výstupu projektu je rovnocenný, resp. zcela shodný. Jména autorů metodiky jsou **seřazena sestupně dle abecedního pořadí** jejich příjmení. Každý z autorů z prostředků TA ČR u svých zaměstnavatelů čerpal shodných 0,20 (resp. 20 %) ročního pracovního úvazku (cca 400 hodin ročně). Řešení projektu započalo v červenci 2014.

Za všestrannou podporu při studiu problematiky a během uplynulých 26 měsíců řešení projektu autoři metodiky adresují upřímný dík všem svým blízkým spolupracovníkům. Poděkování za kritické připomínky při přípravě rukopisu metodiky a při její certifikaci náleží také oponentům práce. Vážíme si všech kolem sebe, kteří spolehlivou účastí na projektu autorům napomáhali při vedení vegetačních pokusů a při všech ostatních terénních šetřeních, která se uskutečnila ve společnosti LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem a také na Výzkumné stanici Opočno – útvaru pěstování lesa Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i. Strnady.

9 OSTATNÍ NÁLEŽITOSTI CERTIFIKOVANÉ METODIKY

V souladu se závazným *Postupem pro uznání výsledku typu „Nmet – Certifikovaná metodika“*, který vydalo Ministerstvo zemědělství – Odbor výzkumu, vzdělávání a poradenství dne 9. května 2016, jsou v následujících podkapitolách uvedeny další požadované údaje nebo doplňující informace.

9.1 Jména oponentů a názvy jejich organizací

Posudek pracovníka příslušného odborného orgánu státní správy vypracovala: Ing. Lada Krnáčová; Ministerstvo zemědělství ČR, odbor hospodářské úpravy a ochrany lesů (16210).

Posudek odborníka v daném oboru vypracoval: Ing. Jiří Valtera; AGRO CS a. s., Říkov č. 265, PSČ 552 03 Česká Skalice-Říkov.

9.2 Podíly na vzniku předkládané metodiky

Účast, role a podíl řešitelských pracovišť na řešení výzkumného úkolu předurčovala přihláška projektu. Každý ze členů řešitelského týmu z prostředků TA ČR u svých zaměstnavatelů v období červenec 2014 až prosinec 2016 čerpá shodný objem z naplánované kapacity ročního pracovního úvazku (vyjadřovaného indexem, zaokrouhleným na 2 desetinná místa; 100 % = 1,00). Souhrnně za toto období řešení projektu byl čerpaný objem roční pracovní kapacity u jednotlivých autorů předkládané metodiky následující (uspořádáno podle abecedního pořadí příjmení tzv. klíčových osob):

Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.: celkem **0,50** (2014: 0,10; 2015 a 2016: 0,20),

Ing. Václav Nárovec, CSc.: celkem **0,50** (2014: 0,10; 2015 a 2016: 0,20),

Ing. Přemysl Němec: celkem **0,50** (2014: 0,10; 2015 a 2016: 0,20).

9.3 Osvědčení odborného orgánu státní správy o certifikaci

Osvědčení o uznání uplatněné certifikované metodiky s názvem "Optimalizace hnojení a hospodaření na půdách lesních školek" vydalo Ministerstvo zemědělství České republiky dne 21. 10. 2016 (Osvědčení č. 60435/2016-MZE-16222/M123) v souladu s podmínkami "Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje".

Seznam použitých zkratk

AZZP	agrochemické zkoušení zemědělských půd
cf	lat. <i>confer</i> (srovnej)
ČR	Česká republika
ČSN	československá státní norma
ČSR	Česká socialistická republika
ČSSR	Československá socialistická republika
Ed.	editor (sestavovatel sborníku)
ex	lat. předložka <i>ex</i> (význam <i>z, ze</i>)
GS LČR	Grantová služba Lesů České republiky (Teplice)
ibid.	lat. <i>ibidem</i> (tamtéž)
KPP	Kompletní průzkum půd ČSSR (půdoznalecká šetření z let 1961–1971)
KVK	kationtová výměnná kapacita
LDF	Lesnická a dřevařská fakulta (Brno)
LH	lesní hospodářství
LOS	<i>Lesní ochranná služba</i> (Strnady)
LPIS	Veřejný registr půdy (Land Parcel Identification System)
MENDELU	Mendelova univerzita v Brně
MKK	maximální kapilární kapacita půdy
MZe	Ministerstvo zemědělství (Praha)
NS	<i>nitratová směrnice</i> (Směrnice Rady 91/676/EHS z 12. prosince 1991 k ochraně vod před znečištěním dusičnany ze zemědělských zdrojů)
PB/DPB	půdní blok nebo díl půdního bloku
pl.	plocha (ve významu <i>produkční jednotka, školkařské pole</i> apod.)
Sb.	Sbírka zákonů ČR
SMLD	sadební materiál lesních dřevin
s. r. o.	společnost s ručením omezeným
SVOL	Sdružení vlastníků obecních a soukromých lesů v ČR

ŠS	školkařské středisko
TA ČR	Technologická agentura České republiky
TEI	technickoekonomická informace
ÚKZÚZ	Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (Brno)
USDA	United States Department of Agriculture
VS	Výzkumná stanice (Opočno)
VÚLH	Výzkumný ústav lesního hospodářství (do roku 1959)
VÚLHM	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (Strnady)
VÚMOP	Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy (Praha-Zbraslav)
v. v. i.	veřejná výzkumná instituce
ZERA	Zemědělská a ekologická regionální agentura (Náměšť nad Oslavou)
ZH	zelené hnojení (kultury plodin tzv. <i>zeleného hnojení</i>)
ZOD	zranitelné oblasti (dusičnany)

OPTIMIZATION OF FERTILIZATION AND SOIL MANAGEMENT IN FOREST NURSERIES

Summary

LESOŠKOLKY s. r. o. Řečany nad Labem continuously monitors selected indicators of soil fertility; the soil diagnosis is devised as a part of fertilization systems and sets of forest nursery land management. The soil fertility parameters are surveyed by the latest monitoring systems used in *agrochemical testing of soils* (ATS/AZZP). In accordance with this plan, we begin to use a set of soil fertility indicators and their analytic determining compatible with ATS/AZZP (*Mehlich III*).

Data for fertilization systems application and forest nursery soils management are collected by periodical soil surveying. The soil type determination is based on the soil texture. The soil granulometric analyses usually focus only on fine-earth particles (particle diameter <2.00 mm). *The basic chemical analysis* of forest nursery soils usually comprises the following analytic data: exchange soil reaction (in CaCl_2 soil extraction), content of plant-available P, K, Mg and Ca (*Mehlich III* extraction), content of organic substances (C_{ox}), or humus (H_{ox}), total nitrogen content (N_t), cation-exchange capacity (CEC/KVK), K:Mg cation exchange ratio. *The complementary chemical analysis* of the soil usually determines the exchange soil reaction and the content of basic plant-available mineral nutrients (P, K, Mg and Ca). The ATS/AZZP system meets all requirements of complementary forest nursery soil analysis.

The present ATS/AZZP system accepts the traditional Novák's soil-type classification scale which uses clay weight ratio (all soil grains of the diameter <0.01mm) in fine earth. Measures aimed at reaching and maintaining the *optimum* soil reaction in forest nurseries are fundamental for a systematic care of soil fertility. Soil liming compensates for calcium lost by elution and other effects even in the case the optimum exchange soil reaction was reached in a nursery plot. Unsatisfactorily low pH is increased to optimum (target) values by soil-improvement liming. The target (optimum) value of the exchange soil reaction can be viewed from various points; a universal answer – trying to comply with the soil type and the mix of tree species grown – is optimization of the exchange soil reaction to the idealized $5.5 \text{ pH} \pm 0.2$ (5.3–5.7 pH). The paper presents rules for liming the plots, suggested dosages of ground limestone for maintenance or soil-improving liming of various soil types in productive nursery plots. The soil reaction treatment in nurseries is one of the most important agrochemical interventions as it influences almost all processes in the soil. The principles of suggested soil reaction treatment follow the existing

liming rules preferring more frequent liming (two years after the completion of the growing cycle) in small doses over lump sum, high-dose treatment.

The paper also proposes interpretation tables of plant-available phosphorus, potassium and magnesium in mineral soils of forest nurseries (*Mehlich III* extraction) and suggests the following categories: low, satisfactory, good, high, and very high. In the upcoming fertilization system in LESOŠKOLKY, we see a dominating effort to analyse data of P, K and Mg available content in the soil, and adjust dosages of the basic fertilizing to achieve “an optimum content of the nutrients in the soil” (i.e. previously set target parameters). Therefore, we increase nutrient dosages in poor soils so that we gradually enrich, fortify the soil and achieve the desired nutrient content in the soil profile. On the contrary, in rich soils, we skip the basic doses of fertilizers and count on drawing the nutrients from the soil reserves (from the “*old soil mineral reserves*”). Recommendations for basic application of phosphatic, potash and magnesium fertilizers in LESOŠKOLKY are presented in tabular summaries. In the fertilization system, basic soil fertilizing in nurseries is supposed to take place before the main growing cycle. The cycle usually takes two years (in most nursery-grown species) and usually begins in spring. Basic soil fertilizing by phosphatic, potash and magnesium fertilizers is therefore carried out in the autumn of the previous year (after having collected the previous production), or early in spring (several weeks ahead) before new sowing or seedling transplanting. When green manuring precedes the main growing cycle, basic nutrients can be replenished in the soil in a broader time-span and basic fertilizing can be combined with various agrotechnical measures.

The content of organic substances is analytically determined as oxidizable carbon (C_{ox}) in % of the soil weight. Oxidizable carbon is used for calculating the humus content (H_{ox}) in the soil: $H_{ox} = C_{ox} \times 1.724$ (in %). Currently, at least a half of production plots fails to reach the traditionally acknowledged minimum limit of 3.0 % H_{ox} . In LESOŠKOLKY, the real content of organic substances in the soil and their role in particular soil-texture types is therefore strictly surveyed and evaluated on an individual basis, in accordance with the soil classification based on organic substances (or, rather, humus) content proposed for 2016–2020. We regularly include *green manuring* (GM/ZH) plants into the crop sequence to bridge the gap between an increasing need of humus (organic) fertilizers and their actual availability. GM/ZH alone, though, is not an equal substitute to organic fertilizers but can contribute to humus content stabilization in the soil. When we consider future trends in soil fertility regeneration in forest nurseries, it is necessary to point out that growing GM/ZH plants in forest nursery plots supports numerous other soil properties. GM/ZH application positively influences and enhances microbial soil activity (making immobilized nutrients available), help in weed eradication,

improves physical properties of the soil, esp. stabilizes favourable forms of the soil structure etc. Green manuring cultures play a substantial role in eliminating negative effects of growing monocultures in the nurseries, esp. coniferous tree species over and over again. In traditional forest-nursery management, GM/ZH are a common part of the crop sequence; GM/ZH cultures are grown after every (usually two-year) growing cycle, i.e. every three years. In commercial intensive forest nurseries, GM/ZH cultures are recommended after two main growing cycles, i.e. every five years.

Determination of the total nitrogen content (N_t) in the soil is standardly based on mineralization by so called Kjeldahl method. Cation exchange capacity (CEC/KVK) expresses the amount of cations (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , NH_4^+ and Na^+) bound to soil sorption complex and, through ion exchange, available for plant nutrition. The tabular summaries present the basic interpretation framework for CEC/KVK evaluation. The content of magnesium in the sorption complex should be ca 2–3 times higher than the potassium content. If not, potash fertilizing is reduced in the particular plot. In fertilizing systems in forest nurseries, *flexible fertilizing* compensates mineral nutrient requirements of the plants grown. Optimization of nitrogen nutrition is the key factor of flexible fertilizing. Soils saturated by P, Mg and K up to the “good” category, can be expected to manifest a synergic effect of nitrogen fertilizing on the intake of the remaining mineral nutrients from the soil reserve. When planning application of nitrogen fertilizers, it is necessary to precisely define the total nitrogen dosage, determine the sequence and terms of application, select an appropriate type of fertilizer and method of application, always considering the needs of the grown tree species, the dynamics of mineral nutrients intake in the vegetation period as well as the soil-ecological conditions of the particular forest nursery site.

The treatment of unsuitable physical properties of the soil should be examined and updated in five-year intervals at least. In plots where unfavourable soil bulk density, porosity and compaction are indicated, a systematic agrophysical monitoring should be introduced to reveal changes in key physical properties of the soil and its excessive compaction.

The methodology presented in our paper approaches optimization of fertilization systems and forest nursery management in a new way and tries to interconnect it with the topical spectre of analytical and interpretational procedures of *agrochemical testing of soils* that uses *Mehlich III* extraction for determining plant-available nutrients in the soil. Czech forest nurseries are therefore welcome to utilize the unified methodological network of ÚKZÚZ pedological (chemical) laboratories to regularly monitor selected indicators of soil fertility in their farmed land.



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

www.vulhm.cz

LESNICKÝ PRŮVODCE 7/2016