

POUŽITÍ LISTNATÝCH POLOODROSTKŮ A ODROSTKŮ NOVÉ GENERACE V LESNICTVÍ



Ing. MARTIN BALÁŠ, Ph.D.

Ing. JARMILA NÁROVCOVÁ, Ph.D.

doc. Ing. IVAN KUNEŠ, Ph.D.

Ing. VÁCLAV NÁROVEC, CSc.

Ing. PAVEL BURDA, Ph.D.

Ing. IVO MACHOVIČ

Ing. LADISLAV ŠIMERDA, Ph.D.

Použití listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesnictví

Certifikovaná metodika

Ing. Martin Baláš, Ph.D.

Ing. Jarmila Nárovcová, Ph.D.

doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Ing. Václav Nárovec, CSc.

Ing. Pavel Burda, Ph.D.

Ing. Ivo Machovič

Ing. Ladislav Šimerda, Ph.D.

Lesnický průvodce 2/2018

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 978-80-7417-146-8

ISSN 0862-7657

USE OF THE NEW GENERATION BROADLEAF SEMI-SAPLINGS AND SAPLINGS IN FORESTRY

Abstract

This methodology presents a set of recommendations and practical proposals for the wider use of large-sized bare-rooted planting stock of broadleaf tree species (new generation semi-saplings and saplings – NGSS) in artificial forest establishment. The technology of NGSS is primarily associated with earth augers for the digging of planting holes. The aims of this methodology are to give a definition of basic functional characteristics of forest tree planting stock labelled as NGSS; to introduce technological aspects of planting of NGSS into planting holes prepared by the portable earth augers; to describe examples of afforestation where NGSS can be usefully applied.

Key words: new generation semi-saplings and saplings; artificial forest regeneration; portable earth auger

Oponenti: Ing. Miloš Pařízek; Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem – pobočka Hradec Králové (Veverkova 1335, 500 02 Hradec Králové 2)

Ing. Robin Ambrož, Ph.D.; Colloredo-Mannsfeld spol. s r. o.
(Švabínská 279, 338 08 Zbiroh), Pěstební oddělení

Certifikovaná metodika vznikla za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora **MZE-RO0118**. Východiskem pro vypracování metodiky byly dílčí výzkumné aktivity, experimentální data a rovněž nové poznatky předchozího výzkumného projektu s označením "Technologie produkce listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách a užití tohoto typu sadebního materiálu při obnově lesa" (**QJ1220331**), který v letech 2012–2016 finančně podpořilo Ministerstvo zemědělství ČR prostřednictvím Národní agentury pro zemědělský výzkum.

Osvědčení č. 62851/2017-MZE-16222/M148 o uznání uplatněné certifikované metodiky s názvem „*Použití listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesnictví*“ vydalo Ministerstvo zemědělství České republiky dne 23. října 2017 v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výzkumných organizací a hodnocení programů účelové podpory“, schválené usnesením vlády ČR č. 107 ze dne 8. února 2017.

Foto na obálce:

Práce s motorovým jamkovačem při výsadbě poloodrostků a odrostků nové generace buku lesního na lokalitě Voznice u Dobříše (na snímku Dušan Bartoš a Vladimír Vašíček, Výzkumná stanice Opocno).

Foto © J. Nárovcová (2013)

Na zpracování a finalizaci předkládaného projektového výstupu se členové řešitelského týmu včetně ostatních zaměstnanců řešitelských pracovišť s rolí spoluautorů certifikované metodiky podíleli následovně (uspořádáno dle abecedního pořadí příjmení autorů):

M. Baláš – 30 %

P. Burda – 5 %

I. Kuneš – 20 %

I. Machovič – 5 %

J. Nárovcová – 25 %

V. Nárovec – 10 %

L. Šimerda – 5 %

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: narovcova@vulhmop.cz; narovec@vulhmop.cz

Ing. Martin Baláš, Ph.D.; doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Katedra pěstování lesů FLD ČZU v Praze

Kamýčká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka

e-mail: balas@fld.czu.cz; kunes@fld.czu.cz

Ing. Pavel Burda, Ph.D.

Hajda 1455, 399 01 Milevsko

e-mail: info@pavelburda.cz

Ing. Ivo Machovič

Dendria s. r. o.

Březová 1307, 464 01 Frýdlant

e-mail: info@dendria.cz

Ing. Ladislav Šimerda, Ph.D.

Správa lesů a majetku Kristiny Colloredo-Mansfeldové

Zámecká 5, 517 73 Opočno

e-mail: sprava@colloredo.opocno.cz

Obsah

1 ÚVOD	9
2 CÍL METODIKY	12
3 VLASTNÍ POPIS METODIKY	13
3.1 Charakteristika poloodrostků a odrostků nové generace	13
3.2 Technologie výsadeb poloodrostků a odrostků nové generace	15
3.2.1 Motorové jamkovače	15
3.2.2 Požadované bezpečnostní příslušenství přenosných jamkovačů	16
3.2.3 Spirálové vrtáky	17
3.2.4 Prevence ohlazování stěn jamek	18
3.2.5 Rozměry jamek a provedení samotné výsadby	20
3.2.6 Rozrůstání kořenových systémů ve vrtákem hloubených jamkách	22
3.2.7 Praktické poznámky k práci s motorovým jamkovačem	23
3.2.8 Limity použití přenosného motorového jamkovače	27
3.2.9 Dílčí závěry a doporučení	28
3.3 Uplatnění poloodrostků a odrostků nové generace při obnově lesa	29
3.3.1 Vymezení vhodných stanovišť pro uplatnění PONG	29
3.3.2 Doporučená hustota výsadeb PONG	31
3.3.3 Termíny výsadeb PONG	31
4 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	33
5 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	35
6 EKONOMICKÉ ASPEKTY	37
7 DEDIKACE	39
8 LITERATURA	40
8.1 Seznam použité související literatury	40
8.2 Seznam publikací, které předcházejí metodice	44
Seznam použitých zkratk	46
Summary	47
Obrazová příloha	51

1 ÚVOD

Nejen v podmínkách České republiky (ČR), ale i v ostatních evropských zemích čelí odvětví lesního hospodářství (LH) mnoha aktuálním výzvám. *Strategie resortu Ministerstva zemědělství České republiky s výhledem do roku 2030* (MZe 2016a, s. 76–77) za hlavní sektorovou prioritu pro LH považuje **zvýšení konkurenceschopnosti** celého hodnotového řetězce založeného na LH. Důraz klade především na **naplňování zásad trvale udržitelného obhospodařování lesů** (KRNÁČOVÁ 2015; SVOBODA, DOHNANSKÝ et al. 2015; LIDICKÝ et al. 2015). Jako žádoucí se při obnově lesa jeví nejen podpora smluvního pěstitelství ve školkách včetně záměrných adaptací sadebního materiálu lesních dřevin (SMLD) na předpokládané klimatické a jiné stresy (HLÁSNÝ et al. 2014, 2016), ale také upřesnění, jakým podílem se bude do budoucna umělá obnova u nás realizovat (JURÁSEK 2014; SOUČEK et al. 2016). Jakým perspektivním technologickým postupům ve školkách a při obnově lesa dají vlastníci a správci lesních majetků přednost, se ovšem teprve ukáže (FOLTÁNEK 2013; MAUER a JURÁSEK 2015; MAUER 2016). Prohlubující se nedostatek pracovníků dělnických profesí pro pěstební činnost (LIDICKÝ et al. 2015) souběžně se zvyšováním nároků na ekonomickou rentabilitu celého segmentu lesního školkařství akcelerují rozvoj průmyslových technologií pěstování SMLD ve školkách (LASÁK 2011; FOLTÁNEK 2013, 2016; MAUER a HOUŠKOVÁ 2015). Návazně se také objevuje tlak na širší uplatňování postupů biologických racionalizací při pěstování lesa (MAUER a VANĚK 2013; SVOBODA, DOHNANSKÝ et al. 2015; MAUER 2016; FANTA 2017 aj.).

Pozornost, kterou přitahuje nynější technologický rozvoj v tuzemských školkách, a důraz na technizaci zalesňovacích prací předvíдали již mnozí autoři na přelomu milénia (cf. NERUDA 1999, 2000; NERUDA a NAVRÁTIL 1998; NERUDA a ŠVENDA 2000). Na rozdíl např. od skandinávských zemí, kde jsou odlišné přírodní podmínky, v našich střeoevropských poměrech (stejně tak jako v Německu, Polsku, Slovensku nebo Rakousku) již dlouhodobě převládá **preferance prostokořenného SMLD středních dimenzí**, vysazovaného do sadbových jamek pomocí ručního náradí. Napodobování skandinávského modelu umělé obnovy lesních porostů pomocí jednoletých krytokořenných semenáčků vysazovaných štěrbínovou sadbou se nicméně projevuje i u nás. Kritický rozbor tohoto a některých dalších současných trendů v umělé obnově lesa aktuálně publikoval MAUER (2016).

Hledání východisek pro racionalizace a inovace na úseku obnovy lesa proto bude v nejbližším období nadále patřit ke klíčovým bodům tvorby strategických výhledů a koncepcí lesnického sektoru. Pro přiblížení a analýzu kvantitativních parametrů

(výkonů) umělé obnovy lesa v ČR lze vyjít z posledních dostupných statistických podkladů, které poskytuje *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2015* (MZe 2016b). V posledním desetiletí se výměra pozemků, kde je umělá obnova lesních porostů uplatňována, pohybuje kolem 18 až 22 tisíc ha ročně, přičemž roční spotřeba sazenic dosahuje obvyklého množství v intervalu mezi 120 až 160 miliony kusů výsadbyschopného SMLD. Konkrétně v roce 2015 byly úkoly umělé obnovy lesa realizovány na výměře 18 797 ha pozemků, z toho na více než 1/4 této plochy (5 246 ha) se jednalo o opakovanou obnovu lesa po předchozím nezdaru zalesnění. Celková produkce SMLD v roce 2015 dosáhla cca 165 mil. ks (MZe 2016b).

Uplatnění vyspělého sadebního materiálu větších dimenzí je jednou z možností (i když nadále jen dílčího charakteru) směřování a rozvoje efektivnosti zalesňovacích prací u nás. Ve spojení s přípravou jamek pomocí přenosných motorových jamkovačů se ale jedná o řešení (oblast) s nemalým inovativním potenciálem, jak racionalizovat a zefektivnit obnovu lesa a zalesňování na některých problematických stanovištích a zároveň jak omezit nebo nahradit namáhavou manuální práci při kopání jamek pomocí ručního nářadí výrazně příznivější a rychlejší polomechanizovanou (též motomanuální) technologií. Tuto technologii spolu s uplatňováním sadebního materiálu typu poloodrostků a odrostků nové generace (PONG) je možné a účelné u nás využívat odhadem na cca 1 200 ha pozemků ročně (BURDA et al. 2015).

Předkládaná certifikovaná metodika popisuje osobní zkušenosti týmu řešitelů výzkumného projektu QJ1220331 Technologie produkce listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách a užití tohoto typu sadebního materiálu při obnově lesa (2012–2016) s přípravou výsadbových jamek pomocí půdních vrtáků (motorových jamkovačů). Uvádí také některé nové poznatky, které mohou být v aplikační sféře impulsem pro rozšířené uplatňování sadebního materiálu kategorie poloodrostků a odrostků nové generace (PONG) i do dalších regionů ČR s takovými podmínkami, které efektivní použití PONG na daných lesních majetcích umožňují.

Motivem předkladatelů metodiky bylo především napomoci k větší popularizaci školkařských výpěstků typu PONG u přímých odběratelů SMLD. Současně prostřednictvím této metodiky její autoři chtějí připomenout, že **PONG jsou specifický sadební materiál** pro umělou obnovu lesa a zalesňování, a tudíž že pro naplnění očekávání vlastníků a správců lesa vyžadují odpovídající profesionalitu při plánování zalesňovacích prací a při operativním rozhodování odpovědných *odborných lesních hospodářů* (OLH). Kvalitní příprava výsadbových jamek je spolu s pečlivým vysazováním stromků důležitým předpokladem efektivního uplatnění technologie PONG v praxi. Tato technologie klade nemalé nároky také na kvalifikaci lesních

dělníků. Jedná se o soubor dovedností potřebných pro obsluhu motorových jamkovačů, ale také pro provedení vlastní výsadby stromků. To se vzhledem k dlouhodobému a prohlubujícímu se nedostatku pracovníků, ochotných vykonávat těžkou manuální práci (kopání jamek) v lese, může jevit jako *slabá stránka* této technologie. Přesto popisovaná technologie disponuje *příležitostí* se více prosadit i za této nepříznivé situace, neboť se jedná o pracovní postup vedoucí k výraznému urychlení práce za současného nahrazení těžké manuální činnosti polomechanizovanou prací, byť s požadavkem vyšší kvalifikace (dovedností) alespoň u části dělníků v pěstební činnosti.

Rovněž je možné doplnit, že aplikační oblastí pro PONG nemusí být výhradně jen sektor LH (zakládání lesních porostů), ale v obecné rovině také všechny jiné úseky činností, kde se realizují výsadby listnatých dřevin větších dimenzí. Jsou to např. aktivity spojené s péčí o lesní, agrární i urbánní ekosystémy, s ozelenováním krajiny a lesnickými rekultivacemi, s údržbou zeleně kolem vodních toků a jejich břehových porostů, s finálními pohledovými úpravami nejrůznějších stavebních rekonstrukcí včetně nových liniových staveb atd.

2 CÍL METODIKY

Cílem předkládané metodiky je poskytnout vlastníkům a správcům lesních majetků a také firmám, které zajišťují pěstební práce v lesnictví, **soubor metodických doporučení a praktických návrhů** pro širší uplatnění sadebního materiálu (SMLD) kategorie poloodrostků a odrostků nové generace (PONG) při zakládání lesa.

K dílčím tematickým okruhům předkládané metodiky patří tyto úkoly:

- definovat základní („funkční“) charakteristiky sadebního materiálu lesních dřevin označovaného specificky jako poloodrostky a odrostky „nové generace“;
- prezentovat technologické aspekty vysazování PONG do výsadbových jamek připravovaných pomocí motorových jamkovačů;
- popsat příklady situací, kde podle zkušeností kolektivu řešitelů projektu může být účelné PONG při zakládání lesa uplatňovat.

Doporučovaný technologický postup byl v předchozích pěti letech (2012–2016) cíleně ověřován v rámci řešení výzkumného projektu s názvem *Technologie produkce listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách a užití tohoto typu sadebního materiálu při obnově lesa* (evidenční označení: QJ1220331), podpořeného Národní agenturou pro zemědělský výzkum (NAZV).

3 VLASTNÍ POPIS METODIKY

3.1 Charakteristika poloodrostků a odrostků nové generace

V souladu s ustanoveními ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* (JURÁSEK et al. 2012) se pod pojmem poloodrostky a odrostky nové generace (PONG) rozumějí cíleně pěstované víceleté **prostokořenné poloodrostky a odrostky listnatých dřevin**, jejichž kořenový systém byl během pěstování ve školce nejméně dvakrát upravován, a to nejprve ve fázi *sazenic* podřezáváním a v další fázi ručním stříhem před školkováním. Poloodrostky nové generace jako finální školkařské výpěstky dosahují výšky nadzemní části 81 cm až 120 cm. Odrostky nové generace pak dosahují výšky nadzemní části od 121 do 180 cm. Velikostně se tedy nacházejí v dolní polovině výškového rozpětí pro standardní odrostky (121–250 cm), které je definováno normou ČSN 48 2115. Obojí kategorie mají upravovanou korunu. Pojem *poloodrostky a odrostky nové generace* navrhli a doporučili již dříve KUNEŠ et al. (2011).

Technologický postup pěstování PONG ve školkách podrobně popsali BURDA et al. (2015) v uplatněné certifikované metodice *Technologie pěstování listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách* (VÚLHM: Lesnický průvodce 3/2015). Pěstování PONG začíná výběrem jedinců pro následné dopěstování do výškových dimenzí poloodrostků (81–120 cm) nebo odrostků (121–180 cm). Z podřezávaných dvouletých sazenic (pěstební vzorec: 1–1), vypěstovaných standardní technologií, se vybírají perspektivní silné sazenice velikosti 50+ cm s kvalitními kořeny a s průběžnou hlavní osou. Po ruční redukci kořenů až na 50 % původního objemu je provedeno zaškolkování speciálním školkovacím strojem. Rostliny jsou následně pěstovány po dobu 1 až 3 let. Regenerací kořenových systémů zaškolkových rostlin je postupně vytvářen prostorový základ kosterních kořenů s velkým množstvím jemných kořenů, koncentrovaných v relativně malém prostoru. Zpravidla jednou za vegetační sezonu (po ukončení jarního výškového přírůstu) se provádí úprava (tvarování) nadzemních částí. Vyzvedávání výpěstků se provádí strojově, a to speciálními adaptéry pro vyzvedávání (tzv. *vyzvedávací*) sadebního materiálu větších dimenzí. Způsob pěstování PONG (ve smyslu § 1 odst. 10 vyhlášky č. 29/2004 Sb. a její přílohy č. 7) lze označit pěstebním vzorcem 1–1+1 (pro lípy, olše, jasan, javory, břízy a jeřáby), 1–1+2 (pro duby a buk), případně 1–1+3 (výhradně pro buk). Česká technická norma ČSN 48 2116 *Umělá obnova lesa a zalesňování* užívá pro PONG označení *poloodrostky a odrostky vypěstované s koncentrovaným kořenovým systémem* (viz MAUER a JURÁSEK 2015: tam str. 14, tab. 5).

Kořenové systémy PONG musejí být soustředěny přímo pod hlavní osou rostliny a současně musejí mít dostatečný objem (podíl) kořenů nižších řádů (Obr. 1 v příloze). U PONG **musí být zachován příznivý poměr objemu kořenové soustavy vůči objemu nadzemní části**. Koncentrovanost kořenových systémů PONG do požadovaného objemu (prostoru budoucí výsadbové jamky) je nezbytným předpokladem pro výsadby PONG do motomanuálně nebo strojově hloubených jamek (viz příslušná ustanovení ČSN 48 2116) a návazně pro dobrou ujmavost. Tím se předejde poškození kořenů PONG v důsledku neadekvátní přípravy půdy, kdy vzniká rozměrově nevyhovující prostor pro rozprostření a rozrůstání kořenů (BURDA 2001, 2009). Kvalitní kořenový systém PONG je také předpokladem ke zmírnění stagnace přírůstu založených kultur v prvních letech po výsadbě (tzv. *šok z přesazení*), ke kterému je SMLD větších dimenzí vždy náchylnější (cf. JELÍNEK a ÚRADNÍČEK 2010).

PONG ve všech svých vnějších parametrech musejí při uvádění do oběhu splňovat veškerá morfologická a další kvalitativní kritéria pro obchodovatelný SMLD, která jsou vyžadovaná ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin* a ostatními právními předpisy (např. zákonem č. 149/2003 Sb., *o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování, a o změně některých souvisejících zákonů*).

PONG se v mnohých vzhledových (habituálních) charakteristikách blíží standardům výpěstků ovocnářského a okrasného školkařství. Školkování (přesazování) PONG v lesních školkách probíhá převážně mechanizovaně, a to pomocí jednoúčelových adaptérů nesených za traktorem. Návrh adaptéru použitelného pro školkování PONG publikoval např. BURDA (2001). **Uplatnění těchto speciálních adaptérů** je důležitým předpokladem nynějšího inovativního a současně intenzivního pěstování PONG pro lesnické využití ve školkařských provozech v Novém Městě pod Smrkem a v Sepekově u Milevska (BURDA et al. 2017). Prostokořenný charakter PONG také umožňuje následnou snazší manipulaci se SMLD při expedici výpěstků k odběratelům. V porovnání s krytokořennými výpěstky obdobných rozměrů znamená nová technologie pěstování PONG snížení celkových nákladů na produkci poloodrostků a odrostků ve školkařské výrobě (BURDA 2009).

Důležitým předpokladem úspěšného pěstování PONG v lesních školkách jsou rovněž příznivé půdní podmínky. Zevrubně je popsal NÁROVEC (2016) a rovněž je uvádějí BURDA et al. (2015). Detailní kvantifikaci a popis morfologických parametrů PONG v odborné lesnické literatuře publikovali BURDA a NÁROVCOVÁ (2009); vzhled nadzemních částí a kořenových systémů PONG vyobrazují např. přílohy v publikaci BURDA et al. (2015) a také některé další práce řešitelů projektu (KUNEŠ et al. 2011; BURDA et al. 2016; NÁROVCOVÁ a BALÁŠ 2017; BURDA 2017).

3.2 Technologie výsadeb poloodrostků a odrostků nové generace

3.2.1 Motorové jamkovače

Při přípravě výsadbových jamek se většinou užívá ručního zpracování půdy pomocí různě uzpůsobeného nářadí (motyky, sekeromotyky apod.). Zhotovení jamky pro výsadbu sadebního materiálu typu PONG lze provést tímto běžným způsobem (tj. vykopáním pomocí ručního nářadí). Ruční příprava jamek je ovšem značně namáhavá, pracná a časově náročná (BALÁŠ et al. 2011, 2012, 2016). Vzhledem k větším rozměrům kořenových systémů vyspělých sazenic a sadebního materiálu kategorie PONG je vždy žádoucí, aby připravované jamky měly nejen předepsané půdorysné rozměry, ale aby byly také řádně prokopány (prokypřeny) do hloubky. Pokud to podmínky na stanovišti umožňují (omezení viz kap. 3.2.8), je proto účelné přípravu výsadbových jamek mechanizovat pomocí různých typů půdních jamkovačů (vrtáků). V dalších částech této metodiky je proto uvažováno výhradně s přípravou jamek pomocí motorových jamkovačů se zaměřením na skupinu ručních přenosných motorových jamkovačů.

Půdní jamkovače lze podle konstrukce rozdělit do několika základních skupin:

- jamkovače nesené (upínané) na tříbodovém závěsu traktoru, případně jiného dopravního prostředku umožňujícího sjízdnost v zalesňovaných terénech,
- jamkovače umístěné jako adaptéry na hydraulickém jeřábu různých typů pojízdných pracovních strojů (univerzální kolové traktory, bagry, čelní a jiné nakladače atd.),
- ruční pojízdné motorové jamkovače (nesené na jednoduché konstrukci s předním kolem, pohyb zařízení po pozemku je zajišťován prací lidských svalů),
- ruční přenosné motorové jamkovače.

Každý z vyjmenovaných typů má svoje **výhody a nevýhody**. Výhody jamkovačů nesených motorovými vozidly spočívají zejména v jejich robustnosti, a tím také v možnosti zhotovit jamku i v půdě s méně příznivými vlastnostmi. V porovnání s ostatními typy jamkovačů lze jako výrazně pozitivní aspekt u jamkovačů na pojízdných mechanizačních prostředcích označit také příznivější pracovní podmínky pro obsluhu (nižší vystavení účinkům hluku, mechanických rázů a vibrací). Nevýhodou jsou vysoké provozní náklady (stroj, řidič-operátor) a zejména omezená pohyblivost některých prostředků v terénu, která je limitována svažitostí, únosností půdy a zejména výskytem povrchových překážek (pařezy, velké kameny). Proto je

využití jamkovačů nesených za motorovým vozidlem při zalesňování značně omezené a není ani příliš rozšířené. Nevýhoda nízké pohyblivosti v terénu se týká také ručních jamkovačů nesených na konstrukci s předním kolem. Využití těchto strojů pro zhotovování sadbových jamek připadá v úvahu prakticky pouze v rovinatém terénu s únosnou půdou a bez překážek.

Nejvhodnějším typem jamkovače pro hloubení sadbových jamek pro PONG je **ruční přenosný motorový jamkovač**, který sestává ze spirálového vrtáku jako adaptéru a z pohonné (motorové) jednotky opatřené madlem. Nemá zprostředkovan vlastní pojezd a je z místa na místo přenášén obsluhujícím pracovníkem. V pracovní poloze (vrták kolmo na povrch půdy) je tento jamkovač obsluhou přidržován a do vrtu je vtlačén především svojí hmotností (tíhou). Další usměrnění hloubky vrtání (zatížení jamkovače s vrtákem) vykonává obsluha vlastní silou. Jamkovače tohoto typu jsou koncipovány převážně jako jednomužné, ale v obtížnějších podmínkách a při použití spirálového vrtáku většího průměru (někdy již s průměrem nad 15 cm) je vhodné, aby jej obsluhovaly dvě osoby (Obr. 5 v příloze).

Dále předkládaná doporučení se týkají výhradně **užití spirálových vrtáků**, které vyzvedávají zeminu na okraj výsadbové jamky. Na ruční přenosné motorové jamkovače se totiž jako adaptéry mohou umísťovat také další typy *půdních vrtáků* (někdy označované také jako *půdní nebozezy*), které ovšem zeminu v jamce ponechávají (pracují tak např. nožové nebo rámové vrtáky, resp. nebozezy). Přehled konstrukčních prvků a dalších detailů používání přenosných i nesených jamkovačů (včetně široké množiny jejich půdních vrtáků) v LH uvádějí četné prameny, citované v seznamu použité související literatury (viz kap. 8.1). Ucelený přehled o vývoji a trendech v této oblasti lesnické techniky nyní nabízejí také dvě nové vědecké monografie: *Vývoj lesnické techniky v českých zemích v letech 1945–1992* (SIMANOV 2015: s. 42–45) a *Možnosti mechanizácie prác pri zakladaní a výchove lesa* (HNILICA et al. 2015: s. 20).

3.2.2 Požadované bezpečnostní příslušenství přenosných jamkovačů

Zásadní charakteristikou (principem) provozu motorového půdního jamkovače je, že obsluhující pracovník musí při vrtání působit na madlo jamkovače silovým momentem, a to v opačném směru oproti směru točení vrtáku. Tento silový moment na základě principu „*akce a reakce*“ odpovídá odporu, jenž působí na vrták v půdě. Pokud dojde k **zaklesnutí vrtáku o překážky** (jako jsou kameny, kořeny, zbytky větví apod.), dochází ke zpětnému rázu, který působí ve velice krátkém čase, takže obsluha není schopna na něj účinně zareagovat uvolněním páčky plynu.

Z tohoto důvodu je při vrtání sadbových jamek nanejvýš žádoucí používat pouze takové jamkovače, které jsou vybavené preventivním ochranným zařízením (tzv. *brzdou vrtáku*, resp. podobnou konstrukční pojistkou) umožňujícím **rychlé přerušení točivého momentu vrtací hřídele** při zaseknutí spirálového vrtáku (a tím i omezení silového rázu na obsluhu jamkovače). Vhodným typem, který tento požadavek splňuje, je např. motorový jamkovač Stihl BT 121 (STIHL 2006) a jeho inovovaný nástupce BT 130 (STIHL 2014). Tyto jamkovače jsou vybaveny brzdou (spojkou) s obchodním označením *QuickStop*, která se aktivuje při zachycení vrtáku o překážku, tj. při skokovém nárůstu odporové síly vrtáku, kdy obsluha již není schopna točivý moment vyrovnat a jamkovač se začne otáčet proti směru točení vrtáku. K **rozepnutí spojky** může dojít jednak automaticky (při překročení úrovně točivého momentu) a jednak pomocí páky, umístěné pod levou částí madla, která při zpětném rázu zavádí o stehno obsluhy a spojku rozepne. K nekontrolovatelnému pohybu jamkovače tak dochází pouze v úseku cca 1/4 až 1/3 otáčky vrtací spirály (tj. v rozsahu výšece s úhlem cca 90 až 120 stupňů). To sice může být spojeno s nepříjemným trhnutím a úderem do ruky či stehna, ale pokud obsluha drží jamkovač správně a zaujímá vhodné postavení, jsou nepříznivé síly působící na obsluhu tímto zařízením značně zmírněny. Brzda se deaktivuje přestavením páky zpět do původní polohy. K *rozběhnutí samotného vrtáku* poté samozřejmě dochází až po sepnutí klasické odstředivé spojky po *přidání plynu*. Používání přenosných motorových jamkovačů bez zařízení typu *QuickStop* se k vrtání výsadbových jamek v terénu dnes již všeobecně nedoporučuje (BOJA et al. 2016).

3.2.3 Spirálové vrtáky

Sadební materiál typu PONG je charakterizován koncentrovaným kořenovým systémem. Optimálním a základním uvažovaným typem pro PONG je **spirálový vrták o průměru 20 cm**. S doplňující úpravou v podobě rovnostranných trojúhelníkových *návarků* o délkách stran 5 cm (podrobnosti včetně vyobrazení viz dále v kap. 3.2.4) lze s takto upraveným 20cm vrtákem zhotovovat výsadbovou jamku o průměru cca 27 cm, což je pro kořenový systém PONG zpravidla již dostatečné. Takový průměr vrtáku (20 cm) však lze úspěšně používat pouze na půdách s minimem překážek. V náročnějších terénních podmínkách dochází k častému zachycování vrtáku o překážky, což výrazně zpomaluje práci, navíc zvyšuje námahu obsluhy a v neposlední řadě také opotřebení stroje. Vždy je nutné výběrem technologie jamkové přípravy naplňovat platná ustanovení ČSN 48 2116 *Umělá obnova lesa a zalesňování*. Důležité je, aby kořeny výpěstků v jamce zaujaly potřebný prostor a aby nebyly malou jamkou deformovány (MAUER a JURÁSEK 2015). Volba, jaký

rozměr (průměr) vrtáku použit, je vždy průnikem optimalizací, kde se volí mezi rychlostí (snadností) vrtání a nutností zajistit dostatečný prostor pro zamezení deformací kořenů PONG.

Vrtáky jsou k jamkovači snadno připojitelné a lze je standardně zakoupit u výrobců motorových jamkovačů jako příslušenství. Na nabídky a informace některých producentů (Stihl, Husqvarna aj.) odkazuje i seznam použité související literatury (viz kap. 8.1).

3.2.4 Prevence ohlazování stěn jamek

Při vrtání jamek v těžších jílových půdách někdy dochází k nadměrnému ohlazování a utužování stěn jamek pohybem spirálového vrtáku, což následně může ztěžovat (až zabraňovat) kořenům v prorůstání z prostoru jamky do okolního půdního prostoru. V takových případech vzniká **riziko rozvoje následných nežádoucích deformací** kořenového systému. Při přípravě výsadbových jamek proto existuje technologický požadavek, že na okrajových stěnách jamky (resp. hloubeného otvoru) *nesmějí vzniknout ohlazené stěny* (MAUER a JURÁSEK 2015: s. 12). Taková kompaktní ohlazená struktura by do budoucna mezi okolní minerální zeminou a mezi rozmělněnou zeminou uvnitř jamky vytvořila natolik *ostré rozhraní*, že by odlišné fyzikální či chemické půdní vlastnosti byly příčinou neuspokojivého rozrůstání kořenů vysazovaných stromků do okolní rhizosféry.

Dle dosavadních zkušeností řešitelského kolektivu tato obava prakticky přichází v úvahu pouze **u velmi soudržných a vodou přesycených jílů**. Podle současného taxonomického klasifikačního systému půd v ČR (NĚMEČEK et al. 2001) se jedná především o půdní druhy s podílem částic jílu (tj. částic s průměrem zrn pod 0,002 mm) vyšším než 50 % v jemnozemi. Roli na případném vzniku uhlazených stěn výsadbových jamek v takových případech často sehrávají i aktuální vlhkostní poměry jílů a jílových zemin při přípravě půdy (vrtání jamek). Objemová hmotnost takových zemin je vždy hodnotou nestálou a během roku se v závislosti na proměnlivé půdní vlhkosti přirozeně mění. Nejvíce závisí na podílu pórů v půdě a na míře jejich zaplnění vodou. Na ostatních půdních druzích (tj. na zrnitostně *středních a lehkých* zeminách kategorie hlín a písků) k ohlazování stěn spirálovým vrtákem (zejména při příznivých vlhkostních poměrech) prakticky nedochází.

Během vrtání spirála (slangově „šnek“) vrtáku částečně vynáší zeminu nad půdní povrch a zároveň část zeminy propadáva zpět mezi stěnou jamky a vrtákem dolů,

neboť průměr vyvrtané jamky je vždy mírně větší než průměr vrtáku. K **roztušení stěn jamky** dochází i při vytahování točícího se vrtáku z právě vyvrtané jamky. Kontakt vrtáku se stěnou jamky je tak dosti omezený, resp. mezi vrtákem a pevnou stěnou jamky se nachází pohybující se zemina, která případné stěny hladce oříznuté spodním závitem vrtáku obrousí a zdrsňuje.

Požadavek na absenci ohlazených stěn výsadbové jamky a na předcházení přílišnému zhutnění půdy v místě výsadby je naprosto prioritní. Nelze mu přitom čelit pouze navyšováním půdorysného rozměru výsadbové jamky. Tím se jen důsledek v podobě nevyhovujícího růstu kořenů vysazovaných školkařských výpěstků načas oddálí. Pro použití spirálového vrtáku i na těžkých jílovitých půdách byla proto autorským týmem navržena **dodatečná konstrukční úprava vrtáku**, zaregistrovaná Úřadem průmyslového vlastnictví jako užitný vzor (NÁROVCOVÁ a KUNEŠ 2014). Toto doplňující preventivní konstrukční řešení u spirálového vrtáku o průměru 20 cm nežádoucí ohlazování stěn sadbových jamek účinně omezuje. Úprava spočívá v navaření trojúhelníkového výstupku („zubu“) na první a druhý závit šroubovice vrtáku. Výstupky při otáčení vrtáku roztušují a zdrsňují rovnou stěnu jamky, která pak netvoří bariéru pro rozrůstání kořenů. Náskres zmiňované úpravy je zachycen na Obr. 1, fotodokumentace na Obr. 2 v příloze.



Obr. 1: Náskres úpravy spirálového vrtáku pro zamezení ohlazování stěn výsadbové jamky.

Ve prospěch popisované motomanuální technologie je možno uvést i to, že riziko utužování a ohlazování stěn jamky vzniká na jílovitých půdách rovněž při použití sázecího rýče (sazeče) a někdy dokonce i při kopání jamek sekeromotykou. Možnosti redukce ohlazování stěn výsadbového prostoru (šterbiny či jamky) jsou při použití ručních technologií výsadby (zejména při šterbinové sadbě pomocí sazeče) navíc značně limitované.

U velmi lehkých (písčitých) zemin může naproti tomu docházet k **sesypávání okrajů a stěn jamek**. K tomuto jevu ale dochází zřídka a pouze tehdy, pokud je zrnitostně lehká půda (písky) zároveň silně přeschlá a nestrukturní. V takovém případě s ohledem na následné riziko nízkého ujímání sazenic standardně odborní lesní hospodáři výsadby SMLD odkládají na příznivější období. Pokud je půda patřičně vlhká, k sesypávání stěn jamek při jejich hloubení ani v lehkých písčích zpravidla nedochází.

3.2.5 Rozměry jamek a provedení samotné výsadby

Jamky hloubené motorovým jamkovačem se spirálovým vrtákem o průměru 20 cm a s doplňujícími úpravami (*návarky*) představují dostatečně velký výsadbový prostor pro kořeny těch PONG (Obr. 9 v příloze), které jsou cíleně na tento konkrétní rozměr pěstebně parametrizovány (tj. kořenová soustava PONG se během přípravy ve školce upravuje na zadanou velikost připravované sadbové jamky). Tak se respektují biologické potřeby vysazovaných listnatých dřevin a je to také základní předpoklad pro kvalitní provedení výsadby. Zásadní moment pro dodržování kvality práce je, že při hloubení jamek jamkovačem jsou minimální půdorysné **rozměry jamek** vždy dány průměrem použitého spirálového vrtáku. Obecně lze říci, že průměr kořene musí být maximálně stejný jako průměr vrtáku použitého při hloubení jamky. Potřebná prostorová rezerva vzniká při hloubení jamky samovolně, nebo i s přispěním pracovníka. Rotační pohyb vrtáku v půdě doprovázený vibracemi, skutečnost, že se vrták vlivem volného spojení s hřídelí motoru neotáčí přesně ve svislé ose, dále použití výše zmíněné úpravy proti ohlazování stěn a konečně možnost během vrtání či při vytahování vrtáku z půdy s jamkovačem v otáčkách záměrně mírně kývat – to vše zajistí, že výsledný průměr vyvrtaného otvoru je ve skutečnosti větší, než je průměr samotného vrtáku. Hloubka vrtané jamky je určena délkou šroubovice vrtáku v hloubené půdní jamce. Je zřejmé, že se vzrůstající hloubkou se náročnost vrtání zvyšuje, ovšem ne tak výrazně jako při klasickém kopání jamek sekeromotykou.

Podle našich dosavadních zkušeností lze motomanuálním hloubením výsadbových jamek pomocí přenosných motorových jamkovačů, resp. spirálových zemních (půdních) vrtáků o průměru 20 cm vytvořit dostatečně dimenzovaný výsadbový prostor tvaru válce o průměru kolem cca 24 cm (variabilně podle půdního druhu a rozpojitelnosti vrtané zeminy od 22 do 27 cm) a rovněž s potřebnou hloubkou (výškou válce kolem cca 32 až 38 cm) podle délky křivočerného kořene daného výpěstku (Obr. 6 v příloze). Toto řešení v plném rozsahu naplňuje dlouhodobě uváděný požadavek pro prostokořenné poloodrostky a odrostky (např. Redakce LP 1999), aby stěna vyvrtané jamky byla minimálně 2 cm od konce nejdelšího bočního kořene. Dostatečnost výše uvedených rozměrů jamek pro výsadbu PONG dokládají i morfologické analýzy kořenových systémů ze vzorníků odebraných několik let po výsadbě do vrtaných jamek.

Hloubka jamky musí být taková, aby se kořeny do jamky vešly bez zdeformování a aby byl po vyvrtání kruhového otvoru jamky k dispozici dostatek zeminy na zasypání kořenů. Jamka má dostatečnou hloubku tehdy, když na jejím dně zbude prostor pro podsypání kořenů vysazovaného stromku rozdrobenou organickou půdou tak, aby kořeny nebyly v přímém kontaktu s tvrdým dnem jamky (Obr. 7 a 8 v příloze). Účelem je, aby kořeny mohly prorůstat nejen do strany, ale také do hloubky. Pokud bude jamka příliš mělká, stromek nebude možné v jamce řádně upevnit, bude chybět zemina k zasypání a hrozí deformace kořenů. Naopak v případě příliš hluboké jamky bude nutné při zasypávání kořenů přemístit zbytečně velké množství zeminy (organické hmoty) a stromek často zůstane tzv. *utopen* pod úrovní povrchu. Na lehkých půdách může být dokonce nežádoucí, když se jamka vyvrtá příliš hluboko (nad 35 cm).

Obecně nicméně platí, že výhodnější je spíše vyvrtat jamku o několik centimetrů hlubší, aby konečná hloubka byla s rezervou dostatečná pro kořenovou soustavu výpěstku (tj. PONG), včetně podsypu na dně jamky.

U správně vysazeného stromku je s ohledem na lepší stékání vody do jamky žádoucí, aby **úroveň povrchu půdy v jamce po zasypání kořenů** byla níže než okolní terén. Na zamokřených stanovištích je však nutné dbát na to, aby povrch půdy v jamce byl v úrovni okolního terénu či dokonce mírně nad ní, aby nedocházelo k hromadění vody v jamce. Každopádně kořenový krček by měl být vždy mírně (1–2 cm) pod úrovní povrchu půdy.

Vzhledem k obecně pozitivně geotropickému růstu kořenů platí, že konce kořenů vysazené dřeviny mají směřovat dolů. Při nedodržení této zásady zpravidla dochází při rozrůstání kořenů k nežádoucímu vzniku sekundárních kořenových deformací (např. ve tvaru esovitých záhybů a smyček), což následně může být příčinou budoucí zhoršené statické stability stromu a jeho zdraví (hrozí např. rozvoj kořenových

hnilob a dalších onemocnění). V některých případech (zejména na zamokřených nebo podzolovaných půdách) se sice kořeny mohou rozrůstat spíše ve vodorovném směru, to však nic nemění na požadavku, že konce kořenů nesmějí být při výsadbě otočeny vzhůru. **Požadované rozložení a směřování kořenů ve výsadbové jamce** o dostatečné hloubce lze snadno docílit správným zasypáváním kořenů během výsadby. Před zasypáváním se stromek vsune hlouběji do jamky, kořeny se rukou (kolíkem) nasměrují dolů a za současného postupného prosypávání zeminou se stromek mírně povytáhne vzhůru na konečnou výšku. Tím dojde k rozproštění kořenů tak, že zaujmají požadovanou *přirozenou architekturu*, tj. jejich špičky směřují dolů. Je to zcela klíčový požadavek pro omezení deformací kořenů. Po zasypání je nutné půdu v jamce mírně ztuhnout. Přišlápnutí musí být provedeno pevně, aby stromek v půdě dostatečně držel a v zasypaném prostoru jamky poté nezůstaly *vzduchové kapsy*. Ale zároveň musí být provedeno adekvátně tomu, aby nedošlo k poškození kořenů a k nadměrnému ztuhnutí povrchu půdy, které by následně omezovalo gravitační prosakování vody ze srážek (či zálivek) ke kořenům.

3.2.6 Rozrůstání kořenových systémů ve vrtákem hloubených jamkách

Dosavadní zkušenosti, podložené analýzou kořenových systémů vzorníkových stromků vyzvednutých několik let po výsadbě (BURDA a NÁROVCOVÁ 2009; BURDA et al. 2015), prokázaly intenzivní rozrůstání kořenů z prostoru jamky do okolní půdy, a to bez vzniku významnějších deformací. Rostliny již v prvním roce po výsadbě obnovují růst kořenů a následně akcelerují výškový i tloušťkový přírůst nadzemní části (Obr. 10 v příloze).

Kořenové systémy odrůstajících PONG jsou u testovaných druhů dřevin tvořeny hlavním křovíkem kořenem a několika kořeny nižších řádů. Větvění kořenů je pravidelné, kořeny jsou rozprostřeny v celém prostoru pod rostlinou. Rozrůstání kořenů po výsadbě do vrtákem hloubených jamek nevykazuje stopy zploštění kořenů do vertikální či horizontální roviny. Při rhizologických analýzách vysazovaných PONG nebyly u vzorníkových stromů zjištěny varianty nežádoucího jednostranného zakřivení hlavního kořene; také nebylo potvrzeno vzájemné prorůstání kořenů v rámci výsadbového prostoru vrtané jamky (Obr. 11–16 v příloze).

3.2.7 Praktické poznámky k práci s motorovým jamkovačem

3.2.7.1 Aspekty pracovního komfortu

Úvodem této podkapitoly je nutné předeslat, že jamkovač jako strojní zařízení se spalovacím motorem a s pohybujiící se hřídelí může být při práci zdrojem nejen pracovního diskomfortu, ale při neopatrné manipulaci také může způsobit obsluhu úraz (poranění). Jamkovače je proto zásadně nutné používat (obsluhovat) v souladu nejen s obecnými zásadami hygieny a pravidly bezpečnosti práce pro tato zařízení, ale také **v plném souladu s konkrétním návodem k obsluze** a s dalšími specifickými pokyny výrobce daného zařízení.

Obsluhování přenosného motorového půdního jamkovače je fyzicky náročná práce. Platí to zejména při používání spirálových vrtáků o větším průměru než 15 cm v terénech s méně příznivými terénními a půdními poměry. Jamkovač v *pohotovostním stavu* (tj. včetně vrtáku, paliva, případně dalšího příslušenství) má obvykle hmotnost kolem 13–18 kg (podle velikosti vrtáku). Vždy je nutné jej mezi jednotlivými pracovními operacemi (vyhloubenými jamkami) přenášet. Na pracovníka souběžně působí ergonomicky, hygienicky a zdravotně nežádoucí vlivy, jako jsou vibrace (jejich obvyklá úroveň bývá kolem $2,0\text{--}2,5\text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$), hluk přesahující 100 dB či výfukové zplodiny ze spalovacího motoru.

Podle dosavadních zkušeností (BALÁŠ et al. 2011, BOJA et al. 2016) ovšem použití jamkovače především znamená výrazné urychlení práce pracovníka (zvýšení pracovních výkonů) a při správném používání i snížení jím vynaložené fyzické námahy. Pro srovnání: při klasickém kopání jamek sekeromotykou pracovník pracuje ve značně nepohodlném a ergonomicky nepříznivém předklonu, a to za současného silného dynamického namáhání zejména horních končetin a také partií zad, konkrétně bederní páteře (PERNICA, ŠEDIVÝ 2001). Obsluha jamkovače sice musí vynakládat poměrně velkou fyzickou sílu (práci) a může být vystavena působení zpětných rázů při zaseknutí vrtáku, ale nespornou výhodou je, že obsluha pracuje v téměř vzpřímené pozici a prakticky jamkovač více či méně „pouze“ tlačí, přidržuje a přenáší (HUBAČ et al. 1963 a další).

Pokud vrtání probíhá v zrnitostně lehké a v málo soudržné půdě, kde nedochází k zaklesnutí vrtáku o překážky, úloha obsluhujícího pracovníka spočívá v průměrném (tj. pevném, ale také „citlivém“) přidržování jamkovače tak, aby se vyrovnával moment vznikající třením vrtáku v půdě. V takových poměrech je práce s jamkovačem relativně snadná a ve výsledku i velice efektivní z hlediska pracovní výkonnosti. Počet vyhloubených sadbových jamek je několikanásobný oproti jamkám kopaným klasicky sekeromotykou, a to za výrazně menší fyzické námahy. Takové podmínky

se typicky dají očekávat především při zalesňování zemědělských půd. Zde je možné půdní podmínky navíc ještě výrazně zlepšit předchozí mechanickou přípravou půdy, jejíž další význam spočívá v omezení (oddálení, resp. redukci) růstu bylinné vegetace (tzv. buřeně), která konkuruje cílovým dřevinám.

V lesních porostech jsou však srovnatelně příznivé půdní podmínky spíše výjimečné. V půdním profilu lesních pozemků nezřídka bývá vysoký obsah skeletu (štěrk, kamení), půda bývá ztvrdlá, ulehlá (kompaktovaná), ve svrchním půdním profilu a na půdním povrchu se mohou nacházet např. kořeny, větve apod. Často se zde dynamicky rozrůstá buřeň. Se zvyšujícím se odporem půdy k rozpojování (slangově *tvrdost půdy*) a se vzrůstající četností nejrůznějších překážek se pochopitelně vrtání stává náročnějším pracovním úkonem. **Obtížnost vrtání** se úměrně odvíjí od zvoleného (narůstajícího) průměru spirálového vrtáku. Větší vrták při vrtání klade větší odpor a je těžší (tzn. náročnější přenášení). Existuje u něj vyšší pravděpodobnost, že při práci dojde k jeho rázovému kontaktu s nějakou překážkou. U vrtáků velkého průměru rovněž negativně spolupůsobí nižší poměr mezi délkou madla jamkovače a mezi průměrem vrtáku (vyšší síly působící na madlo), což má dopady na obsluhu přenosného jamkovače.

3.2.7.2 Poznámky k ovládání a obsluze jamkovače

Účinná, efektivní a bezpečná práce s přenosným motorovým jamkovačem vyžaduje od obsluhy – kromě neopomenutelných silových dispozic – nejen obecnou zručnost, ale rovněž značnou míru předvídatosti a intuitivnosti pro správnou (optimální) manipulaci a diferencované ovládání jamkovače s ohledem na **proměnlivé podmínky prostředí**. Zejména je třeba mít na paměti (resp. kvalitní obsluha to po vyvrtání několika prvních stovek výsadbových jamek obvykle zjistí sama), že není možné jamkovač držet silou a spoléhat se na to, že při zaseknutí vrtáku o překážku bude možné jamkovač udržet rukama. Vzhledem ke značnému točivému momentu, který motorová pohonná jednotka vyvíjí, to je chybný předpoklad. Osvědčil se přístup, kdy obsluha drží madlo jamkovače sice pevně (překonávání točivého momentu), ale zároveň volně (resp. uvolněně) a flexibilně pro případ náhlých komplikací (zaseknutí vrtáku). Většinou není nutné využívat plného výkonu motoru, ale pouze takového, který postačí k vrtání (cca 1/2 až 2/3 maxima). Pokud obsluha ucítí, že vrták se bokem otírá o překážku, ale ještě nedojde k jeho zaseknutí, je nutné ihned snížit výkon (otáčky) motoru. Intuitivním nakláněním vrtáku do strany lze poté někdy danou překážku překonat („obejít“). Vždy je ale nutné počítat s tím, že vrták se může kdykoliv (a to i ve zdánlivě měkké a nesoudržné zemině) zcela „natvrdo“ zaseknout, což i při správném zafungování brzdy vrtáku je

pro obsluhu značně nepříjemné. Zásadně je tedy třeba držet madlo tak, aby zpětný ráz byl co nejvíce utlumen uvolněným stylem držení madla.

Při zácvičku obsluhy vrtáku je důležité pracovníky naučit správné manipulaci s *plynem* (resp. otáčkami motoru). Během vytažování vrtáku z jamky by se měl vrták vždy ještě pomalu otáčet, neboť točící se vrták lze snadněji vyjmout (vytáhnout) z jamky. Doporučuje se manipulovat s ovladačem otáček motoru (*plynovou páčkou*) tak, aby v okamžiku dosažení finální hloubky vrtání došlo ke snížení otáček (k částečnému *ubrání plynu*) s tím, že ovladač se zcela uvolní (*pustí*) teprve až těsně před úplným vytažením vrtáku z jamky. Otáčky vrtáku při vytažování z vyvrtané jamky by však neměly být příliš velké, aby nedošlo k nadměrnému rozhozu rozpojené zeminy z vrtáku do okolí jamky (vedlo by to k tomu, že bude chybět zemina pro zasypání kořenů PONG v jamce).

Doplňující poznámka (postřehy autora): Při delší práci s jamkovačem Stihl BT 121 si zúčastnění aktéři častěji stěžovali na výrazně větší únavu pravé paže (v porovnání s únavou levé ruky). Zatímco levé madlo jamkovače (při vrtání síla působí k sobě) lze opřít o stehno (velice výhodné je v takovém případě použití certifikovaného chrániče dodávaného spolu s jamkovačem, případně přídavného chrániče kolena), pravá ruka kromě držení madla (síla působí od sebe) musí současně ovládat plyn. Z toho důvodu prakticky není možné výrazněji měnit uchopení madla, čímž dochází k jednostrannému zatěžování a k větší únavě pravé ruky. Novější typ jamkovače (Stihl BT 130) má opačné uspořádání ovládacích prvků, tj. ovládání plynu je na levé straně madla, což se zdá být výhodnější. Zhodnocení účinnosti této úpravy bude možné až později a po řádném vyzkoušení v reálných provozních poměrech.

Nepříjemným problémem při vrtání jamek, který může značně zpomalit práci, je **výskyt buřene na povrchu půdy** (tráva, ostružiník), ale i jemných kořenů v půdě. Tyto překážky zpravidla nezpůsobí „tvrdě“ zaseknutí vrtáku. Někdy se jimi vrták bez problémů prořízne, ale občas se zbytky buřene namotají na spirálu vrtáku (Obr. 4 v příloze), případně jemné kořínky v půdě zcela obalí řezací nůž a vrták tím ztrácí účinek. Namotané a značně utužené zbytky je pak nutné pracně odstranit. Namotávání trávy lze do značné míry omezit odhrnutím zbytků trávy z místa budoucí jamky pomocí sekeromotyky, přičemž postačí jen vyčištění povrchu od nadzemních částí trav. Není nutné strhávat celý drn, dokonce to není ani účelné, protože drn je během průniku vrtáku rozmělněn a promísen se spodními půdními horizonty, což přispěje k obohacení zeminy v jamce, kterou budou následně zasypávány kořeny, o humus a živiny. Obalování řezacího nože jemnými kořínky prakticky ovlivnit nelze, zde pomůže pouze adekvátní příprava půdy (nasazení půdní frézy, drtiče klestu atd.).

3.2.7.3 Údržba a opravy jamkovače

Práce s motorovým jamkovačem nutně vyžaduje zajištění určitého minimálního technologického „zázemí“ (vybavené dílny) pro běžnou údržbu a provozní opravy užívaného zařízení a jeho příslušenství. Závažnější poruchy jamkovačů (např. poruchy motoru či převodovky) musí řešit již specializované dílny konkrétních dodavatelů zařízení. Přímo v terénu je ale vhodné mít k dispozici základní sadu šroubováků a klíčů pro případné dotažení uvolněných konstrukčních prvků jamkovače.

Během provozu jamkovačů nutně dochází k **opotřebení řezacího nože vrtáku**. Teoreticky lze uvažovat o jeho nabroušení, ale to se většinou v praxi neprovádí. Nejrychleji se opotřebovává vnější konec nožů, přičemž obroušováním se konec nože po čase zcela zakulatí. Vnitřní část nože je zpravidla opotřebována jen málo. Nůž je oboustranný, po opotřebení z jedné strany jej lze odšroubovat a otočit. Odšroubování nože je někdy velmi obtížný úkon, vyžadující značnou sílu a přesnou velikost šroubováku. Uvolnění šroubů může prospět aplikace maziva (např. univerzálního mazacího spreje). Pokud není otočení (resp. výměna nože) provedeno včas, dojde k obroušení nejen nože, ale i lůžka, kde je nůž uchycen, a to včetně šroubu, který nůž drží. V tom případě je potom nutné vyměnit celý spodní díl vrtáku. Vyčíslení počtu jamek, po kterém je nůž opotřebován až do nutnosti jeho výměny, je velmi obtížné. V individuálních případech často nejvíce závisí na aktuálních vlastnostech připravované půdy. V lehkých půdách může jeden (oboustranný) nůž vydržet i několik tisíc jamek (5–7 tis. ks), v kamenitých půdách je to výrazně méně (1–2 tis. ks).

Při vrtání se dále opotřebovává **spodní část šroubovice vrtáku**. Pro zvýšení její životnosti lze na obvod šroubovice (stačí ve spodní části vrtáku) pomocí obloukové svářečky a elektrod z tzv. *tvrdokovu* navařit otěru odolnou ochrannou vrstvu (Obr. 3 v příloze). Podobně lze upravit také samotné ostří řezacího nože. Po obroušení navařené vrstvy lze postup zopakovat.

Při vrtání může někdy dojít k ulomení spodního hrotu vrtáku, který je nezbytný pro udržování směru vrtání. Pracovat s vrtákem bez hrotu je téměř nemožné, protože vrták se pohybuje po povrchu půdy a je velmi obtížné jej zavrtat do půdy. Ulomený hrot vrtáku lze bez větších komplikací nahradit navařením kousku ocelového betonářského výztužného prutu (slang. *roxoru*) (Obr. 3 v příloze). I když výztužný ocelový prut není nijak tvarovaný (oproti originálnímu hrotu ve tvaru šroubovice), funkčnost vrtáku tím dle našich zkušeností není znatelně snížena.

3.2.7.4 Organizace práce

Za nejdůležitější faktory ovlivňující pracovní výkon lze považovat zejména půdní a terénní podmínky, velikost použitého vrtáku, fyzické dispozice a zkušenost pracovníků. Na pracovní výkon má však nezanedbatelný vliv také vhodná organizace práce. Počet pracovníků na jeden jamkovač samozřejmě kolísá v závislosti na obtížnosti půdních podmínek a velikosti vrtáku. Vzhledem k tomu, že samotná výsadba sazenic (srovnání a zahrnutí kořenů zeminou) trvá přibližně dvakrát až třikrát delší dobu než vyvrtání jamky, je pro efektivní využití jamkovače zapotřebí, aby v pracovní četě připadali na jeden jamkovač 2–3 pracovníci, kteří provádějí výsadbu, a zpravidla další pracovník, který roznáší sazenice, případně čistí povrch v místě budoucí jamky od trávy. Ze zkušeností dále vyplývá, že zdatnější pracovníci jsou obvykle schopni bez většího vypětí pracovat s jamkovačem nepřetržitě cca 20–30 minut i déle. Po této době by měla následovat krátká ergonomická přestávka, případně se pracovníci v četě mohou vystřídat.

3.2.8 Limity použití přenosného motorového jamkovače

Použití motorového jamkovače je limitováno zejména vlastnostmi půdy na zalesňovaném stanovišti. Vrták není možné úspěšně nasadit na stanovištích s příliš kamenitou či tvrdou půdou. Nevhodné jsou také prudké svahy, kde je pohyb pracovníka s jamkovačem sám o sobě obtížný. Potíže může činit rovněž husté prokořenění půdního profilu. V zásadě platí, že s menším průměrem vrtáku lze vrtat v náročnějších půdních podmínkách. Na stanovištích s méně vhodnou půdou je proto možné zvolit vrták o menším průměru. Je však nutné zdůraznit, že velikost jamky musí být vždy přiměřená k velikosti kořenového systému použitého sadebního materiálu. Obecně lze konstatovat, že na problematických stanovištích (velký sklon terénu, obtížné půdní poměry atd.), kde by použití motorového jamkovače přinášelo značené komplikace, je vhodnější jamky zhotovit klasickými technologiemi a vrták uplatnit pouze na odpovídajících stanovištích, kde se mohou projevit jeho přednosti ve vyšší produktivitě práce (cf. HNILICA et al. 2015: s. 20).

3.2.9 Dílčí závěry a doporučení

Podle dosavadních zkušeností se zhotovováním jamek pro výsadby PONG pomocí přenosného motorového jamkovače je možné uvést následující praktické poznatky:

- Přednosti motorového jamkovače jsou neefektivněji využity na zrnitostně lehkých nepřipravovaných lesních půdách, stejně jako při zalesňování zemědělských půd nebo na lesních půdách po celoplošné mechanické přípravě.
- Jako zcela zásadní opatření pro komfortní a bezpečnou práci lze označit požadavek, aby jamkovač byl vybaven spojkou (brzdou vrtáku), která přeruší točivý moment pracovní hřídele při *zaseknutí* vrtáku.
- Technologie nachází uplatnění mimo jiné při výsadbě sadebního materiálu větších dimenzí (odrostků), kdy je při ruční výsadbě nutné kopat rozměrnou jamku.
- Na pracovní výkon mají vliv zejména stanovištní podmínky. Menší, ale jistě výrazný je vliv velikosti použitého vrtáku. Výkon lze dále ovlivnit např. způsobem organizace práce.
- Nadměrné ohlazování a utužování stěn jamek přichází v úvahu pouze na těžkých jílovitých půdách a lze jej omezit mechanickými úpravami vrtáku (navaretní zdršňovacího trnu).
- Při hloubení jamek pomocí vrtáku lze snadněji dodržovat stálé rozměry jamek, což je nezbytný předpoklad pro omezení deformací kořenů při výsadbě.
- Při správném používání však technologie hloubení jamek pro výsadbu lesních dřevin pomocí motorového jamkovače přináší až několikanásobné zrychlení, a tím i ulehčení práce oproti klasickému ručnímu kopání, a to za současného snadnějšího dodržování kvality práce.

3.3 Uplatnění poloodrostků a odrostků nové generace při obnově lesa

3.3.1 Vymezení vhodných stanovišť pro uplatnění PONG

Sadební materiál typu PONG jsou rostliny (školkařské výpěstky) větších dimenzí přednostně určené pro specifické situace a případy při zakládání lesa. Terminální pupen PONG se již v době výsadby nachází nad přízemní zónou, kde s vysokou intenzitou působí nepříznivé vlivy prostředí, tj. zejména výkyvy teplot a konkurence od přízemní vegetace.

PONG určitě nemají nahradit sadební materiál běžných dimenzí. Tam, kde obtojí semenáčky a sazenice, by použití PONG bylo zbytečné a neefektivní. Může být ale vhodné a perspektivní v situacích, kde se mohou projevit přednosti větších výpěstků a kde menší sadební materiál naráží na svoje limity. V některých případech, zejména v **mrazových polohách** nebo na **stanovištích se silným vlivem buřeně**, dokonce bývá použití rostlin větších dimenzí (s výškou nadzemní části kolem 100 cm a více) jednou z mála schůdných možností, jak úspěšnou obnovu lesa zajistit (BALCAR et al. 2011; KUNEŠ et al. 2011).

Konkrétní možnosti uplatnění školkařských výpěstků typu poloodrostků a odrostků nové generace jsou následující:

- stanoviště se silným vlivem buřeně (třtina, ostružiníky apod.), tj. živinově bohatá stanoviště, bývalé zemědělské půdy, staré holiny na lesní půdě;
- vylepšování výsadeb provedených klasickými technologiemi, zejména na rozsáhlejších (kalamitních) holinách;
- klimaticky exponované lokality v mrazových polohách;
- lokality s opakovaným nezdarem obnovy lesa;
- podsady a prosady při rekonstrukci porostů náhradních dřevin;
- vnášení melioračních a zpevňujících dřevin do kultury základní dřeviny vzniklé přirozenou obnovou;
- obohacování druhové skladby při obnově stejnorodých (zejména smrkových) porostů;
- možnost kombinace použití PONG s individuální ochranou proti zvěři (tubusy, oplůtky, případně malé oplocenky);
- liniové výsadby podél lesních cest včetně zvýraznění hranic trvalého rozdělení lesa;

- výsadby, kde je požadována zvýšená stabilizační či meliorační funkce (např. pěstební prvky sloužící k rozčlenění rozsáhlých porostů).

Zvláště vhodné je uplatnění PONG tam, kde se uvažuje o individuálních ochranných opatřeních proti zvěři, ať již formou plastových tubusů nebo oplůtků apod. Tradičním problémem individuálních ochranných (plastových tubusů) bývá, že malá sazenice potřebuje značně dlouhou dobu k tomu, aby její *terminál* (vzrůstový vrchol) vůbec opustil (prorostl mimo) tubus a aby se koruna stromku začala normálně vyvíjet. Během této doby však již zpravidla končí životnost stabilizace tubusů (JURÁSEK 2002). Naproti tomu odrostek je již v době výsadby z tubusu odrostlý (nebo *k tomu nemá daleko*) a během životnosti ochrany dochází k zesilování jeho kmínku (KUNEŠ et al. 2011).

Pokud je sadební materiál typu PONG vysazován **v horských polohách**, kde se vyskytuje vysoká sněhová pokrývka, je nutné vysazené stromky stabilizovat vyvázáním ke kůlu (KUNEŠ et al. 2011). Stabilizace sice značně zvyšuje náklady na výsadbu, ale také výrazně omezuje riziko deformací nadzemní části stromku sněhem. V polohách s nižší sněhovou pokrývkou tato stabilizace nutná není a nepoužívá se.

Typologicky lze vhodná stanoviště pro použití PONG pro **mrazové polohy** vymezit edafickými kategoriemi L, částečně U, T, G, R a pro stanoviště ohrožená buřením se jedná zejména o kategorie B, S, H, D. Tomu odpovídají cílové hospodářské soubory (CHS) 19, částečně 29 39, 59, 79, resp. 25, 45, 55, 75.

Technické možnosti použití PONG k obnově lesa vyplývají a souvisejí především s omezeními, jež jsou dána reálnými možnostmi hloubení jamek pomocí motorového vrtáku. Motorové jamkovače nelze používat např. na silně skeletnatých, kamenitých a velmi mělkých půdách. Dalšími omezujícími faktory jsou morfologické a fyziologické vlastnosti (predispozice) samotných polooodrostků a odrostků. Ze zkušeností vyplývá, že horší ujmavosti je u PONG dosahováno **na vysýchavých lokalitách** v oblastech s častým (předpokládaným, resp. předvídatelným) srážkovým deficitem v podzimní či jarní periodě. Na stanovištích edafických kategorií X, Y, Z, N, F, C, A, J (tj. CHS 01, 21, 31, částečně 41, 51, 71) jsou tedy možnosti uplatnění PONG zpravidla značně omezené.

3.3.2 Doporučená hustota výsadeb PONG

Obecně platí, že při výsadbách PONG se doporučují tzv. *minimální hektarové počty* alespoň na úrovni, jaká je požadovaná platnou právní úpravou (blíže příloha č. 6 k vyhlášce č. 139/2004 Sb. v platném znění a § 2 této vyhlášky) pro sadební materiál kategorie prostokořenných sazenic obvyklé obchodní jakosti. K případnému snížení výchozí hustoty kultur zakládaných pomocí PONG by se mělo přistupovat pouze výjimečně a teprve po pečlivém uvážení, zejména v situaci, kdy se očekává, že v zakládaném porostu bude převládat jiná funkce než dřevoprodukční. Zkušenosti ukazují, že i při užití nejvyspělejšího sadebního materiálu je nejvýše přijatelné snížení minimálních hektarových počtů o 20 %. Vždy je potřeba mít na paměti zachování vyžadované **hustoty kultury pro tvorbu výchovných interakcí** mezi pěstovanými dřevinami na počátku výchovy porostů (v posledním období v různých typech metodických pokynů nebo v certifikovaných metodikách pro lesnickou praxi takové interakce blíže rozvádějí např. SLODIČÁK a NOVÁK 2007; KUNEŠ et al. 2011; NÁROVCOVÁ a NÁROVEC 2013; MAUER a VANĚK 2013; SVOBODA, DOHNANSKÝ et al. 2015; BURDA et al. 2016; REMEŠ et al. 2016 a další).

3.3.3 Termíny výsadeb PONG

Pro výsadbu PONG se přednostně (resp. téměř výhradně) uvažuje podzimní období. Jarní termín je sice také biologicky adekvátní (možný), ale je málo výhodný, komplikovaný a v praxi jen velmi obtížně realizovatelný. Důvodů je několik: podzimní výsadba je pro listnáče fyziologicky příznivější než jarní (u jehličnanů je to naopak); podzimní období je v lesnictví méně pracovně exponované než jarní období, je tedy žádoucí část výsadbových prací přesunout do podzimního termínu; podzimní období příznivé pro výsadbu je delší než jarní a klimatické podmínky jsou zpravidla vhodnější a snáze předvídatelné; pracné vyzvedávání odrostků v lesních školkách je z organizačního hlediska velice obtížné realizovat v jarním termínu, kdy souběžně probíhají všechny ostatní práce; případné skladování vyzvednutého sadebního materiálu v klimatizovaných skladech přes celé zimní období by pro jeho značné rozměry bylo velmi nákladné.

S podzimním termínem také souvisí možnost přípravy jamek několik dnů až týdnů dopředu. To představuje výhodu při organizaci práce, kdy lze samotnou výsadbu zvládnout podstatně rychleji a není tak nutné zřizovat *založiště* rozměrného sadebního materiálu (na zalesňovanou plochu se přiveze vždy jen tolik rostlin, které lze během nadcházejícího dne vysadit). Při jarním termínu většinou příprava jamek

dopředu nepřipadá v úvahu, protože by docházelo k vysychání vrtákem rozmělněné zeminy. Zakládání poloodrostků a odrostků všech druhů dřevin přes zimní období ČSN 48 2116 *Umělá obnova lesa a zalesňování* nepřipouští.

Příznivá zkušenost s podzimní výsadbou PONG může navíc pro lesní hospodáře znamenat motivaci, aby i výsadbu standardních typů listnatého sadebního materiálu (alespoň částečně) situovali do podzimního období.

4 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

Používání SMLD kategorie poloodrostků a odrostků, stejně tak jako uplatňování a prosazování motomanuálních výsadeb SMLD není v rámci LH záležitostí novou. Obojí již v minulosti prodělalo svoji individuální historii, během které docházelo k výkyvům zájmu o tato dílčí opatření při obnově lesních porostů. Přijmeme-li názor, že předobrazem pro nyní doporučované poloodrostky a odrostky listnatých dřevin bylo uplatňování vyspělých *hroudových* sazenic, vyjímaných pomocí rýčů z přehoustlých nárostů i z hustě vysazovaných lesních kultur, pak můžeme takovou historii situovat již do období konce 19. a začátku 20. století, v některých případech (např. v pohoří Harz ve středním Německu, ale i u nás) dokonce i do 17. století (LOKVENEC 1978; FOLTÁNEK 2016 aj.). V našich podmínkách je dostatečně objektivně a exaktně zhodnoceným **příkladem úspěšného použití odrostků** dubů, buku, habru a lípy o výšce nadzemní části kolem 130 cm zkušenost z poválečného zalesňování rozsáhlých kalamitních holin v píseckých lesích, kterou podrobně popsal PEŘINA (1969). Možnosti uplatnění sadebního materiálu větších dimenzí později v 90. letech 20. století rozpracoval např. NERUDA (1999). Také o využívání motorových jamkovačů nejrůznějších typů při umělé obnově lesa u nás existují zejména z období 50. a 60. let 20. století poměrně četné informační zdroje a literatura (DOLEŽAL 1960; DUJÍČEK 1959; KLÍR 1956; PLÍŠEK 1965; POSPÍŠIL 1959; SCHALEK 1959 a další). Rovněž již citovaný NERUDA (1999) prezentuje možnosti výsadby pomocí vrtáků (jamkovačů). V té době však nabídka moderních přenosných jamkovačů (v porovnání s dneškem) nebyla ještě natolik četná, aby u nás akcelerovala širší provozní používání jamkovačů při zalesňovacích pracích.

Zkušenosti (viz literární prameny citované v kap. 8.1) předchozích generací zakladatelů lesa tedy logicky představovaly ideová východiska řešeného projektu. **Navrhované řešení** je však v mnoha rysech oproti těmto ideovým vzorům výrazně odlišné. Mimo jiné proto, že v minulosti býval pod pojem *poloodrostky* často zahrnován veškerý SMLD s výškou nadzemní části větší než 60 cm (ale také >50 cm), a to včetně semenáčků (!), a také že za tzv. *velké sazenice* dříve bývaly považovány nejen poloodrostky a odrostky, ale také SMLD s výškou zpravidla od 40 do 60 cm (cf. LOKVENEC 1978).

„Novost postupů“ předkládané metodiky je proto nutné spatřovat především v integraci (propojení, splynutí) obou těchto již dříve známých dílčích technologií do jednoho funkčního celku, a to nově u SMLD výhradně s výškou nadzemní části >80 cm a se specifickým (novým) způsobem pěstování včetně záměrné úpravy kořenových systémů PONG. Kombinace poloodrostků a odrostků nové generace

na straně jedné a hloubení sadbových jamek pro ně pomocí moderních přenosných motorových jamkovačů na straně druhé je **hlavním inovativním prvkem doporučované technologie**, od které si autoři slibují budoucí širší využití PONG v lesnické praxi. V upřednostnění vyspělého SMLD kategorie PONG a v motomanuálním způsobu výsadby řešitelé spatřují (a očekávají) relativně uspokojivé a ekonomické zvládnutí problémů v těch obdobích a oblastech, kde se při umělé obnově lesa vyskytnou obtížné situace se zajištěním zakládání lesních kultur. Může se jednat o nejrůznější nepříznivé vlivy a faktory včetně vzniku silně zabuřeněných ploch po rozsáhlých kalamitách, kde (slovy LOKVENCE 1978: s. 154) *racionálně uvažující lesníci vždy v minulosti sahali k vyspělému SMLD*.

Použití PONG, podle zkušeností autorů, umožňuje zalesnit některá specifická a běžnými postupy obtížně zalesnitelná stanoviště. Zejména je pomocí PONG přímo podporován požadavek na zabezpečení nezbytného podílu melioračních a zpevňujících dřevin při obnově lesních porostů, jaký vlastníkům lesa ukládá současná právní úprava (především *lesní zákon* a jeho prováděcí předpisy). Uplatnění PONG o výšce nadzemní části kolem 100 cm a více daleko přímočařeji vytváří předpoklady pro zachování příměsi vysazovaných melioračních a zpevňujících listnatých dřevin i v dalších fázích vývoje lesních porostů. Doporučeníhodné proto také je, aby o použití technologie PONG nebylo v praxi LH rozhodováno až po neúspěchu klasického způsobu zalesňování pomocí sadebního materiálu běžné obchodní velikosti, ale aby na stanovištích s předpokládaným neúspěchem klasického zalesnění byla technologie PONG nasazována (projektována) přednostně.

5 POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Metodika může nacházet všestranné uplatnění i mimo sektor LH, nicméně primárně je určena pro vlastníky a správce lesních majetků a jejich odborné lesní hospodáře a potažmo pak také pro lesnické firmy (fyzické a právnické osoby), které podnikají jako dodavatelé pěstebních prací při obnově lesa. Z metodiky lze získat informace o vlastnostech a možnostech uplatnění školkařských výpěstků, označovaných jako *poloodrostky a odrostky nové generace* (PONG), a především pak o zkušenostech s technologií jejich výsadby, která je založena na motomanuální přípravě sadbových jamek pomocí přenosných motorových jamkovačů. Metodika se tak může stát přímým podkladem pro praktická rozhodování OLH při výběru technologie zakládání lesa na obtížně zalesnitelných či jinak specifických stanovištích. Naplní-li se tato očekávání, pak technologie PONG vysazovaných do jamek hloubených motorovým jamkovačem návazně umožní modernizovat dílčí systémy umělé obnovy lesa v rámci péče o lesní ekosystémy a při lesnickém obhospodařování zájmových pozemků. Významným argumentem pro volbu práce s jamkovačem je dále zvýšení produktivity a zlepšení hygieny práce v důsledku nahrazení pracné, namáhavé a ergonomicky (v některých ohledech) *nepříznivé* práce s ručním náradím. Jamku pomocí spirálových vrtáků lze navíc zhotovit daleko spolehlivěji v požadované (jednotné) velikosti i kvalitě, což je významné z hlediska omezení rizika deformací kořenových soustav uplatněného vyspělého sadebního materiálu.

Zabýváme-li se kvantifikací potenciálního uplatnění navrhované technologie v celorepublikovém měřítku (již rozpracováno v publikaci BURDA et al. 2015), pak lze vyslovit předpoklad, že SMLD kategorie **PONG má potenciál zaujmout v ČR průměrný podíl 2,5 %** z celkové produkce sadebního materiálu listnatých druhů dřevin (kalkulace vycházející z předpokládaného podílu 4 % u dubu letního a zimního; 1,5 % u buku lesního a 1,4 % u ostatních listnatých dřevin). Představuje to potenciální roční produkci kolem 1,5 mil. kusů PONG (800 tis. ks dubu letního a zimního, 560 tis. ks buku lesního a 140 tis. ks ostatních listnatých dřevin). Uvedený odhad se přesto jen necelou čtvrtinou nebo šestinou přibližuje kalkulacím ze 70. let 20. století, které se věnovaly prognózám vývoje množstevních a kvalitativních požadavků LH na SMLD pro obnovu lesa do roku 1990 (včetně vypracování provozních systémů a diferencovaných postupů zalesňování pro jednotlivé hospodářské soubory lesních typů). Tehdejší kalkule na základě analýzy dobových biologických a ekonomických ukazatelů dospěly k závěru (LOKVENEC 1978), že prostokořenné poloodrostky listnatých dřevin mají tvořit podíl 4,2 % na celkové potřebě sadebního materiálu pro zalesňování v ČSR, která tehdy byla odhadována až na 240 mil. kusů

ročně (cf. JAKŠ 1975: s. 51). Tato vize o roční produkci až 10 milionů kusů prostokořenných poloodrostků listnatých dřevin v tuzemských lesních školkách zůstala ovšem v pozdějším období nenaplněna, stejně jako celá řada dalších podobných prognóz o skladbě SMLD a způsobech jeho výsadby (cf. ŠIMEK 1976: s. 158–174; JAKŠ 1977; LIŠKA 1978, LOKVENC 1978).

Certifikovaná metodika nalezne **publikační uplatnění** v tradiční ediční řadě *Lesnický průvodce – Certifikované metodiky pro praxi*, kterou pro nejširší laickou a odbornou veřejnost vydává Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady. Na webových stránkách výzkumného ústavu (www.vulhm.cz), pracovníků univerzity (www.listnace.cz) a řešitelského pracoviště (www.pavelburda.cz) bude metodika zájemcům (uživatelům internetu) dostupná v elektronickém formátu.

6 EKONOMICKÉ ASPEKTY

Ekonomický přínos při využití prezentované technologie se v konečném důsledku projeví snížením nákladů na zalesnění (při hodnocení nákladovosti ve fázi dosažení zajištěné kultury) na některých specifických stanovištích, která jsou standardními postupy zalesnitelná jen obtížně, a tedy také se značnými (zvýšenými a opakovanými) náklady. Použití technologie PONG na stanovištích a na CHS s předpokládaným neúspěchem ujímání a odrůstání sazenic standardních (obvyklých) rozměrů vede ke snížení celkových nákladů ve fázi zajištěné kultury (např. již vyloučením dodatečných nákladů na opakovanou obnovu lesa). Navíc technologie PONG na některých problémových lokalitách (rozsáhlých kalamitních holinách) může představovat jeden z mála způsobů, jak v reálném čase docílit úspěšné zalesnění holin a zajištění lesních kultur (viz kap. 3.3.1).

Polomechanizovaný způsob hloubení jamek pomocí motorového jamkovače vede ke zvýšení pracovního výkonu, z čehož vyplývají přímé úspory nákladů práce při výsadbě. Zřejmě ještě významnější přínos však spočívá v možnosti ušetřit část pracovních sil, s jejichž nedostatkem se lesnický sektor v současné době potýká, a tím zefektivnit organizaci práce. Zalesňování tak lze zvládnout v kratší době, výsadbu je možné časově situovat do klimaticky optimálních období. Tento aspekt nabývá na významu zejména v sušších oblastech a ve srážkově chudších letech. Využití PONG předpokládá podzimní termín výsadby. To umožňuje rozložit zalesňovací úkoly na obhospodařovaném lesním majetku přesunutím jejich části z pracovně exponovaného a často také klimaticky méně vhodného jarního termínu do podzimního období (viz kap. 3.3.3).

Reálný pracovní výkon motorového jamkovače, a tím i náklady na zhotovení jamky (potažmo na celou výsadbu), jsou vždy závislé především na terénních podmínkách a dalších okolnostech, které lze jen obtížně predikovat (a kvantifikovat) a které jsou pro každé stanoviště individuální. Na pracovní výkon mají vliv zejména aktuální vlastnosti půdy. Konkrétně přítomnost skeletu, kořenů či větví v půdě a dále pak pokryv buřene (tráva, ostružiník) komplikuje práci s jamkovačem a snižuje pracovní výkon. Současně platí, že větší průměr vrtáku (pro větší sazenice) znamená na daném stanovišti nižší počet zhotovených jamek za jednotku času. Zároveň lze konstatovat, že velikost použitého vrtáku se na pracovním výkonu projevuje méně než vliv vlastností půdy. Nasazení motorového jamkovače znamená dvojnásobnou až trojnásobnou časovou úsporu při zhotovování jamek v porovnání s ručním nářadím. Čas na samotné zasazení stromku je prakticky totožný. Celková časová úspora tak může být cca 30–50 %.

V 70. letech 20. století věnovala Výzkumná stanice Křtiny velkou pozornost studiu možností zvýšení směnové výkonnosti pracovníků při umělé obnově lesa pomocí vrtání sadbových jamek. Při exaktním porovnávání (které uvádí LIŠKA 1978) vůči ruční práci (průměrně 123 jamek za směnu), byla směnová produktivita práce na 1 pracovníka při hloubení jamek přenosným motorovým jamkovačem (Stihl 08-S) až čtyřnásobná (500 jamek za směnu; vlastní sázení se ovšem nezapočítávalo). Při hloubení jamek pomocí zdvojeného motorového jamkovače (dvojjamkovače), neseného na hydraulických ramenech univerzálního kolového traktoru a navrhovaného pracovníky tohoto rezortního vývojového a výzkumného pracoviště, činila směnová výkonnost dokonce 1 200 jamek.

Pro obecný souhrn předpokládaných aspektů technologie PONG lze uvést následující přehled, zpracovaný ve smyslu analýzy SWOT:

Silné stránky – zvýšení pracovního výkonu (směnové výkonnosti při přípravě sadbových jamek), zlepšení ergonomie práce pro lesní dělníky, zlepšení kvality výsadby (minimalizování rizika nekvalitní práce), snížení nákladů na následnou péči o založené lesní kultury;

Slabé stránky – omezené využití motorových jamkovačů v nepříznivých půdních a terénních podmínkách, nezanedbatelné náklady na pořízení motorového jamkovače s příslušenstvím a nutnost jeho údržby, požadavek odpovědného přístupu k práci, nedostatek odpovědných a kvalifikovaných pracovníků (lesních dělníků pro pěstební činnost);

Příležitosti – rozšíření spektra možných postupů při zakládání lesa, pozitivní projevy organizačně i biologicky příznivější podzimní výsadby, zvýšení kvalifikace pracovníků v pěstební činnosti, modernizace zalesňovacích prací;

Hrozby – formální překážky (požadavky ve výběrových řízeních apod.), obecná preference krátkodobých finančních úspor bez ohledu na možné dlouhodobé pozitivní efekty, konzervativnost a snížení konkurenceschopnosti lesnických společností při zavádění nových technologických postupů zakládání lesních porostů, negativní popularizace technologie po její nevhodné aplikaci.

Očekává se, že pozitivní efekty uplatnění technologie poloostrodků a odrostků nové generace se v lesnictví projeví zejména ve:

- snížení nutných nákladů na péči o založené lesní kultury, tj. zejména na vyžínání buřeně;
- snížení nákladů na vylepšování kultur (snížení podílu z nezdaru úvodního zalesnění);
- zkrácení doby na *dosažení zajištěné kultury*, a tím zkrácení doby, po kterou je nutné aplikovat ochranu proti zvěři (repelenty, oplocení);

- zkrácení doby, kdy je holina vyražena z produkce vlivem neúspěchu zalesnění či pomalého odrůstání kultury.

Máme-li zmíněné předpokládané efekty a jejich ekonomické aspekty kvantifikovat, pak při předpokládané průměrné ceně 24,00 Kč za školkařský výpěstek kategorie PONG činí očekávané navýšení ročních tržeb u producentů SMLD celkových 36 mil. Kč. Výrazně menší rozměry kořenových systémů PONG (které umožňují zmenšení rozměrů výsadbových jamek v porovnání s převládajícími rozměry sadbových jamek 35 × 35 cm pro prostokořenný SMLD) mohou znamenat snížení nákladů na výsadbu cca o 10 %. Snížením ztrát při obnově lesa z obvyklých 15 % na 7,5 % u užitého sadebního materiálu typu PONG se o cca 100 tisíc kusů ročně sníží požadavky LH na množství sadebního materiálu lesních dřevin pro opakovanou obnovu lesa, což může vygenerovat v rámci ČR úsporu v řádu jednotek milionů Kč ročně. Přínosem z hlediska uživatele (vlastníka lesa) je také předpokládané snížení přímých nákladů nutné péče o lesní kultury (zejména na ožínání nebo nátery repelenty) o 30–40 %, tj. o částku 3,0–3,6 tis. Kč·ha⁻¹. Při užití kalkulovaného množství 1,5 mil. ks sadebního materiálu PONG ročně na výměře kolem 1 200 ha (400 ha porostů dubu letního a zimního, 660 ha porostů buku lesního, 140 ha redukovaného druhového zastoupení ostatních listnatých dřevin) představuje potenciální úspora nákladů na zajištěnou kulturu souhrnnou částku až 4 mil. Kč ročně.

7 DEDIKACE

Výsledek vznikl v roce 2018 za podpory Ministerstva zemědělství, institucionální podpora **MZE-RO0118**. Východiskem pro vypracování metodiky byly dílčí výzkumné aktivity, experimentální data a rovněž nové poznatky předchozího výzkumného projektu s označením "Technologie produkce listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách a užití tohoto typu sadebního materiálu při obnově lesa" (**QJ1220331**), který v letech 2012–2016 finančně podpořilo Ministerstvo zemědělství ČR prostřednictvím Národní agentury pro zemědělský výzkum.

8 LITERATURA

8.1 Seznam použité související literatury

- BALÁŠ M., KUNEŠ I., ŠRENK M., KOŇASOVÁ T. 2011. Časová a pracovní náročnost výsadby prostokořenných odrostků listnatých dřevin v horských polohách. Zprávy lesnického výzkumu, 56: 235–243.
- BALCAR V., ŠPULÁK O., KACÁLEK D., KUNEŠ I. 2011. Obnova lesa ve vyšších horských polohách postihovaných extrémními mrazovými stresy. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 36 s. – Lesnický průvodce 1/2011.
- BOJA N., BOJA F., VIDREAN D., TEUȘDEA A. C. 2016. Aspects regarding the usage of ground augers in the forestry sector. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology, 20: 61–70.
- BURDA P. 2001. Nové konstrukční řešení stroje pro pěstování velkého sadebního materiálu a práci na nelesních půdách. In: Karas J. et al. (eds.): COYOUS – Konference mladých vědeckých pracovníků. Sborník z konference. Praha, 25. 5. 2001. LF ČZU v Praze: 14–18.
- BURDA P. 2009. Ověření pěstebních postupů a využití školkařských technologií při pěstování sadebního materiálu lesních dřevin a posouzení kvality vyprodukovaného materiálu. Disertační práce. Praha, ČZU v Praze: 90 s.
- BURDA P., NÁROVCOVÁ J. 2009. Ověřování technologie pěstování poloodrostků a odrostků v lesních školkách. Zprávy lesnického výzkumu, 54: 92–98.
- BURDA P., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., KUNEŠ I., BALÁŠ M., MACHOVIČ I. 2015. Technologie pěstování listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 56 s. – Lesnický průvodce 3/2015.
- BURDA P., NÁROVCOVÁ J., ŠIMERDA L. 2016. Praktická doporučení při umělé obnově lesa prostokořenným sadebním materiálem. Milevsko, vlastním nákladem Ing. Pavel Burda, Ph.D. – Lesní školky: 22 s.
- DOLEŽAL D. 1960. Práce s přenosnými motorovými jamkovači. Lesnická práce, 39: 443–445.
- DUJÍČEK B. 1959. Univerzální vrták pro přípravu půdy. Lesnická práce, 38: 382–383.
- FANTA J. 2017. Jak zajistit stabilitu lesů v čase klimatických změn? In: Petřík P. et al. (eds.): Krajina a lidé. 1. vydání. Praha, Academia: 42–44.

- FOLTÁNEK V. 2013. Lesní školkařství v České republice v roce 2013. In: Foltánek, V. (ed.): Aktuální problematika lesního školkařství České republiky v roce 2013. Sborník referátů. Lísek u Bystřice nad Pernštejnem, 27. 11. 2013. Brno, Tribun EU: 37–41.
- FOLTÁNEK V. 2016. Lesní školkařství v České republice – od historie k současnosti. 1. vydání. Praha, Národní zemědělské muzeum: 155 s.
- HUBAČ M., BORSKÝ I., STRELKA F., STAREK E. 1963. Fyziologický rozbor výkonu při práci s motorovými jamkovači. Lesnícky časopis, 9: 1035–1048.
- HLÁSNY T., CSABA M., SEIDL R., KULLA L., MORGANIČOVÁ K., TROMBIK J., DOBOR L., BARCZA Z., KONÔPKA B. 2014. Climate change increases the drought risk in Central European forests: What are the options for adaptation? Lesnícky časopis – Forestry Journal, 60: 5–18.
- HLÁSNY T., MARUŠÁK R., NOVÁK J., BARKA I., ČIHÁK T., SLODIČÁK M. 2016. Adaptace hospodaření ve smrkových porostech České republiky na změnu klimatu s důrazem na produkci lesa. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 59 s. – Lesnický průvodce 15/2016.
- HNILICA R., MESSINGEROVÁ V., STANOVSKÝ M., SLUGEN J., HNILICOVÁ M., FERENČÍK M. 2015. Možnosti mechanizácie prác pri zakladaní a výchove lesa. 1. vydanie. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 99 s.
- JAKŠ F. 1977. Rozvoj lesů ČSR do roku 1990. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 101 s.
- JELÍNEK B., ÚRADNÍČEK L. 2010. Malé nebo velké sazenice? In: Petrová A. (ed.): ÚSES – Zelená páteř krajiny 2010. Sborník ze semináře. Brno, 8.–9. 2010. Kostelec na Hané, Česká společnost pro krajinnou ekologii s Ministerstvem životního prostředí ČR: 56–62.
- JURÁSEK A. 2002. Zásady pro použití plastových chráničů sadebního materiálu při zalesňování. 1. vydání. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 16 s. – Lesnický průvodce 1/2002.
- JURÁSEK A. 2014. Stabilizace lesních ekosystémů vyváženým poměrem přirozené a umělé obnovy. Redakčně upravená výroční zpráva o řešení projektu KUS QJ1230330 v roce 2014. Strnady, VÚLHM: 50 s.
- JURÁSEK A., MAUER O., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC, V. 2012. ČSN 48 2115. Sadební materiál lesních dřevin. Úplná revize normy. Praha, ÚNMZ: 24 s.
- KLÍR J. 1956. Půdní jamkovače. Lesnická práce, 35: 269–271.
- KRNÁČOVÁ L. 2015. Faktory ovlivňující současný stav a budoucí vývoj lesního semenářství a školkařství. In: Lenocho J. (ed.): Quo vadis lesnictví? I. Kam kráčí

- lesní semenářství a školkařství? Sborník příspěvků. Brno, 15. 10. 2015. Česká lesnická společnost při LDF MENDELU v Brně: 7–11.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., MILLEROVÁ K., BALCAR V. 2011. Vnášení listnaté příměsi a jehle do jehličnatých porostů Jizerských hor. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 36 s. – Lesnický průvodce 9/2011.
- LASÁK O. 2011: Sazenice prodáváme v jamce. Systém pěstování sazenic technologií BCC a filozofie LESCUS Cetkovice. Lesnická práce, 90: 424–425.
- LIDICKÝ V., NEZNAJOVÁ Z., DOHNANSKÝ T. 2015. Problematika semenářství a školkařství z pohledu Lesů ČR, s. p. In: Lenocho J. (ed.): Quo vadis lesnictví? I. Kam kráčí lesní semenářství a školkařství? Sborník příspěvků. Brno, 15. 10. 2015, Česká lesnická společnost při LDF MENDELU v Brně: 48–51.
- LIŠKA V. 1978. Využití neseného dvojjamkovače při jamkové sadbě. Lesnická práce, 57: 232–233.
- LOKVENC T. 1978. Problematika zalesňování velkými sazenicemi. Lesnická práce, 57: 153–157.
- MAUER O. 2016. Inovace a nové směry budoucího vývoje obnovy lesa. In: Lenocho J. (ed.): Quo vadis lesnictví? II. Kam kráčí obnova a výchova lesních porostů? Sborník příspěvků. Brno, 20. října 2016. ČLS při LDF MENDELU v Brně: 16–21.
- MAUER O., HOUŠKOVÁ K. 2015. Inovace a nové směry vývoje lesního školkařství v České republice. In: Lenocho J. (ed.): Quo vadis lesnictví? I. Kam kráčí lesní semenářství a školkařství? Sborník příspěvků. Brno, 15. 10. 2015. ČLS při LDF MENDELU v Brně: 72–77.
- MAUER O., JURÁSEK A. 2015. ČSN 48 2116. Umělá obnova lesa a zalesňování. Praha, ÚNMZ: 24 s.
- MAUER O., VANĚK P. 2013. Kvalita zakládaných kultur – základ kvality nových porostů. In: Baláš M. et al. (eds.): Proceedings of Central European Silviculture. Sborník z konference. Kostelec nad Černými lesy, 2.–3. 7. 2013. ČZU v Praze: 159–166.
- MZE 2016a. Strategie resortu Ministerstva zemědělství České republiky s výhledem do roku 2030. (Č. j.: 66699/2015-MZE-10051). 1. vydání. Praha, Ministerstvo zemědělství ČR: 136 s.
- MZE 2016b. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2015. Praha, Ministerstvo zemědělství: 132 s.
- NÁROVCOVÁ J., KUNEŠ I. 2014. Půdní vrták, zamezující ohlazování stěn sadebních jamek. Užitečný vzor č. CZ 26570 U1 zapsaný ÚPV dne 6. 3. 2014. Praha, Úřad průmyslového vlastnictví. Majitel: VÚLHM, v. v. i., Jíloviště; ČZU v Praze.

- NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2013. Pěstební opatření k udržení kvality borových mlazín. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 32 s. – Lesnický průvodce 7/2013.
- NÁROVEC V. 2016. Doporučení pro výběr půd k pěstování prostokořenných polodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách. In: Martinec P. (ed.): Moderní školkařské technologie a jejich využití v lesnictví. II. Intenzifikační opatření v lesních školkách. Sborník příspěvků. Řečany nad Labem, 6. 9. 2016. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 37–42.
- NERUDA J. 1999. Technika pro produkci a výsadbu velkého sadebního materiálu lesních dřevin. *Journal of Forest Science*, 45 (1): 2–15.
- NERUDA J. 2000. Technology for planting admixed species in Norway spruce monocultures. In: Klimo E. et al. (eds.): Spruce monocultures in Central Europe – Problems and prospects. Joensuu, Finland, European Forest Institute: 177–188. – Proceedings No. 33.
- NERUDA J., NAVRÁTIL S. 1998. Technizace produkce a výsadby sadebního materiálu větších dimenzí. *Lesnická práce*, 77: 14–15.
- NERUDA J., ŠVENDA A. 2000. Technický a technologický rozvoj v lesních školkách. *Lesnická práce*, 79: 111–113.
- NĚMEČEK J., MACKŮ J., VOKOUN J., VAVŘÍČEK D., NOVÁK P. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. 1. vydání. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze: 79 s.
- PERNICA M., ŠEDIVÝ V. 2001. Vliv pracovní polohy při zalesňování na vnímání svalových bolestí. *Lesnická práce*, 80: 354–356.
- PEŘINA V. 1969. Příspěvek k používání listnatých odrostků. *Lesnická práce*, 48: 171–176.
- PLÍŠEK F. 1965. Nesené jamkovače. *Lesnická práce*, 44: 288.
- POSPÍŠIL B. 1959. Přenosný motorový důlkovač Vú/56. *Lesnictví*, 5: 979–990.
- REDAKCE LP [ex MAUER O.] 1999. Pěstování polodrostků listnatých dřevin. *Lesnická práce*, 78 (2): 66–69.
- REMEŠ J., NOVÁK J., ŠTEFANČÍK I., DUŠEK D., SLODIČÁK M., BÍLEK L., PULKRAB K. 2016. Postupy výchovy k dosažení pěstebně-ekologického a ekonomického optima v bukových porostech na CHS 43 a 45. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 27 s. – Lesnický průvodce 13/2016.
- SCHALEK M. 1959. Skúsenosti s motorovým jamkovačom pri zalesňovacích prácach. *Lesnická práce*, 38: 411–414.

- SIMANOV V. 2015. Vývoj lesnické techniky v českých zemích v letech 1945–1992. 1. vydání. Praha, Národní zemědělské muzeum: 217 s.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J. 2007. Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin. Recenzovaná metodika. Jíloviště-Strnady, VÚLHM: 46 s. – Lesnický průvodce 4/2007.
- SOUČEK J., ŠPULÁK O., LEUGNER J., PULKRAB K., SLOUP R., JURÁSEK A., MARTINÍK A. 2016. Dvoufázová obnova lesa na kalamitních holinách s využitím přípravných dřevin. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 35 s. – Lesnický průvodce 10/2016.
- STIHL 2006. Stihl BT 121 – Instruction Manual. [online]. Andreas Stihl AG & Co., KG: 65 s. [cit. 14. prosince 2015]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.manualowl.com/m/Stihl/BT-121-Earth-Auger/Manual/368509/>,
- STIHL 2014. Stihl BT 130 – Instruction Manual. [online] Andreas Stihl AG & Co., KG: 28 s. [cit. 28. února 2017]. Dostupné na World Wide Web: <https://www.manualowl.com/p/Stihl/BT-130-Earth-Auger/Manual/221157/>.
- SVOBODA J., DOHNANSKÝ T., KOTEK K., LIDICKÝ V., MORÁVEK F., NOVÁK J., PŮLPÁN L., ŠIMERDA L., TESAŘ V. 2015. Program trvale udržitelného hospodaření v lesích. 1. vydání. Hradec Králové, Lesy České republiky: 71 s.
- ŠIMEK J. 1976. Racionalizace práce v pěstební činnosti. 1. vydání. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 245 s.

8.2 Seznam publikací, které předcházely metodice

- BALÁŠ M., KUNEŠ I., NÁROVCOVÁ J. 2016. Zkušenosti s použitím přenosného motorového jamkovače při zakládání lesa. Zprávy lesnického výzkumu, 61: 262–270. (Výstup za QJ1220331)
- BALÁŠ M., KUNEŠ I., NÁROVCOVÁ J., TRLICOVÁ M. 2012. Časová náročnost mechanizované výsadby listnatých odrostků na písčitých stanovištích nižších poloh. In: Saniga M. et al. (eds.): Pestovanie lesa v strednej Európe. Zborník vedeckých prác. Zvolen, 2.–4. 7. 2012. Technická univerzita vo Zvolene: 223–232. (Výstup za QJ1220331)
- BURDA P. 2017. Využití ručních jamkovačů při obnově lesa. Praktická příručka pro vlastníky a správce lesa. Milevsko, vlastním nákladem Ing. Pavel Burda, Ph.D. – Lesní školky. [Nestr.] (Výstup za TA04021671)

- BURDA P., NÁROVCOVÁ J. 2009. Ověřování technologie pěstování poloodrostků a odrostků v lesních školkách. Zprávy lesnického výzkumu, 54: 92–98. (Výstup za MZE0002070201, FLD 1G58031; NAZV QH92087)
- BURDA P., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V. 2017. Zakládání a obnova lesa za využití poloodrostků a odrostků listnatých dřevin je nadále aktuální téma – vybrané literární prameny a elektronické zdroje. In: Martinec P. (ed.): Hospodaření s půdou ve školkařských provozech. Sborník příspěvků z celorepublikového semináře. Třebíč a Čikov, 14.–15. 6. 2017. Tečovice, Sdružení lesních školkařů ČR: 65–69. (Výstup za TA04021671)
- BURDA P., NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., KUNEŠ I., BALÁŠ M., MACHOVIČ I. 2015. Technologie pěstování listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 56 s. – Lesnický průvodce 3/2015. (Výstup za QJ1220331)
- BURDA P., NÁROVCOVÁ J., ŠIMERDA L. 2016. Praktická doporučení při umělé obnově lesa prostokořenným sadebním materiálem. Milevsko, vlastním nákladem Ing. Pavel Burda, Ph.D. – Lesní školky: 22 s. (Výstup za QJ1220331)
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., MILLEROVÁ K., BALCAR V. 2011. Vnášení listnaté příměsi a jedle do jehličnatých porostů Jizerských hor. Certifikovaná metodika. Strnady, VÚLHM: 36 s. – Lesnický průvodce 9/2011. (Výstup za NAZV QH92087; IGA FLD ČZU v Praze č. 200943120009; CGA ČZU v Praze č. 20104304 a 20114314; ZGP č. 090105)
- NÁROVCOVÁ J., BALÁŠ M. 2017. Výsadby listnatých poloodrostků a odrostků pomocí přenosného motorového jamkovače. In: Sušková M. (ed.): Lesné seménárstvo, škôlkarstvo a umelá obnova lesa 2017. Zborník abstraktov. Liptovský Ján, 20.–21. 6. 2017. Snina, Združenie lesných škôlkarov Slovenskej republiky. [Nestr.] (Výstup za TA04021671)
- NÁROVCOVÁ J., KUNEŠ I. 2014. Půdní vrták, zamezující ohlazování stěn sadebních jamek. Užitný vzor č. CZ 26570 U1 zapsaný ÚPV dne 6. 3. 2014. Praha, Úřad průmyslového vlastnictví. Majitel: VÚLHM, v. v. i., Jíloviště; ČZU v Praze. (Výstup za QJ1220331)

Seznam použitých zkratk

cf.	srovnej (z latinského <i>confer</i>)
CHS	cílový hospodářský soubor
ČLS	Česká lesnická společnost
ČR	Česká republika
ČSN	označení českých technických norem
ČSR	Česká socialistická republika (označ. v letech 1969–1990)
ČZU	Česká zemědělská univerzita v Praze
et al.	a jiní (z latinského <i>et alii</i>)
FLD	Fakulta lesnická a dřevařská (ČZU v Praze)
KSM	krytokořenný sadební materiál
LDF	lesnická a dřevařská fakulta
LF	lesnická fakulta
LH	lesní hospodářství
MENDELU	Mendelova lesnická a zemědělská univerzita v Brně
MZe	Ministerstvo zemědělství (Praha-Těšnov)
NAZV	Národní agentura pro zemědělský výzkum
NGSS	new generation semi-saplings and saplings
NP	národní park
OLH	odborný lesní hospodář
PONG	poloodrostky a odrostky nové generace
PSM	prostokořenný sadební materiál
SMLD	sadební materiál lesních dřevin
SWOT	zkratka složená z počátečních písmen angl. slov Strengths (silné stránky), Weaknesses (slabé stránky), Opportunities (příležitosti) a Threats (hrozby)
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
ÚPV	Úřad průmyslového vlastnictví (Praha)
VÚLHM	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (Strnady)

USE OF THE NEW GENERATION BROADLEAF SEMI-SAPLINGS AND SAPLINGS IN FORESTRY

Summary

This methodology presents a definition of basic functional characteristics of forest tree planting stock labelled as new generation semi-saplings and saplings (NGSS). The convenient use of NGSS is associated with earth augers used for the digging of planting hole, therefore the methodology presents the technological aspects of preparing planting holes by the portable earth augers. The paper also describes the examples where NGSS can be usefully applied for afforestation.

NGSS can be described as multi-year bare-rooted semi-saplings and saplings of a broad-leaved trees, with root-system pruned at least twice by the mechanized root-pruning and by the manual reduction during the replanting within forest nursery.

The height of above-ground part of semi-saplings and saplings reaches 81–120 cm and 121–180 cm, respectively. The typical attribute of NGSS is the high amount of fine roots and extended root system, concentrated under the stem to make the trees fit conveniently into the planting holes made by the earth augers. The ratio of root system volume and above-ground part volume must be kept in favourable scale.

Typical examples of sites for the preferred use of NGSS are as follows:

- stands with vigorous weed (*Calamagrostis*, *Rubus* etc.), i.e. stands on nutritionally rich soils, former agricultural land, old clear-cuts difficult for afforestation;
- first phase of afforestation on reclaimed sites where the NGSS are used for the creation of stand skeleton, which will be subsequently completed by other types of tree species and other types of planting stock;
- climatically exposed sites in frost hollows;
- replanting (beating up) of forest plantations (filling up gaps) of standard seedlings, especially on the large clear-cuts;
- sites with repeatedly failed forest regeneration;
- underplantings and interplantings during the reconstruction of stands of substitute tree species;
- introducing of soil improving and stabilizing tree species into the culture of the main tree species resulting from natural regeneration;

- enrichment of species composition in regeneration of large homogeneous (especially coniferous) stands;
- it is effective to use NGSS where individual game-protection (tubs or small fences) is projected for the protection of trees on intensively browsed sites;
- alley plantation alongside forest roads including the lines along the borders of permanent forest division;
- plantings where enhanced stabilizing or ameliorative functions are required (e.g. spatial arrangement elements used to divide large stands).

It is considerably laborious to prepare a sufficiently wide and deep planting hole suitable for semi-saplings and saplings. Technological progress in the recent years has enabled the development of portable earth augers powered by petrol engine (alternative terms e.g.: power-driven earth auger, plant-hole borer, moto borer), which can relatively easily and safely drill sufficiently wide and deep holes suitable for fast and cheap planting of semi-saplings and saplings. There is a general requirement that the width and depth of the planting hole must correspond with the size of the root system of the planted trees. That means the hole must be so extensive that the root-system fits in soil without any deformation.

The preparation of planting holes by earth augers naturally has its limitations; it can be only applied for light (sandy or loamy) soils without excessive presence of stones, roots and grass turf. The work performance of earth auger (i.e. costs of making the planting hole) closely depends on the soil characteristics. The occurrence of stones, roots and weed negatively influences the work performance; work becomes harder and slower. Bigger diameter of used auger bit (for planting of larger planting stock) in comparable condition always means lower number of drilled holes for the same time unit.

According to the current experience with the use of portable earth auger for the making of planting holes we present following practical findings:

- benefits of earth auger manifest the most effectively on the light (sandy, non-skeletal) soils, former agricultural lands and soils with previous mechanical preparation;
- fundamental measure for increasing safety and comfort during the work is the requirement the earth auger to be equipped with the break (commercially named QuickStop®) which interrupt the torque when the auger bit hit some obstacle in the soil (stone, root);

- making of planting holes with the earth augers is favourable to apply for the planting of higher dimension of planting stock when the large size of planting hole should be dug out with the hard manual work;
- work performance of earth auger is influenced mainly by soil condition and size of the auger bit;
- a concern about the smoothing of the sides of planting holes sometimes occurs. According to our experience, the smoothing proves to be negligible on the sandy or loamy soils but it can be noticeable on the heavy clay soils. If necessary, it is possible to reduce the smoothing by mechanical modification of auger bit (welding of the thorn onto the auger bit helix – Fig. 1);
- making of planting holes with the earth augers is suitable for keeping the invariable width of the planting holes. It is necessary requirement to restrict the root deformation.

Another important aspect of NGSS technology is preference of the autumn period for planting. The reasons why the autumn period of planting is more appropriate than the spring period are as follows:

- for the broad-leaved species, the autumn period of planting is more convenient from the physiological characteristics (in contrast to the coniferous species);
- the autumn period of planting is more convenient for the organizing reasons, because in spring there are many other duties in forestry;
- in the autumn, suitable period for planting is usually longer than in the spring and the climatic conditions for planting are generally more favourable;
- the possible storage of lifted planting stock in air-conditioned storages over the winter period would be expensive due to increased volume of this type of planting stock.

The aspects of NGSS technology can be summarized by the simple SWOT analysis:

Strengths – increasing work performance of planting holes preparation; improving the work ergonomics for forest workers; improving the planting quality (minimizing the risk of poor quality work); reducing the subsequent maintenance on young plantation, e.g. weed control; decreasing of costs on gapping (decreasing of share of initial afforestation share); shortening the time to reach the phase “established plantation”, i.e. shortening the time period during which the protection against game is necessary (repellent application, fencing).

Weakness – limited use of earth augers in unfavourable soil and terrain conditions; substantial costs of acquiring the earth auger facility and the necessity of maintenance; the requirement of responsible approach to work; the lack of responsible and qualified workers.

Opportunities – extending the possibilities of afforestation practice; biologically more favourable conditions of planting in the autumn term and also better possibilities for organizing; increasing the qualification of forest workers, modernization of afforestation labour.

Threats – formal requirements (i.e. conditions of tendering system); general preference of short-term financial savings which disrespect possible long-term positive effects; conservatism and reduction of competitiveness of forestry companies in introducing new technological procedures in forest planting; possible negative reputation of the technology after its application in an inappropriate way.

Obrazová příloha

V příloze byly použity snímky archivu Zkušební laboratoře č. 1175.2 Školkařská kontrola (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Výzkumná stanice Opočno).



Obr. 1: Kořenové systémy PONG buku lesního (*Fagus sylvatica*), dubu letního (*Quercus robur*), lípy srdčité (*Tilia cordata*), (uspořádáno zleva).



Obr. 2: Půdní vrták zamezující ohlazování stěn vrtaných jamek – pevné přivaření dvou vystupujících kovových trojúhelníkových trnů, umístěných ve spodní části vnější spirály vrtáku.



Obr. 3: Půdní vrták – detail hrotu vrtáku a řezacího nože, detail ovaření obvodu spirály tvrdokovem, náhrada hrotu vrtáku ocelovým betonářským výztužným prutem.



Obr. 4: Vrtání jamek na zabuřeněných lokalitách – namotání buřeně na spirálu vrtáku.



Obr. 5: Obtížné podmínky přípravy jamek vrtákem o průměru 20 cm – obsluha jedno-mužného vrtáku dvěma osobami.



Obr. 6: Výsadbové jamky vrtané v různých půdních podmínkách.



Obr. 7: Dno vrtané výsadbové jamky je pokryto vrstvou zeminy, která se sesypává při vrtání.



Obr. 8: Dno vrtané výsadbové jamky – detail výšky sesypané zeminy.



Obr. 9: Velikost jamek odpovídá rozměrům kořenových systémů PONG.



Obr. 10: Obnova růstu kořenů výsadeb PONG buku lesního v jarním období (realizace výsadeb v podzimním období předchozího roku).



Obr. 11: Rozrůstání kořenů PONG buku lesního jeden rok po výsadbě (Krušné hory, Blatno).



Obr. 12: Rozrůstání kořenů PONG buku lesního tři roky po výsadbě (Dobříš, Modrava).



Obr. 13: Rozrůstání kořenů PONG lípy velkolisté (vlevo) a dubu letního pět let po výsadbě (Mochov).



Obr. 14: Rozrůstání kořenů PONG lípy velkolisté čtyři roky po výsadbě (Planá nad Lužnicí).



Obr. 15: Rozrůstání kořenů PONG dubu letního čtyři roky po výsadbě (Planá nad Lužnicí).



Obr. 16: Rozrůstání kořenů olše lepkavé dva roky po výsadbě (Týniště nad Orlicí).



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

www.vulhm.cz

LESNICKÝ PRŮVODCE 2/2018