

# **F O L I A**

## **UNIVERSITATIS AGRICULTURAE ET SILVICULTURAE MENDELIANAE BRUNENSIS**

Edice původních vědeckých prací a monografií

**ISBN 978-80-7509-793-4 (tisk)**

**ISBN 978-80-7509-809-2 (on-line)**

**ISSN 1803-2109**

XIV, 2021, 1

**Autoři**

**Patrik Burg, Pavel Zemánek, Barbora Badalíková, Vladimír Mašán, Patrik Zatloukal,  
Alice Čížková, Martin Vašínska**

**Hloubková aplikace organické hmoty u vinic a ověření jejího vlivu na půdní a růstové  
podmínky**

**Depth Application of Organic Matter in Vineyards and a Verification of Effect on Soil and  
Growth Conditions**

**Lektorovali**

doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.  
Ing. Květuše Hejátková

**Vydavatel**

Mendelova univerzita v Brně

**Tisk**

Vydavatelství Mendelovy univerzity v Brně

**Vydání první, 2021**

**Náklad: 120 ks**

**Počet stran: 90**

**ISBN 978-80-7509-793-4 (tisk)**

**ISBN 978-80-7509-809-2 (on-line)**

**ISSN 1803–2109**

**DOI: [doi.org/10.11118/978-80-7509-809-2](https://doi.org/10.11118/978-80-7509-809-2)**

© Mendelova univerzita v Brně

© Zemědělský výzkum, spol. s r.o. Troubsko

**FOLIA XIV, 2021, 1**

V ročníku XIII (2020) nevyšlo žádné číslo časopisu.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0  
\(CC BY-NC-ND 4.0\) International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

# HLOUBKOVÁ APLIKACE ORGANICKÉ HMOTY U VINIC A OVĚŘENÍ JEJÍHO VLIVU NA PŮDNÍ A RŮSTOVÉ PODMÍNKY

## DEPTH APPLICATION OF ORGANIC MATTER IN VINEYARDS AND A VERIFICATION OF EFFECT ON SOIL AND GROWTH CONDITIONS

Patrik Burg, Pavel Zemánek, Barbora Badalíková,  
Vladimír Mašán, Patrik Zatloukal, Alice Čížková,  
Martin Vašinka

MONOGRAFIE

BRNO 2021

#### Poděkování

Práce je výstupem řešení výzkumného projektu TAČR č. TH02030467 a projektu OP VVV reg. č. CZ.02.1.01/0.0/0.0/16\_017/0002334 Výzkumná infrastruktura pro mladé vědce.

## OBSAH

<b>ABSTRAKT</b> .....	<b>8</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>9</b>
<b>1 ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>2 VÝZNAM ORGANICKÉ HMOTY V PŮDĚ</b> .....	<b>11</b>
2.1 Druhy organické hmoty s vazbou na trvalé porosty .....	12
2.1.1 Chlévský hnůj .....	12
2.1.2 Močůvka .....	12
2.1.3 Hnojůvka .....	12
2.1.4 Kejda .....	13
2.1.5 Kompost .....	13
2.1.6 Digestát .....	14
2.2 Dávky organické hmoty .....	14
2.3 Způsoby aplikace organické hmoty .....	15
2.4 Mechanizační prostředky pro plošnou aplikaci organické hmoty .....	16
2.5 Standardní způsob hloubkové aplikace do příkmenného pásu .....	21
2.6 Aplikace pomocí hloubkových kypřičů se zásobníkem .....	21
2.7 Aplikace pomocí zapravovačů kompostu .....	21
<b>3 VÝVOJ A OVĚŘENÍ PROTOTYPU ZAŘÍZENÍ PRO HLOUBKOVOU APLIKACI</b> .....	<b>23</b>
3.1 Nově vyvinuté zařízení pro hloubkovou aplikaci .....	23
3.2 Etapy vývoje a ověřování prototypu stroje .....	24
3.2.1 Postup realizace v roce 2017 .....	24
3.2.2 Postup realizace v roce 2018 .....	25
3.2.3 Postup realizace v roce 2019 .....	27
3.2.4 Postup realizace v roce 2020 .....	27
3.3 Provozní hodnocení zapravovače pro aplikaci kompostů .....	27
<b>4 HODNOCENÍ VLIVU HLOUBKOVÉ APLIKACE ORGANICKÉ HMOTY</b> .....	<b>29</b>
4.1 Pokusná stanoviště .....	29
4.1.1 Lednice .....	29
4.1.2 Velké Bílovice .....	29
4.2 Hodnocení vlivu hloubkové aplikace organické hmoty na fyzikální vlastnosti půdy .....	30
4.2.1 Výsledky hodnocení za rok 2017 .....	30
4.2.2 Výsledky hodnocení za rok 2018 .....	35
4.2.3 Výsledky hodnocení za rok 2019 .....	40
4.2.4 Výsledky hodnocení za rok 2020 .....	45
4.3 Výsledky penetrometrických měření .....	49
4.4 Hodnocení vlivu hloubkové aplikace organické hmoty na chemické vlastnosti půdy .....	52
4.4.1 Výsledky hodnocení za rok 2017 .....	52
4.4.2 Výsledky hodnocení za rok 2018 .....	52
4.4.3 Výsledky hodnocení za rok 2019 .....	55
4.4.4 Výsledky hodnocení za rok 2020 .....	55

<b>5 HODNOCENÍ Vlivu HLOUBKOVÉ APLIKACE ORGANICKÉ HMOTY NA RŮST RÉVY VINNÉ A KVALITU HROZNŮ.....</b>	<b>62</b>
5.1 Hodnocení délky přírůstků letorostů .....	62
5.1.1 Výsledky hodnocení za rok 2018.....	62
5.1.2 Výsledky hodnocení za rok 2019.....	65
5.1.3 Výsledky hodnocení za rok 2020.....	68
5.2 Hodnocení výnosů a kvality hroznů .....	71
5.2.1 Výsledky hodnocení za rok 2017.....	71
5.2.2 Výsledky hodnocení za rok 2018.....	72
5.2.3 Výsledky hodnocení za rok 2019.....	73
5.2.4 Výsledky hodnocení za rok 2020.....	74
5.2.5 Souhrnné zhodnocení vlivu zapravení na výnosy hroznů.....	75
<b>6 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ HLOUBKOVÉ APLIKACE.....</b>	<b>77</b>
6.1 Stanovení celkových nákladů na aplikaci kompostu .....	77
6.2 Porovnání nákladovosti se standardním způsobem.....	78
6.3 Ekonomické aspekty .....	80
<b>7 DOPORUČENÍ PRO PRAXI.....</b>	<b>81</b>
<b>SOUHRN .....</b>	<b>82</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>82</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>83</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ.....</b>	<b>87</b>
<b>SEZNAM TABULEK .....</b>	<b>88</b>

# HLOUBKOVÁ APLIKACE ORGANICKÉ HMOTY U VINIC A OVĚŘENÍ JEJÍHO Vlivu NA PŮDNÍ A RŮSTOVÉ PODMÍNKY

## DEPTH APPLICATION OF ORGANIC MATTER IN VINEYARDS AND A VERIFICATION OF EFFECT ON SOIL AND GROWTH CONDITIONS

Patrik Burg<sup>1</sup>, Pavel Zemánek<sup>1</sup>, Barbora Badalíková<sup>2</sup>, Vladimír Mašán<sup>1</sup>,  
Patrik Zatloukal<sup>1</sup>, Alice Čížková<sup>1</sup>, Martin Vašinka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta, Valtická 337, 691 44 Lednice

<sup>2</sup> Zemědělský výzkum spol. s r. o., Zahradní 400/1, 664 41 Troubsko

DOI: <http://doi.org/10.11118/978-80-7509-809-2>

Vzor citace:

Burg Patrik, Zemánek Pavel, Badalíková Barbora, Mašán Vladimír, Zatloukal Patrik, Čížková Alice, Vašinka Martin. 2021. *Hlubková aplikace organické hmoty u vinic a ověření jejího vlivu na půdní a růstové podmínky*. Folia univ. Agric. Et silvic. Mendel. Brun., roč. XIV, č. 1.

Burg Patrik, Zemánek Pavel, Badalíková Barbora, Mašán Vladimír, Zatloukal Patrik, Čížková Alice, Vašinka Martin. 2021. *Depth Application of Organic Matter in Vineyards and a Verification of Effect on Soil and Growth Conditions* [in Czech: *Hlubková aplikace organické hmoty u vinic a ověření jejího vlivu na půdní a růstové podmínky*]. Folia univ. Agric. Et silvic. Mendel. Brun., Vol. XIV, No. 1.

## ABSTRAKT

Předkládaná publikace přináší ucelený souhrn výsledků, které byly dosaženy při realizaci experimentů, spojených s návrhem, konstrukčním vývojem a ověřováním zařízení pro hloubkovou aplikaci organické hmoty do příkmenných pásů vinic v období 2017–2020.

Nově vyvinuté zařízení je řešeno jako traktorový návěsný stroj na jednonápravovém podvozku s ložnou korbou o objemu 3,0 m<sup>3</sup> a s celkovou nosností 2,0 t. Pracovní ústrojí tvoří 2 zapravovací radlice s předsunutým kotoučovým krojidlem, které jsou uchyceny na bočně výsuvných nosnících. Radlice po zahloubení vytváří brázdu, do ní je přiváděn aplikovaný materiál a brázda je následně zahrnuta.

Osová vzdálenost obou radlic je stavitelná s ohledem na rozdílnou šířku meziřadí vinic. Stroj umožňuje aplikovat materiál, nejčastěji kompost, do příkmenného pásu v meziřadích o šířce 2,20–3,00 m. Aplikovaná dávka je v rozmezí 20–50 t.ha<sup>-1</sup>, pracovní rychlost soupravy je 2–4 km.h<sup>-1</sup>.

Vedle vývoje zařízení probíhaly současně poloprovozní experimenty ve vinicích na dvou stanovištích a to v Lednici a ve Velkých Bílovicích. Cílem těchto experimentů bylo ověření vlivu hloubkové aplikace organické hmoty. Hodnocení bylo zaměřeno na zlepšení fyzikálních a chemických vlastností půdy a současně na růst révy vinné, výnos a kvalitu hroznů. Z provedených, opakovaných sledování za období 2018–2020, vyplývá pozitivní účinek aplikované organické hmoty na zlepšení fyzikálních vlastností půdy a na snížení penetrometrického odporu.

Z chemických vlastností půdy byl hodnocen obsah základních přístupných živin v půdě, půdní reakce, obsah C<sub>org</sub> a z něho vypočítaný obsah humusu. Dále byla hodnocena kvalita humusu a stupeň humifikace. Získané výsledky opět naznačují příznivé účinky hloubkové aplikace kompostu jak na vlastnosti půdy, tak i na růst a vývoj keřů.

Z provedeného ekonomického hodnocení vyplývá, že průměrná úspora nákladů na hloubkovou aplikaci, ve srovnání se standardními postupy, dosahuje 2 200–2 600 Kč.ha<sup>-1</sup>. V závislosti na šířce meziřadí to představuje 34–49 %.

Výsledky práce ukazují, že hloubková aplikace kompostu do příkmenných pásů má vliv na zlepšení půdních podmínek na produkčních plochách vinic a umožňuje dosažení vyšších výnosů i vyšší kvality produkce. Lze očekávat, že dalšími přínosy tohoto způsobu aplikace bude také zvýšení retenční schopnosti půdy a snížení eroze ve svahovitých polohách.

**Klíčová slova:** vinohradnictví, organická hmota, kompost, hloubková aplikace, fyzikální a chemické vlastnosti půdy, ekonomická efektivnost



## ABSTRACT

The presented publication provides a comprehensive summary of the results achieved in the implementation of experiments associated with the design, construction development and verification of equipment for deep application of organic matter to the inter-row strips in vineyards in the period 2017–2020.

The newly developed device is designed as a tractor-mounted machine on a single-axle chassis with a loading shell with a volume of 3.0 m<sup>3</sup> and a total load capacity of 2.0 t. The working device consists of 2 defraying ploughshares with an advanced disc coulter, which are mounted on laterally extendable beams. After the countersinking, the ploughshare forms a furrow, the applied material is fed into it and the furrow is subsequently covered.

The axial distance of both ploughshares is adjustable with regard to the different width of the inter-rows of vineyards. The machine allows to apply the material, most often compost, to the inter-row strips in inter-rows with a width of 2.20–3.00 m. The applied dose is in the range of 20–50 t/ha, the working speed of the set is 2–4 km/h.

In addition to the development of the facility, semi-operating experiments were carried out simultaneously in vineyards at two sites in Lednice and Velké Bílovice. The aim of these experiments was to verify the effect of deep application of organic matter. The evaluation focused on improving the physical and chemical properties of the soil and at the same time on the growth of the vine, the yield and the quality of the grapes. The performed, repeated observations for the period 2018–2020 show a positive effect of the applied organic matter on the improvement of the physical properties of the soil and on the reduction of the penetrometric resistivity.

From the chemical properties of the soil, the content of basic accessible nutrients in the soil, soil reactions, the content of C<sub>org</sub> and the humus content calculated from it were evaluated. Furthermore, the quality of humus and the degree of humification were evaluated. The obtained results again indicate the beneficial effects of deep application of compost both on soil properties and on the growth and development of vine shrubs.

The performed economic evaluation shows that the average saving of deep application costs, in comparison with standard procedures, reaches 2 200–2 600 CZK/ha. Depending on the width of the inter-row, this represents 34–49 %.

The results of the work show that the deep application of compost into the inter-row strips in vineyards has an effect on the improvement of soil conditions in the production areas of vineyards and allows to achieve higher yields and higher quality of production. It can be expected that other benefits of this method of application will also be an increase in soil retention capacity and a reduction in erosion in sloping positions.

**Keywords:** viticulture, organic matter, compost, deep application, physical and chemical properties of soil, economic efficiency

## 1 ÚVOD

Vinohradnická produkce představuje významný rezort zemědělství s výraznými hospodářskými, ekonomickými i ekologickými dopady. Technologické postupy spojené s pěstováním révy vinné mají přímý dopad na podmínky půdního prostředí.

Půdní prostředí je charakteristické průběhem celé řady fyzikálních, chemických a biologických procesů. Jen málokterý z těchto procesů, probíhá zcela nezávisle, naopak běžným jevem jsou jejich vzájemné interakce. K jedné z nejdůležitějších půdních vlastností patří úrodnost, která úzce souvisí s půdní organickou hmotou. Stav této hmoty závisí na množství biomasy vstupující do půdního profilu a řadě dalších faktorů, z nichž největší význam má proces mineralizace. Řada studií dokládá pozitivní vliv aplikace posklizňových zbytků nebo statkových hnojiv či kompostu do půdy.

Koncept kvality půdy, který definovali např. Doran a Parkin (1994) vychází ze „schopnosti půdy fungovat v rámci hranic daného ekosystému, udržovat biologickou produktivitu, kvalitu životního prostředí a podporovat zdraví rostlin a zvířat“.

Podle Cassmana (1999) je kvalita půdy a půdní organické hmoty ústředním pojmem z hlediska ekologické intenzifikace a zajištění udržitelných výnosů. V dnešní době se běžně používá jako reakce na obavy z přínosu fungování půdy pro ekosystémové služby (Bispo *et al.*, 2017). Rozlišují se dva různé aspekty kvality půdy (Karlen *et al.*, 1997; Wienhold *et al.*, 2004). První z nich, tzv. inherentní (invariantní) kvalita půdy úzce souvisí s pedogenetickými procesy a souvisejícími typy půdy a podnebím, zatímco druhý představuje tzv. dynamickou kvalitu půdy, která odkazuje na zemědělské postupy ovlivňující fungování půdy a vztahuje se na povrchovou vrstvu – hloubka do 0,3 m půdy (Karlen *et al.*, 2003). Oba aspekty lze odhadnout měřitelnými fyzikálně-chemickými a biologickými ukazateli (Salome *et al.*, 2014).

Monitorování kvality půdy je slibnou součástí inovativních a flexibilních strategií obhospodařování půdy, které by reagovaly na složitost vinohradnických půd a postupů v kombinaci s klimatickými faktory (Ripoche *et al.*, 2010). Poslední vývoj v biologii a ekologii půdy přispívá k hodnocení kvality půdy, protože nabízí nové a doplňkové dynamické ukazatele ke klasickým chemickým ukazatelům fungování půdy (Coll *et al.*, 2011; Probst *et al.*, 2008; Steenwerth a Belina, 2008a; Virto *et al.*, 2012; Salome *et al.*, 2014).

Zatímco obhospodařování půdy je prováděno na úrovni krajiny nebo farmy (Herrick, 2000), většina hodnocení kvality půdy je bodová. To snižuje užitečnost výsledků pro obhospodařování půdy. Vinohradníci mají navíc snahy přizpůsobit hospodaření s půdou specifikům svého terroiru (Van Leeuwen *et al.*, 2004), která jsou částečně založena na inherentní kvalitě půdy odvozené z pedogeneze.

Koncept kvality půdy tak má významnou vazbu na postupy hospodaření s půdou, tedy i na zvolené způsoby a dávky aplikované organické hmoty.

Cílem této práce je proto vedle popisu nově vyvinutého stroje pro hloubkové zapravení organické hmoty, také vyhodnocení vlivu této aplikace organické hmoty ve viničích za účelem posílení jejich environmentální, sociální a ekonomické udržitelnosti.

## 2 VÝZNAM ORGANICKÉ HMOTY V PŮDĚ

Produkční vinohradnictví představuje v podmínkách EU vysoce specializované systémy s přímou vazbou na kvalitu obhospodařované půdy. Ta je podmíněna zejména dostatečným zásobením půdy dostupnými živinami a půdní organickou hmotou (Costantini a Dazzi, 2013). Organická hmota v půdě plní nezaměnitelnou úlohu v utváření a zlepšování jejích fyzikálních vlastností např. retenční schopnosti půdy, objemové hmotnosti, schopnosti tvořit půdní agregáty, upravovat vodní režim půdy apod. (Borselli *et al.*, 2002). Diacono a Montemurro (2006) uvádí, že organická hmota významným způsobem ovlivňuje rozvoj půdního edafonu a biologické i chemické procesy, podílející se na kvalitě půdy. Organickou hmotu řadíme k základním činitelům půdní úrodnosti. Její nedostatek v půdě je v dnešní době závažným problémem v celoevropském měřítku (Pinamonti a Sicher, 2001). Zejména ve středoevropských podmínkách je tento stav podmíněn poklesem chovu hospodářských zvířat, který se snížil o více než 50 % (Budňáková, 2015). Důsledkem toho se velmi omezila aplikace organických hnojiv na ornou půdu. Pokud není dostatečně zajištěna pravidelná aplikace organické hmoty do půdy, dochází k poklesu její úrodnosti (Tippl *et al.*, 2009).

Ve vinicích může ztráta půdní úrodnosti negativně ovlivnit výnos a kvalitu hroznů. Podle sledování, která prováděl (White *et al.*, 2007) představují půdní vlastnosti jeden z hlavních faktorů s přímým dopadem na kvalitu hroznů a také na organoleptické vlastnosti vyrobeného vína. V souvislosti s řešením otázek udržitelného zemědělství je v posledních letech stále častěji věnována pozornost využití odpadních produktů, jejich efektivní přeměně na kompost a jeho opětovné aplikaci na půdu (Manios, 2004; Goulding *et al.*, 2008). Této problematice se ve vztahu pěstování révy vinné věnovalo pouze několik studií s hlavním zaměřením na růst vinné révy, výnos, kvalitu hroznů (Pinamonti, 1998; Mugnai *et al.*, 2012) a na senzorické vlastnosti vína (Korboulewsky *et al.*, 2004).

Klíčovou roli při příjmu živin z půdy rostlinami mají kořeny. Je dobře známo, že aplikace kompostu může ovlivnit růst kořenů pro snadnější dostupnost živin z půdy. Zatímco anorganická hnojiva jsou pro rostliny okamžitě dostupná a přijatelná, kompost se postupně rozkládá a mineralizuje živiny po mnoho let v závislosti na jeho původu, chemickém složení a klimatických podmínkách (Laliberté, 2017). Aplikace kompostu může navíc stimulovat růst kořenů přítomností huminových látek uvolňovaných rozkládající se organickou hmotou. Tyto látky vykazují příznivý účinek na proliferaci kořenů a na celkovou rostlinnou biomasu (Nardi *et al.*, 2002).

Optimalizace účinků a působení kompostu je však spojena se stanovením potřebných dávek i způsobů jeho aplikace. Úlohu hrají i ekonomické podmínky. Stávající systémy využívají plošnou aplikaci kompostu na povrch hnojeného meziprád s následným mělkým zapravením (Burg *et al.*, 2016). Ověřují se i další způsoby aplikace např. do předem vyorané brázdy, kdy se aplikovaný kompost dostává do větší hloubky i v zóně, kde jsou rozloženy kořeny se schopností aktivního příjmu vody a živin (Gaiotti *et al.*, 2017). Ty však vykazují velkou pracnost. Okrajově se využívá aplikace stranová, kdy je organická hmota směřována na povrch příkmenného pásu s nutností jednorázového nebo postupného zapravení. Uvedené způsoby se vyznačují značnou pracností a vysokým počtem přejezdů v kolejových stopách.

Z pohledu správné zemědělské praxe je při aplikaci organických hnojiv nutné jejich přesné nadávkování a včasné zapravení. Pro dosažení synergického efektu ap-

likace organické hmoty však nestačí aplikovat organickou hmotu do hloubky 100–150 mm, ale je nutné ji aplikovat do hloubek větších než 200 mm, (podle možností 250–300 mm). Tohoto efektu lze v současnosti dosáhnout pouze vícenásobným přejezdem spojeným s vyoráním brázdy podél hnojených řádků, nadávkováním organické hmoty do vzniklé brázdy a jejím následným zahrnutím spojeným s urovnáním půdního povrchu. Hledají se proto možnosti, jak tuto operaci technicky efektivně zajistit.

## 2.1 Druhy organické hmoty s vazbou na trvalé porosty

Mezi statková tedy organická hnojiva patří především chlévský hnůj, kompost a močůvka (Baldi *et al.*, 2010). Do této skupiny patří i použití směsí rostlinných zbytků s organickými nebo průmyslovými hnojivy. Především jde o posklizňové zbytky, slámu a zelené hnojení a některé druhy organických odpadů (zelinářské odpady, listí, dřevní štěpka a kůra), popř. odpadů ze zpracovatelské oblasti (výlisky, kaly).

### 2.1.1 Chlévský hnůj

Je tuhé statkové hnojivo vzniklé fermentací chlévské mrvy – směsi tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat (zejména skotu) – a podestýlky, jako je sláma, piliny, hobliny apod. Průměrná roční produkce mrvy se vyjadřuje v tunách na dobytčí jednotku (1 dobytčí jednotka – DJ – odpovídá 500 kg živé hmotnosti) a dosahuje u skotu 8,5 t.DJ<sup>-1</sup>, u prasat 6,6 t.DJ<sup>-1</sup>, u drůbeže 18,7 t.DJ<sup>-1</sup> a u ovcí 12,8 t.DJ<sup>-1</sup>. Objemová hmotnost je 800–900 kg.m<sup>-3</sup>, při vlhkosti kolem 80 %. Z agrochemického i ekonomického hlediska je nejefektivnějším způsobem využití chlévského hnoje přímá aplikace do půdy, která je ale časově i technicky poměrně náročná pro vysoké objemy manipulované a transportované hmoty. Veškeré další způsoby využití jako je kompostování nebo výroba bioplynu aj. jsou z hlediska využití méně efektivní (Hlušek, 2004).

### 2.1.2 Močůvka

Močůvka je zkvašená moč hospodářských zvířat ředěná vodou (napájecí, splachovací, dešťovou). Obsahuje malé množství organických látek, ale relativně vyšší množství dusíku (močovina) a draslíku a je proto považována, za hodnotné dusíkato–draselné hnojivo. Vedle živin obsahuje také stimulační růstové látky, např. rostlinné hormony, především auxiny. Roční produkce močůvky je u skotu asi 5,2–8,7 t.DJ<sup>-1</sup>, u prasat 7,3–12,3 t.DJ<sup>-1</sup>. Objemová hmotnost je 1 000 kg.m<sup>-3</sup>.

Přímé použití moče ke hnojení není vhodné, neboť obsahuje organické kyseliny, které mohou působit nepříznivě na rostliny. Shromažďuje se proto v jímkách nebo nádržích, kde dochází během kvašení k rozkladu organických kyselin. Močůvku lze s výhodou používat k provlhčování kompostů, popř. i polních hnojišť (Hlušek *et al.*, 2015).

### 2.1.3 Hnojůvka

Hnojůvka je tekutina, která vytéká na hnojišti z uloženého hnoje v důsledku jeho snížené retenční kapacity pro vodu po mineralizaci části organické hmoty. Hlavní rozdíl mezi hnojůvkou a močůvkou spočívá v tom, že močůvka obsahuje jen malé množství

mikrobů (původní moč je u zdravých zvířat sterilní), zatímco hnojůvka je na mikroby bohatá (je jimi kontaminována z hnoje, ve kterém se oni dále množí).

Hnojůvka obsahuje 0,10–0,15 % N, 0,01 % P a 0,45–0,60 % K (do 1,5 % sušiny a do 1 % organických látek). Hnojůvka se shromažďuje v jímkách obdobně jako močůvka a také využití je stejné jako u močůvky. Množství hnojůvky tvoří 8–20 % uskladněného množství hnoje.

### 2.1.4 Kejda

Kejda je částečně zkvašená směs tuhých a tekutých výkalů hospodářských zvířat ředěná vodou. Produkována je v bezstelivových provozech při ustájení na rostech. Tuhé a tekuté výkaly propadají rostem do sběrných kanálů nebo jsou zvířaty přes rošty prošlapávány a vodou jsou potom splachovány do jímek. Podle původu se rozlišuje kejda skotu, prasat a drůbeže.

Složení kejdy závisí na druhu hospodářských zvířat, krmení, napájení a způsobu skladování. Dusík (0,5–1,0 %) je z 50–60 % obsažen ve formě amoniakální, z 10 % ve formě nitrátové a ze 30–40 % ve formě organické (Barcellos, 2015). Fosfor, draslík a hořčík jsou vázány převážně v labilních organických sloučeninách a jsou pro rostliny snadno přijatelné. Kromě hlavních živin obsahuje kejda i mikroelementy, hlavně Zn, Cu, B, Mo, Mn, Co a růstové látky. Kejda má vysokou biologickou aktivitu, probíhají v ní intenzivní přeměny uhlíkatých a dusíkatých látek. Standardní obsah sušiny u kejdy skotu je 7,0–7,2 %, u kejdy prasat 6,0–6,5 % a u kejdy drůbeže kolem 12,0 %. Objemová hmotnost je podle obsahu pevného podílu o něco vyšší než 1 000 kg.m<sup>-3</sup>.

Kejdu lze využívat k výrobě kompostů v pásových zakládkách s překopáváním nebo kontinuálně v bioreaktorech, které zabezpečují výrobu hygienicky nezávadných kvalitních kompostů (Hlušek, 2004).

### 2.1.5 Kompost

Kompost představuje organické hnojivo obsahující stabilizované organické látky a rostlinné živiny. Kompost získaný řízeným biologickým rozkladem směsi zejména rostlinných odpadů má deklarované kvalitativní znaky (obsah dusíku a dalších živin).

Kompost vzniká tím, že při dostatečné vlhkosti a teplotě jsou organické složky kompostu rozkládány živými organismy, které se živí organickými zbytky (Sciubba, 2015). Jsou to houby, aktinomycety, řasy, kvasinky, bakterie, roztoči, červi a mnoho dalších drobných živočichů. Souběžně s rozkladem se mění struktura a vlastnosti kompostu tak, že organická hmota se změní na kyprou zemitou směs.

Běžně připravovaný kompost se skládá výhradně z poměrně rychle se rozkládajících odpadů organického původu. Jedná se zejména o odpady ze zemědělské činnosti jako je sláma, znehodnocená krmiva (zelená píce, seno, siláže, senáže), a nadzemní hmota plodin. Používají se i odpady ze zahradnické činnosti, hlavně ze zelinářství, ovocnictví i vinohradnictví, stejně jako odpady z údržby zeleně (travní hmota, štěpka). Pro kompostování bude vždy důležitá jejich úprava, tj. drcení nebo řezání s cílem dosažení potřebné homogenity zakládky. Obdobně se v kompostové zakládce uplatňují i odpady z živočišné výroby, hlavně kejda, chlévský hnůj, podestýlka, močůvka a další (Burg *et al.*, 2019).

Objemová hmotnost kompostu je ovlivněna jeho složením, zejména podílem hlinité frakce a také velikostí částic. Standardně dosahuje 500–700 kg.m<sup>-3</sup>. Aplikace kompostu se provádí plošně, hloubkově nebo bodově. Pro usnadnění aplikace se často využívá jemných kompostů připravovaných proséváním na výkonných prosévacích strojích (Hlušek *et al.*, 2015).

### 2.1.6 Digestát

Digestát je fermentační zbytek po anaerobní digestci vstupních materiálů při výrobě bioplynu. V některých případech je digestát následně mechanicky separován a vzniká tak pevná část (separát) a kapalná část (fugát). Všechny tři uvedené frakce jsou zpravidla využívány jako organické hnojivo. Separát může být využíván také jako surovina pro výrobu kompostu nebo substrátů. Složení digestátu je dáno hlavně vlastnostmi vstupních surovin a druhem použité technologie na bioplynové stanici (Pessina *et al.*, 2020).

Obsahové látky standardně u základního digestátu činí 0,4–0,7 % N, 0,15–0,25 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,3–0,5 % K<sub>2</sub>O, sušina 6–9 %, pH 7–9. Jedná se o hnojivo s rychle uvolnitelným dusíkem, poměr C : N je menší než 10 : 1 (5–6 : 1).

U fugátu je obsah 0,1–0,3 % N, 0,05–0,10 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,1–0,2 % K<sub>2</sub>O, sušina do 3 %, pH 7–9. Fugát je hnojivo s rychle uvolnitelným dusíkem, poměr C : N je menší než 10 : 1 (4–5 : 1). Separát má obsah 0,6–1,0 % N, 0,3–0,5 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0,4–0,7 % K<sub>2</sub>O, sušina 20–30 %, pH 7–9. Je to hnojivo s pomalu uvolnitelným dusíkem, poměr C : N je větší než 10 : 1 (14–17 : 1).

Uvedená hnojiva obsahují méně labilní organické látky a větší množství rychle uvolnitelného dusíku. Není tedy vhodné je kombinovat s minerálními hnojivy a jejich použití musí být směřováno do období, kdy dodaný dusík mohou rostliny rychle využít. Dobré zkušenosti jsou s jejich použitím k meziplodině na zelené hnojení. Rostlina dusík využije, zabrání jeho ztrátám a uvolní ho až při mineralizaci zapraveného zeleného hnojení.

Pro použití digestátu jako hnojiva je nutno dodržet několik zásad. Digestát i fugát aplikovaný na povrch půdy je nutné do 24 hodin zapravit, separát do 48 hodin. Optimální je však přímé zapravení při aplikaci. Důvodem je velká ztráta amonného dusíku do ovzduší. Při řádkovém přihnojování těmito hnojivy by na pozemku měl být takový porost, který je schopen živiny rychle využít. Maximální dávka digestátu či fugátu je 10 t.ha<sup>-1</sup> sušiny za 3 roky, u separátu činí 20 t.ha<sup>-1</sup> sušiny za 3 roky.

## 2.2 Dávky organické hmoty

Stejně jako v jiných odvětvích zahradnické produkce je i ve vinohradnictví hnojení organickými hnojivy charakterizováno velkým objemem aplikovaných hmot a velkou spotřebou energie (manipulace a doprava). Výhodou jsou zde relativně delší agrotechnické lhůty.

Hnojení ve vinohradnictví vykazuje několik specifík. V technologických postupech s uplatněním černého úhoru je vhodné hnojení hnojem nebo kompostem v tříletých cyklech v dávkách 30–50 t.ha<sup>-1</sup> s požadavkem zapravení hmoty. To se provádí zaoráním pluhem nebo zapravením pomocí talířových podmiťáčů. V technologických postupech se zatravněným meziřadím poskytuje rostlinná hmota půdě stálý zdroj



humusu a proto se zde uplatňuje především hnojení minerálními hnojivy v kombinaci s doplňkovým zeleným hnojením (Hlušek *et al.*, 2015).

## 2.3 Způsoby aplikace organické hmoty

Volba vhodných mechanizačních prostředků pro hnojení organickými i minerálními hnojivy podléhá v podmínkách vinohradnictví zejména požadavku průjezdnosti meziřadím, dodržení dávky a jejího rovnoměrného rozložení v aplikovaném úseku. V současnosti je na trhu nabízen poměrně úzký sortiment vhodné aplikační techniky. Ten je znásoben skutečností, že standardní rozmetadla určená pro oblasti rostlinné výroby, nelze využívat v současně převažujících středních i širokých sponech vinic s šířkou meziřadí 2,2–2,5 m, popř. 2,5–3,0 m. Pro uvedené šířky meziřadí je nutné využívat rozmetadla s podvozky zaručujícími průjezdnost i při nosnostech kolem 5,0 t. Místy jsou ještě využívána návěsná rozmetadla s nosností do 3,0 t, která ale dosahují při požadavku vysokých dávek organické hmoty nízké výkonnosti. Ve svažitých terénech vinic dále vzrůstá celková náročnost zásahu vyšší spotřebou energie. Vysoké náklady na tuto pracovní operaci dále zvyšuje relativně nízké využití rozmetadel a citelně chybí i nabídka služeb vinohradníkům v této oblasti. Významnou skutečností je také nedostatek vhodných organických hnojiv na trhu, zejména chlévského hnoje. Nabídka a dostupnost kompostu se postupně zvyšuje, roste uplatnění jemných přírodně obohacených kompostů z důvodů jejich dobré aplikovatelnosti (Burg a Zemánek, 2019).

V podmínkách vinohradnictví se lze v současné době setkat s těmito způsoby aplikace organických i minerálních hnojiv:

- **základní (plošná) aplikace**, která spočívá v rozvrstvení hnojiva po celé ploše jednoho nebo více meziřadí vinice pomocí rozmetadel se zadním rozmetáním a s jeho následným zapravením (Obr. 1);



1: Plošná aplikace kompostu v meziřadí



2: Řádková aplikace kompostu ve vinici



3: Aplikace pomocí hloubkových kypřičů

- **řádková aplikace** využívá boční dávkování hmoty do brázdy podél řádku v kořenové zóně a jeho zapravení přioráním (Obr. 2);
- **hloubková aplikace** používaná při aplikaci pomocí hloubkových kypřičů, kdy je hnojivo dávkováno kanálem v tělese slupice (Obr. 3).

## 2.4 Mechanizační prostředky pro plošnou aplikaci organické hmoty

Z pohledu moderního vinohradnictví jsou v současné době při aplikaci organických hnojiv respektovány zejména nároky révy vinné na výživu, stále častěji se však přihlíží také k aspektům ekologickým a ekonomickým (Jindo *et al.*, 2016).

Pro aplikaci organických hnojiv ve vinicích platí několik zásad vyplývajících především z nároků půdy na výživu. Vstupní informací představuje stanovení vhodné aplikační dávky hnojiva, nejčastěji na základě půdního rozboru a obsahu čistých



živin. Při aplikacích kompostů s cílem revitalizace půdního horizontu popř. s cílem zvýšení retenční schopnosti půdy, se volí vyšší dávky (nad  $50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ), zohledňují se ale také technicko–ekonomické možnosti pěstitele. Nutnost aplikace vysokých dávek kompostů je dána nižším obsahem živin a potřebou výraznějšího ovlivnění retenční schopnosti půdy.

Výběr technologického postupu pro hnojení organickými hnojivy vychází z analýzy potřeby hnojení, často formálně zpracovaného v plánu hnojení. Znalost objemu aplikovaného hnojiva, doby, za kterou je nutné ho aplikovat, místa skladování, přepravní vzdálenosti z místa skladování na pozemek, kvality cestní sítě včetně půdních podmínek při aplikaci, umožňuje definovat požadavky na odpovídající technické zajištění (Alakukku, 2000).

Aplikaci organických hnojiv je možné rozdělit z organizačního hlediska na přímou a dělenou. Přímá aplikace organických hnojiv předpokládá jejich odvoz z místa vzniku přímo na hnojený pozemek a je vhodná pro kratší dopravní vzdálenosti nebo pro menší aplikované dávky. Dělená aplikace spočívá v transportu organické hmoty na skládku (polní hnojiště) do blízkosti hnojených vinic a z její následné aplikace pomocí rozmetadel.

V technologických postupech s uplatněním černého úhoru je vhodné provádět hnojení organickou hmotou nejčastěji v tříletých cyklech v dávkách  $40\text{--}60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  s požadavkem zapravení hmoty. To se provádí zaoráním pomocí pluhů nebo pomocí talířových podmiťáčů. Výhodou jsou zde relativně delší agrotechnické lhůty. Při standardních dávkách do  $50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  umožňuje poměr šířky meziřadí a šířky záběru aplikovat jedním průjezdem hnojivo i do více meziřadí, běžně do dvou až tří meziřadí v závislosti na rovnoměrnosti aplikace. U dávek nad  $60 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  se hnojivo aplikuje zpravidla pouze v jednom meziřadí.

Aplikace organických hnojiv ve vinicích vykazuje po technické stránce několik problémů. Jedná se o pracovní operaci s poměrně vysokou spotřebou pracovního času nasazovaných souprav. Ta je ovlivněna především nosností rozmetadel. Standardně se využívají rozmetadla s nosností  $0,5\text{--}5,0 \text{ t}$ , která jsou dostupná v širokém sortimentu, a která jsou řešena nejčastěji jako traktorová návěsná, okrajově jako nesená. Vliv na výkonnost a spotřebu pracovního času má i dopravní vzdálenost, která při dělené aplikaci roste s výměrou hnojeného pozemku.

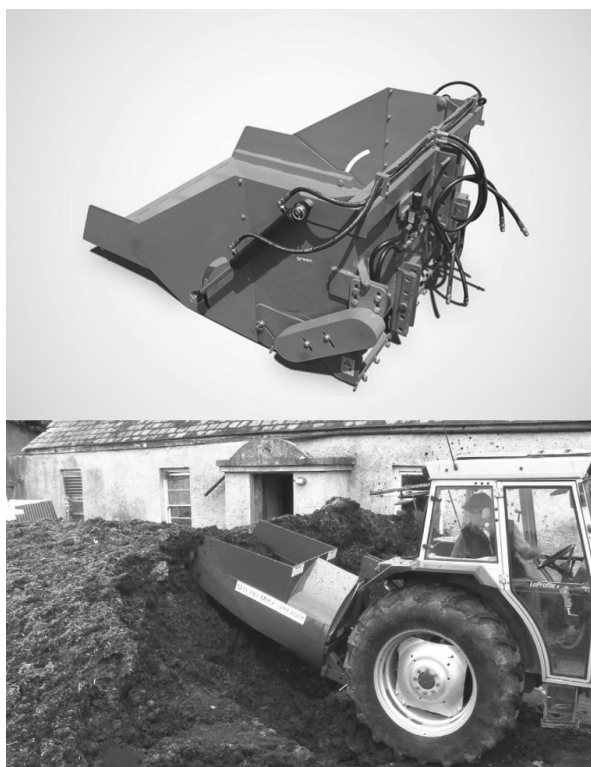
Další okruh problémů představuje volba vhodného a rychlého způsobu zapravení. Základním požadavkem je kvalitní zapravení organické hmoty do půdního profilu, které spočívá v rovnoměrném rozmístění částic (Burg a Červinka, 2017). Technika využívaná při zapravení se liší pracovní hloubkou, dosažením různé homogenity a také výkonností. Nejčastěji se zde uplatňují radličné pluhy, kypřiče nebo talířové podmiťáče.

Z hlediska využití i zastoupených konstrukčních variant tvoří nejrozšířenější skupinu rozmetadla pro plošnou aplikaci. Konstrukčně jsou koncipována jako návěsná, zatím výjimečně se lze setkat s typy nesenými.

V zahuštěných výsadbách vinic, které představují jeden ze současných trendů v oblasti vinohradnictví, lze využívat adaptéry pro aplikaci organické hmoty na pásových podvozcích. Jedná se o stroje z kategorie malé mechanizace, ovládané krácející obsluhou. Jejich pracovní šířka je  $0,7\text{--}0,9 \text{ m}$  s objemem korby  $0,3\text{--}0,5 \text{ m}^3$ . Plošná aplikace je zajištěna posuvným dnem korby přes výškově stavitelné hradítko. Pohon posuvného dna je řešen hydraulicky (Obr. 4).



4: Rozmetací adaptér na pásovém podvozku



5: Nesené rozmetadlo kompostu s výklopným čelem

Významným posunem v konstrukcích nesených rozmetadel jsou varianty „samo-nakládací“. Jejich nakládání se provádí nacouváním soupravy do hromady materiálu. Charakteristickým prvkem těchto strojů je proto hydraulicky výklopné zadní čelo zásobníku, které zajistí snadné proniknutí do hromady a spolehlivé naplnění celého objemu (Obr. 5).



6: Traktorové návěsné rozmetadlo do vinic

Po zavření čela přejede souprava do meziřadí a aplikace se provede plošně pomocí vyhrnovacích válců nebo posuvného dna. Zastoupeny mohou být i konstrukce umožňující aplikovat organické hnojivo do strany. Jejich základním rysem je žlabovitý zásobník doplněný o kotoučové nebo šnekové aplikační ústrojí. Tyto konstrukční varianty pracují efektivně tam, kde je možnost dělené aplikace při malých vzdálenostech od hnojené vinice (Burg a Zemánek, 2019).

Z hlediska dosahované efektivity, ale přetrvávají v praxi standardní traktorová návěsná rozmetadla (Obr. 6), kde jednonápravový podvozek nese ložnou korbu s objemem 3–8 m<sup>3</sup>.

Šířka rozmetadla je rozhodující pro průjezdnost v meziřadí a pohybuje se mezi 1,0–1,5 m. Pohyblivé dno korby posouvá materiál k aplikačnímu ústrojí. Nejčastěji se zde uplatňuje bubnové rozmetací ústrojí tvořené 2–4 válcovými rotory umístěnými svisle nebo šikmo. Některé konstrukce používají dva rotory umístěné vodorovně. Dosahovaná výkonnost výrazně závisí na dojezdové vzdálenosti a na aplikační dávce, pohybuje se v rozmezí 0,20–0,40 ha.h<sup>-1</sup>.

Pro aplikaci jemných kompostů či granulátů jsou používána traktorová návěsná i nesená rozmetadla s talířovým rozmetacím ústrojím. Jejich ložný objem je 1,0–6,0 m<sup>3</sup>, vyprazdňování je zajištěno pomocí pohyblivého dna, válcového rotoru, nebo šnekového dopravníku, kterým je přiváděn materiál na rozmetací ústrojí s jedním nebo dvěma talíři (Obr. 7).

U všech uvedených konstrukcí se požadovaná velikost aplikační dávky nastavuje kombinací vhodné pojezdové rychlosti, rychlosti dopravníku a polohy stavitelného hradítka.

Nejvýkonnější techniku pro plošnou aplikaci organických hnojiv do vinic představují adaptéry pro hnojení nesené na multifunkčních portálových nosičích. Jsou vhodné pro aplikaci všech organických hnojiv. Konstrukce je tvořena dvojicí samostatných zásobníků, z nichž každý má objem 1,5–2,0 m<sup>3</sup> (např. TWIN-BOX). Některá řešení mají vanovitou korbu připojovanou na portálový nosič (Obr. 8).



7: Traktorové rozmetadlo s dvěma rozmetacími talíři



8: Rozmetací adaptéry pro hnojení organickými hnojivy na portálových nosičích



Zásobníky mají pohyblivé dno s pásovým dopravníkem a pohonem od hydromotorů, které zabezpečuje rovnoměrný posun hmoty k výškově regulovatelným clonám v zadní části korby. Při plošné aplikaci je rozmetání zajištěno pomocí rozmetacích bubnů nebo talířů.

Hlavní nevýhodou u těchto adaptérů je požadavek na nakládací techniku s výškou zdvihu lžíce minimálně 3,5 m. Dosahovaná výkonnost se pohybuje v rozmezí 0,60–0,80 ha.h<sup>-1</sup> a je ovlivněna především tvarem pozemku a aplikovanou dávkou.

V podmínkách vinohradnických provozů v ČR je otázka hnojení organickými hnojivy v posledních letech výrazně opomíjena. Důvodem je nedostatek klasických organických hnojiv a jejich nákladná aplikace. Trendy v oblasti hnojení vinic směřují v současné době k aplikaci organických hnojiv nejčastěji na bázi upravených kompostů. Vedle plošné aplikace jsou ověřovány technologie pro řádkovou nebo hloubkovou aplikaci.

## 2.5 Standardní způsob hloubkové aplikace do příkmenného pásu

Pěstitelské požadavky na zapravení organické hmoty směřují k její aplikaci do kořenové zóny, která se ve vinicích rozkládá v prostoru příkmenného pásu. Hloubkové zapravení kompostu do této části meziřadí standardními stroji představuje organizačně i ekonomicky náročný způsob aplikace. Ten je založen na uložení kompostu do předem vyorané brázdy. To se provádí například pomocí stranového rozmetadla a následné zapravení se provede dalším průjezdem zaoráním.

## 2.6 Aplikace pomocí hloubkových kypřičů se zásobníkem

Hloubkové kypřiče představují z pohledu aplikace organické hmoty do půdy samostatnou skupinu strojů umožňujících aplikaci jemného kompostu nebo granulátu z organických hnojiv přímo do požadované hloubky v půdním horizontu. Aplikace se provádí ve střední části meziřadí případně i v kolejových stopách. Hloubkové kypření se provádí ve vinicích v tříletých cyklech v období od srpna do listopadu, optimální termín je po sklizni.

Hloubkové kypřiče určené pro tyto operace mají na masivním rámu nejčastěji 1–3 radlice s pevnou čepelí šípovitého tvaru pro lepší pronikání do půdy. Přívod aplikovaného hnojiva je zajištěn přes plastovou trubici do prostoru dna brázdy. Průměr trubice musí respektovat mechanické vlastnosti hnojiva a šířku brázdy vytvářené radlicí. Hnojivo je dávkováno ze zásobníku buď mechanicky vyhrnovacím šnekem nebo pneumaticky. Pracovní hloubka se běžně pohybuje od 0,3 do 0,5 m, pohyb radlice v této hloubce vyvolává velký pracovní odpor, takže provoz kypřiče vyžaduje agregaci s traktory vyšší výkonové třídy. Běžně je s 2 radličným kypřičem agregován traktor s výkonem 50 kW. Pracovní rychlosti jsou poměrně nízké, při pracovní hloubce 0,35–0,40 m dosahují, 2,5–3,5 km.h<sup>-1</sup>. Dosahovaná výkonnost se pak pohybuje v rozmezí 0,25–0,30 ha.h<sup>-1</sup> v závislosti na půdních podmínkách a členitosti terénu.

## 2.7 Aplikace pomocí zapravovačů kompostu

Vývoj v oblasti techniky pro zapravení kompostů je veden snahou tuto operaci zásadním způsobem zefektivnit. Je upřednostněna aplikace do vytvořené brázdy

v příkmeném pásu s přísunem kompostu do tělesa radlice v požadované dávce a se současným zahrnutím brázdy. Existují i varianty, které umožňují zapravovat materiál do středu meziřadí.

Konstrukční řešení takových strojů, určených pro vinice, musí tedy zajistit spolehlivé vytvoření brázdy v oblasti příkmeného pásu v pracovní hloubce 0,2–0,3 m, dopravu hnojiva do brázdy a zahrnutí i urovnání povrchu. Současně musí konstrukce stroje respektovat různou šířku meziřadí vinic. Stroje musí umožnit provedení této operace jedním průjezdem.



Součástí zařízení je i zásobní nádrž o objemu 80 litrů pro aplikaci roztoků podpůrných látek do aplikovaného kompostu. Dávkování přes trysku, umístěnou těsně nad tělesem radlice, je zajištěno pomocí membránového čerpadla s akumulátorovým pohonem. Aplikační dávku lze nastavit podle jezdové rychlosti, velikostí trysky popř. změnou pracovního režimu čerpadla.

## 3.2 Etapy vývoje a ověřování prototypu stroje

### 3.2.1 Postup realizace v roce 2017

Vývoj zařízení byl zahájen v roce 2017 a celý proces byl rozdělen do několika dílčích etap. Přehled jednotlivých činností při vývoji prototypu stroje znázorňuje harmonogram na Obr. 10.

Etapa	2017											
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Ideový návrh aplikátoru												
šířka záběru												
hloubka zapravení												
hloubka a propočet dávkování do brázdy												
pracovní rychlost soupravy												
Předprojektová příprava												
návěsný stroj												
nosnost min 3,0 t												
řešení podvozku a zahlubování												
objem korby												
hradítko												
mechanický posuv												
podávací rychlost dopravníku												
zapravovací ústrojí:												
radlice												
žláby												
aplikace roztoku podpůrných látek:												
nádrž												
trysky												
A) Varianta vinice												
B) Varianta sady												
Zpracování technické dokumentace												
tvář a rozměry podcelků:												
podvozek												
korba												
dopravník v korbě												
zapravovací ústrojí												
závěs												
tvář a rozměry detailů:												
krojídlo												
zahmovací talíře												
slupice												
stavění slupice												
dláto												

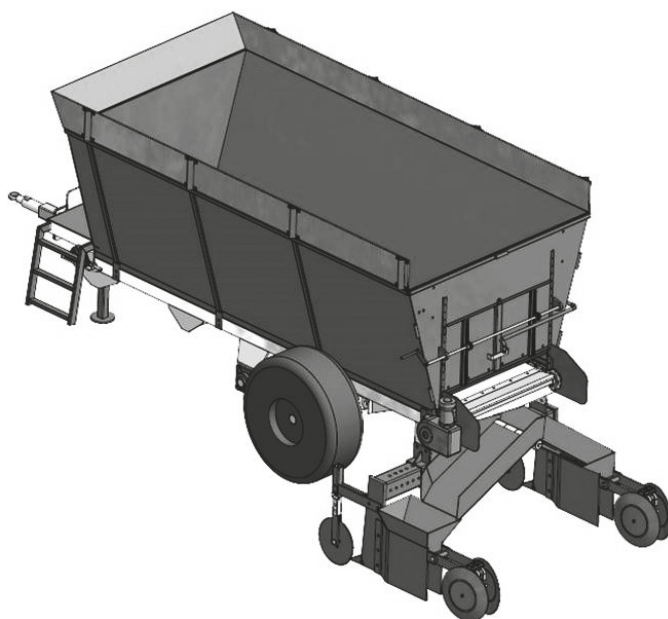
10: Časový harmonogram etap vývoje prototypu zapravovače



Technická příprava a specifikace probíhala zejména v rovině řešení otázek hloubky, dávky, způsobu dávkování, jezdových rychlostí a rozměrů stroje ve vztahu k jeho agregaci a sponům výsadby.

Následovala příprava dílčích podkladů s přímou vazbou na technické výpočty pro vytvoření kvalitní výkresové dokumentace. Jejich obsahem byl výpočet a návrh dávkovacího mechanismu, výpočet a návrh zásobníku kompostu, návrh aplikačního ústrojí, návrh dávkování pomocných látek apod. S využitím uvedených podkladů bylo možné zajistit zhotovení výkresové dokumentace pro výrobu jednotlivých komponentů zařízení. Zpracovaná výkresová dokumentace obsahuje celkovou sestavu prototypu a hlavní podcelky (rám, oje, korba, řetěz a hnací hřídel, kotoučové krojidlo, radlice s násypkou).

Základní návrh stroje přehledně znázorňuje Obr. 11.



11: Zařízení pro hloubkové zapravení ve vinicích

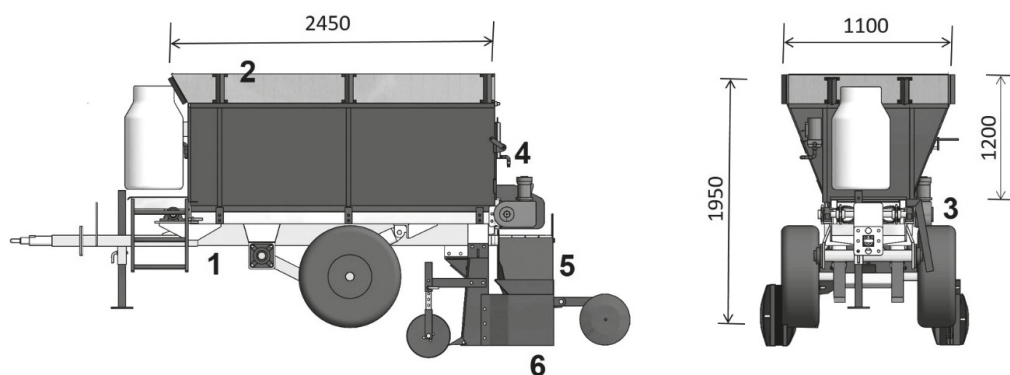
Tato varianta stroje má celkovou šířku 1,6 m, objem korby  $5,0 \text{ m}^3$  při celkové nosnosti 3,0 t. Osová vzdálenost obou radlic je stavitelná s ohledem na rozdílnou šířku meziřadí vinic v rozmezí 1,6–2,3 m. Pracovní hloubka je 0,2–0,35 m. Koncepce umožňuje aplikovat materiál v rozmezí dávek  $20\text{--}50 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  při předpokládané pracovní rychlosti soupravy  $2\text{--}4 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Její parametry umožňují spolehlivou práci ve vinicích s šířkou meziřadí 2,4–3,0 m.

### 3.2.2 Postup realizace v roce 2018

V roce 2018 byla realizována montáž prototypu zařízení pro hloubkovou aplikaci organické hmoty, podle zpracované výkresové dokumentace. Oproti původnímu návrhu došlo k několika drobným konstrukčním úpravám, které zahrnovaly zejména:

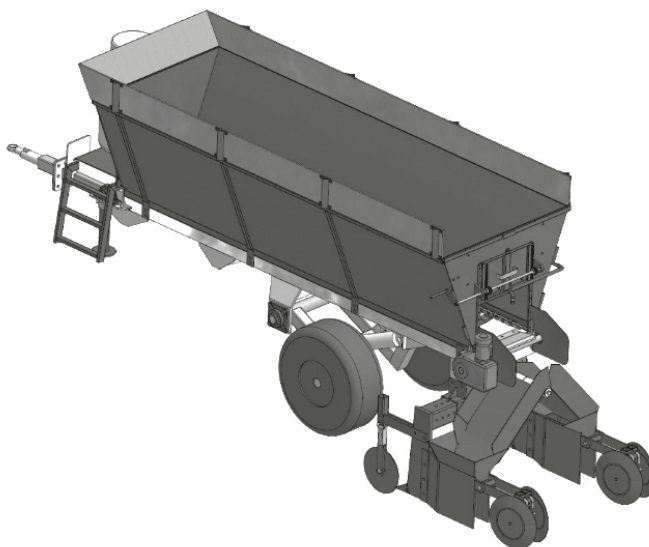
- úprava rozměrů korby,
- úprava zapravovacích radlic,
- přesun zásobní nádrže do čelní části stroje,
- doplnění manipulační plošiny s revizním žebříkem,
- doplnění nadstavby korby pro zvýšení objemu.

Tato varianta zapravovače byla v jarním období 2018 ověřována v poloprovozních zkouškách na dvou vinicích (Velké Bílovice a Mikulov). Cílem sledování bylo ověření funkčnosti pracovních ústrojí a stanovení základních provozních parametrů. Na základě těchto sledování vznikl požadavek realizace obdobné varianty zapravovače pro šířku meziřadí od 2,0 m.



12: Sestava zařízení pro hloubkové zapravení organické hmoty do půdy – nový stav

1 – podvozek, 2 – korba, 3 – vyhrnovací dopravník, 4 – hradítko, 5 – skluz, 6 – zapravovací radlice s násypkou



13: Zařízení pro hloubkové zapravení organické hmoty do půdy – nový stav

Základní návrh zařízení vycházel z konstrukčních částí původního prototypu, bylo ale nutné upravit šířku stroje a částečně také rozměry korby. Šířka stroje se zmenšila na 1,3 m pro bezproblémový průjezd v meziřadích o šířce 2,0–2,2 m, celková délka stroje byla zkrácena. Objem korby u této varianty stroje se snížil na 3,0 m<sup>3</sup>, předpokládaná nosnost je 2,0 t. Současně došlo také ke konstrukční úpravě (zúžení a změna rozhrnovacího úhlu) zapravovacích radlic. Výsledkem této etapy vývoje bylo zařízení pro hloubkovou aplikaci znázorněné na Obr. 12. Celková sestava tohoto stroje je patrná z Obr. 13.

Prototyp zařízení byl dále ověřován v provozních podmínkách vinic s cílem ověřit funkčnost pracovních ústrojí na této variantě stroje. Ze sledování byly také pořízeny časové snímky, ze kterých bylo možné stanovit pracovní rychlosti soupravy, výkonnosti a spotřeby pohonných hmot v jednotlivých sponech vinic.

### 3.2.3 Postup realizace v roce 2019

V roce 2019 byl tento upravený prototyp zařízení opakovaně testován v provozních podmínkách. Při ověřování byly respektovány podmínky jednotlivých stanovišť vyjádřené zejména tvarem a svažitostí terénu, půdním druhem, sponem výsadby a délkou řádků. Ve všech sledovaných případech se aplikoval kompost (obj. hmotnost 500–600 kg.m<sup>-3</sup>).

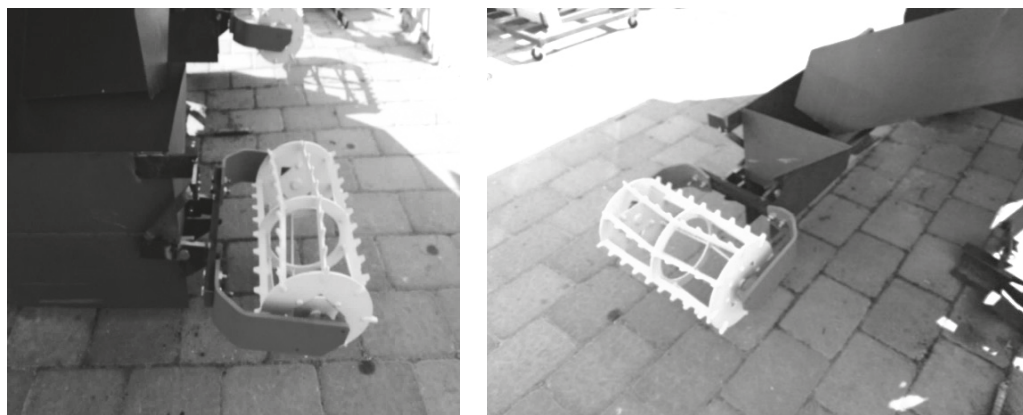
Poloprovozní ověřování tohoto zařízení ukázala jeho funkčnost ve vinicích se šířkou meziřadí 2,0 a 2,2 m, pro která lze jeho nasazení doporučit. S ohledem na půdní podmínky v tomto období (velké sucho), byla opakovaně sledována nedostatečná činnost zahrnovacích talířů, a proto bylo v dalším období navrženo řešit zapravení brázdy jiným mechanismem.

### 3.2.4 Postup realizace v roce 2020

V roce 2020 byl prototyp zařízení opět testován v provozních podmínkách vinohradnických podniků, výsledky provozních zkoušek naznačily dobrou funkčnost zařízení v oblasti příkrmenných pásů vinic. Bylo zřejmé, že kvalitu provedeného zásahu ovlivňuje půdní druh i aktuální fyzikální stav půdy v době aplikace. U těžších půd může docházet při průniku radlic k tvorbě objemnějších agregátů, vytvářejících nesusrodý půdní povrch v prostoru příkrmenných pásů. Z těchto důvodů byly realizovány finální dílčí konstrukční úpravy, které byly orientovány na náhradu zapravovacích talířů prutovými válci s profilovanou pracovní plochou (Obr. 14). Využití těchto válců přináší uspokojivý efekt při rozmělnění půdních agregátů a celkovém urovnání půdního povrchu.

## 3.3 Provozní hodnocení zapravovače pro aplikaci kompostů

Cílem provozního hodnocení nově vyvinutého zařízení bylo především stanovení výkonnosti sledované soupravy v daných podmínkách. Souprava byla opakovaně sledována ve vinicích v katastru obcí Velké Bílovice, Mikulov, Rakvice, Popice a Dolní Věstonice. Při hodnocení soupravy v produkčních vinicích byla použita metodika měření časových snímků ČSN 470120 ("Struktura času nasazení mechanizačního prostředku"). Základem tohoto hodnocení je určení hlavních, pomocných a vedlejších časů



14: Detail prutového válce pro urovnání půdního povrchu za zapravovací radlicí

I: Souhrnné hodnoty ze sledování soupravy v provozních podmínkách

Šířka meziřadí	Dávka	Pracovní rychlost	Výkonnost $W_{04}$	Spotřeba paliva
(m)	(kg.m <sup>-1</sup> )	(km.h <sup>-1</sup> )	(ha.h <sup>-1</sup> )	(l.h <sup>-1</sup> )
2,2	4,4–11,0	2,0–2,2	0,18–0,27	10,5–11,0
2,5	4,8–12,5	2,5–2,8	0,21–0,30	10,2–11,8
2,7	5,5–13,5	2,9–3,1	0,24–0,35	10,8–12,0
3,0	6,0–15,0	3,5–4,0	0,26–0,37	11,3–12,6

spojených s provozem soupravy. Při aplikaci v různých šířkách meziřadí podle jednotlivých dávek kompostu, přepočítaných na kg.m<sup>-1</sup> délky meziřadí, byly sledovány pracovní rychlosti, spotřeby pohonných hmot a podíl vedlejších časů. Z naměřených údajů byla určena produktivní výkonnost soupravy. V rámci sledování byly hodnoceny pracovní rychlosti při aplikaci i dopravní rychlosti. Dopravní rychlosti představují rychlosti pohybu soupravy při najíždění soupravy na konec pohnojeného úseku a při cestě zpět na okraj pozemku. Dále byla sledována spotřeba pohonných hmot (l.h<sup>-1</sup>), a to s uplatněním metody dolévání motorové nafty do nádrže traktoru. Souhrnné hodnoty zjištěné při sledování soupravy uvádí Tab. I.

Hodnoty pracovních rychlostí se lišily podle šířky meziřadí a reliéfu terénu a dosahovaly 2,0–4,0 km.h<sup>-1</sup>, hodnoty dopravních rychlostí vycházely ze stanovištních podmínek a pohybovaly se od 10–20 km.h<sup>-1</sup>. Pro potřeby výpočtů nákladovosti byly z časových snímků určeny hodnoty provozní výkonnosti ( $W_{04}$ ), které dosahovaly 0,18–0,37 ha.h<sup>-1</sup>. Hodnoty jsou ovlivněny především šířkou meziřadí určující dosahovanou pracovní a dopravní rychlost. Pracovní rychlosti při vlastní aplikaci, dosahovaly hodnot 2,0–4,0 km.h<sup>-1</sup>. Dopravní rychlosti se pohybovaly od 8 do 20 km.h<sup>-1</sup>. Aplikovaný kompost měl objemovou hmotnost kolem 600 kg.m<sup>-3</sup> podle aktuální vlhkosti.

Naměřené hodnoty spotřeby paliva byly 10,5–12,6 l.h<sup>-1</sup>, průměrná spotřeba paliva dosahovala 11,6 l.h<sup>-1</sup>.

Výsledky provozního hodnocení realizované v roce 2020 potvrdily spolehlivou funkci pracovních ústrojí a poskytly soubor využitelných exploatačních údajů sledovaného zařízení.

## 4 HODNOCENÍ VLIVU HLOUBKOVÉ APLIKACE ORGANICKÉ HMOTY

Soubor sledování, s cílem ověřit vliv hloubkové aplikace na vlastnosti půdy, byl realizován v období od 1. března 2017 do 31. října 2020. V roce 2017, kdy byl zahájen vývoj zařízení pro hloubkovou aplikaci, byly experimenty spojené se zapravením kompostu provedeny tradičním způsobem (aplikace do brázdy s následným zaoráním). V dalších letech bylo již zapravení realizováno pomocí vyvíjeného zařízení.

Sledování byla zaměřena na fyzikální vlastnosti půdy s důrazem na strukturu a penetrometrický odpor půdy. Současně byl sledován vliv hloubkové aplikace na chemické vlastnosti půdy a na růstové vlastnosti révy.

### 4.1 Pokusná stanoviště

#### 4.1.1 Lednice

Jedná se o vinici situovanou v Jihomoravském kraji, okrese Břeclav, obci a k.ú. Lednice. Vinice se nachází ve viniční trati Na Valtické, která je obhospodařována Zahradnickou fakultou, Mendelovy univerzity v Brně. Z hlediska zemědělského je lokalita zařazena do výrobního typu kukuřičného, s nadmořskou výškou 186 m. Řadí se do klimatického regionu velmi teplého, suchého, s dlouhodobou průměrnou roční teplotou 9 °C, dlouhodobý srážkový průměr je 500 mm za rok.

Půdní druh je hlinitopísčité, jedná se o půdy středně těžké bez skeletu, velmi hluboké s převážně příznivým vodním režimem. Hloubka ornice se pohybuje v rozmezí 0,3–0,4 m. Hladina podzemní vody je 0,9–1,2 m pod půdním povrchem. Pozemek je rovinatý, ve vinici je vysazena odrůda Savignon blanc, keře jsou zapěstovány na vysokém vedení s řezem na jeden tažeň. Výsadba byla založena v roce 2012, keře jsou vysázeny ve sponu 2,5 × 1,0 m.

#### 4.1.2 Velké Bílovice

Lokalita se nachází v Jihomoravském kraji, v k.ú. obce Velké Bílovice. Z hlediska zemědělského je lokalita zařazena do kukuřičné výrobní oblasti s nadmořskou výškou 190 m. Řadí se do klimatického regionu velmi teplého, suchého, s dlouhodobou průměrnou roční teplotou 9 °C, dlouhodobý srážkový průměr je 519 mm za rok. Půda je hlinitá, středně těžké s hloubkou ornice 0,4 m. Pozemek je rovinatý, ve vinici je pěstována odrůda Rulandské šedé na vysokém vedení s řezem na jeden tažeň. Výsadba byla založena v roce 2007, keře jsou vysázeny ve sponu 2,7 × 1,0 m.

Na pokusných stanovištích byl v období (2017–2020) ověřován vliv hloubkové aplikace kompostu, na zlepšení půdních vlastností a růstu i výnosu révy vinné. Aplikace kompostu byla pravidelně prováděna pomocí navrženého prototypu zařízení pro hloubkovou aplikaci do oblasti příkmených pásů. Aplikovaný kompost byl vyroben z biologicky rozložitelných zahradnických odpadů, hlavní složky byly pokosená travní hmota, zelinářské i ovocnářské odpady, matoliny, dřevní štěpka. Výsledný kompost, o vlhkosti kolem 35 %, obsahoval 0,8–0,95 % N a odpovídal požadavkům ČSN 46 5735.

Hloubka zapravení kompostu byla 0,25–0,30 m, délka hodnoceného úseku byla 100 m v každé variantě, aplikovaná dávka kompostu byla 30 t.ha<sup>-1</sup>. V celém průběhu

hodnocení byly každým rokem na podzim zakládány tyto varianty pokusu:

**Varianta 1** – kontrola bez kompostu,

**Varianta 2** – kompost (dávka 30 t.ha<sup>-1</sup>),

**Varianta 3** – kompost (30 t.ha<sup>-1</sup>) + lignohumát (0,4 l.ha<sup>-1</sup>).

## 4.2 Hodnocení vlivu hloubkové aplikace organické hmoty na fyzikální vlastnosti půdy

Pro potřeby stanovení vybraných fyzikálních vlastností půdy byly odebrány půdní vzorky v neporušeném stavu dle Kopeckého, vždy jednou v roce na začátku vegetace z hloubek 0,00–0,10 m, 0,10–0,20 m, 0,20–0,30 m. Stanovení zahrnují objemovou hmotnost redukovanou, celkovou pórovitost, momentální obsah vody a vzduchu, maximální kapilární vodní kapacitu a minimální vzdušnou kapacitu.

Struktura půdy – byla stanovena proséváním suché zeminy na sítěch o průměrných otvorech 0,25; 0,5; 2; 5; 10; 20 mm. Vzorky byly odebírány ze dvou hloubek, a sice 0,00–0,15; 0,15–0,30 m ve třech opakováních. Každá strukturní frakce byla samostatně zvážena a přepočtena na procenta. Pro vlastní hodnocení byl vypočítán koeficient strukturnosti, který vyjadřuje vztah mezi agronomicky hodnotnými (0,25–10 mm) a méně hodnotnými strukturními elementy (> 10 a < 0,25 mm). Vlhkost půdy (hmotnostní %) v půdě byla zjišťována gravimetrickou metodou z hloubek 0,00–0,05; 0,05–0,10; 0,10–0,20 a 0,20–0,30 m.

Výsledky jsou členěny podle sledování v jednotlivých letech 2017–2020.

### 4.2.1 Výsledky hodnocení za rok 2017

Vstupní hodnoty základních fyzikálních vlastností půdy ve vinici na lokalitě v Lednici odpovídaly stanovištním podmínkám (Tab. II), Vyšší utužení půdy a nižší pórovitost bylo zjištěno z druhého odběru, hodnoty však nepřesáhly mezní kritickou hodnotu danou pro tento půdní druh. Nerovnoměrnost může být dána zrnitostním složením hlinitopísčité půdy. Obsah vody a provzdušněnost půdy byla zhruba na stejné úrovni.

II: Vstupní hodnoty fyzikálních vlastností půdy (Lednice, začátek vegetace 2017)

Varianta vstupní	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm <sup>-3</sup> )	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max. kapilár. kapacita	Min. vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
						% obj.	
1	0,0–0,1	1,18	55,52	18,65	36,87	39,28	16,24
	0,1–0,2	1,39	47,61	22,52	25,09	33,93	13,68
	0,2–0,3	1,55	41,61	23,96	17,65	31,01	10,60
	průměr	1,38	48,25	21,71	26,53	34,74	13,51
2	0,0–0,1	1,39	47,71	20,32	27,39	37,90	9,81
	0,1–0,2	1,56	41,34	23,71	17,64	32,15	9,20
	0,2–0,3	1,51	43,23	25,92	17,30	34,70	8,53
	průměr	1,49	44,09	23,32	20,78	34,92	9,18



## III: Vstupní hodnoty fyzikálních vlastností půdy (Velké Bílovice, začátek vegetace 2017)

Varianta vstupní	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm <sup>-3</sup> )	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max. kapilár. kapacita	Min. vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
1	0,0–0,1	1,38	47,50	22,88	24,62	39,23	8,27
	0,1–0,2	1,48	43,64	24,45	19,18	34,36	9,27
	0,2–0,3	1,43	45,55	22,40	24,14	32,67	12,88
	průměr	1,43	45,27	22,91	22,65	35,42	10,14
2	0,0–0,1	1,15	56,27	21,65	34,61	40,25	16,02
	0,1–0,2	1,62	38,17	26,69	11,47	32,58	5,58
	0,2–0,3	1,53	41,70	25,07	16,63	33,85	7,85
	průměr	1,43	45,38	24,47	20,91	35,56	9,82

## IV: Zastoupení strukturních elementů (Lednice, začátek vegetace 2017)

Odběrové místo	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)						Koeficient strukturnosti
		nad 10	5–10	2–5	0,5–2	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	55,89	15,24	14,15	12,46	0,56	1,69	0,74
	0,15–0,30	68,04	8,80	11,58	10,13	0,35	1,10	0,45
	průměr	61,96	12,02	12,87	11,30	0,45	1,40	0,59
2	0,00–0,15	51,99	20,95	14,53	10,70	0,61	1,22	0,88
	0,15–0,30	55,24	22,64	14,01	6,54	0,52	1,05	0,78
	průměr	53,61	21,80	14,27	8,62	0,57	1,14	0,83

Hodnoty utužení a pórovitosti ve vinici na lokalitě Velké Bílovice byly na stejné úrovni (Tab. III). Hodnoty se blíží kritické hranici zhutnění, která je dána pro tento půdní druh. Hodnoty max. kapilární kapacity byly vyšší než na lokalitě Lednice, ale hodnoty min. vzdušné kapacity byly nižší.

Půdní struktura, podle analýz suchou agregací, je vyjádřena koeficientem strukturnosti (KS). Čím je koeficient nižší, tím je půdní struktura horší. Vyšší koeficient vyjadřuje lepší strukturotvornost půdy. Jako mezní hranice KS se udává hodnota 1,00.

Z Tab. IV je patrné, že na lokalitě Lednice byla strukturnost (KS) na začátku vegetace nízká, zjištěné hodnoty byly v rozsahu 0,45–0,88.

Na konci vegetace (Tab. V) po zapravení kompostu byly výsledky u variant se zapraveným kompostem příznivější, kdy se hodnoty koeficientu strukturnosti zvýšily u varianty 2 na 1,38 (o 37 %) a u var.3 na 1,69 (o 43 %). Jednalo se o prvotní odběr po zapravení kompostu, takže hodnoty byly samozřejmě vyšší oproti vstupním odběrům.

Na lokalitě Velké Bílovice byly na začátku vegetace (Tab. VI), hodnoty KS většinou než 1,00. Průměrná hodnota KS dosáhla 0,87.

Na konci vegetace byly zjištěny hodnoty koeficientu strukturnosti opět vyšší. Varianty s kompostem vykazovaly hodnoty KS 1,99, kontrolní varianta KS 1,03 (Tab. VII).

## V: Zastoupení strukturních elementů (Lednice, konec vegetace 2017)

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)						Koefficient strukturnosti
		nad 10	5–10	2–5	0,5–2	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	44,36	20,47	23,90	9,68	0,37	1,23	1,19
	0,15–0,30	52,70	15,06	18,72	11,65	0,23	1,65	0,84
	průměr	48,53	17,76	21,31	10,66	0,30	1,44	1,02
2	0,00–0,15	39,28	18,04	25,99	14,55	0,39	1,75	1,44
	0,15–0,30	41,33	17,48	26,64	12,45	0,29	1,81	1,32
	průměr	40,31	17,76	26,32	13,50	0,34	1,78	1,38
3	0,00–0,15	44,68	20,43	17,13	16,34	0,29	1,13	1,18
	0,15–0,30	36,34	27,22	24,51	10,84	0,27	0,81	1,69
	průměr	40,51	23,83	20,82	13,59	0,28	0,97	1,44

## VI: Zastoupení strukturních elementů, Velké Bílovice – začátek vegetace 2017

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)						Koefficient strukturnosti
		nad 10	5–10	2–5	0,5–2	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	48,61	20,03	17,69	11,96	0,15	1,55	0,99
	0,15–0,30	55,99	19,30	13,23	10,09	0,18	1,21	0,75
	průměr	52,30	19,66	15,46	11,03	0,16	1,38	0,87
2	0,00–0,15	46,83	18,84	18,39	13,88	0,32	1,74	1,06
	0,15–0,30	57,99	18,24	13,55	8,63	0,30	1,29	0,69
	průměr	52,41	18,54	15,97	11,25	0,31	1,51	0,87
3	0,00–0,15	46,83	18,84	18,39	13,88	0,32	1,74	1,06
	0,15–0,30	57,99	18,24	13,55	8,63	0,30	1,29	0,69
	průměr	52,41	18,54	15,97	11,25	0,31	1,51	0,87

## VII: Zastoupení strukturních elementů, Velké Bílovice – hodnoty konec vegetace 2017

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)						Koefficient strukturnosti
		nad 10	5–10	2–5	0,5–2	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	47,50	18,06	18,51	11,01	0,55	1,36	0,98
	0,15–0,30	44,96	18,74	18,06	12,00	0,30	0,93	1,07
	průměr	46,23	18,40	18,28	11,51	0,43	1,15	1,03
2	0,00–0,15	33,77	26,92	24,76	13,10	0,36	1,08	1,87
	0,15–0,30	30,83	30,31	20,12	17,12	0,31	1,31	2,11
	průměr	32,30	28,62	22,44	15,11	0,34	1,19	1,99
3	0,00–0,15	33,77	26,92	24,76	13,10	0,36	1,08	1,87
	0,15–0,30	30,83	30,31	20,12	17,12	0,31	1,31	2,11
	průměr	32,30	28,62	22,44	15,11	0,34	1,19	1,99



V Tab. VIII jsou uvedeny vlhkosti půdy na stanovišti Lednice. Z tabulky je patrné, že vlhkostní podmínky na konci vegetace byly lepší u variant 2 a 3, kde byl aplikován kompost.

Vlhkosti půdy na stanovišti ve Velkých Bílovicích byly opět příznivější u variant se zapraveným kompostem (Tab. IX).

VIII: Vlhkosti půdy – Lednice 2017

Varianta	Hloubka (m)	Odběr vzorků		Průměr
		Začátek vegetace	Konec vegetace	
		% hmot.		
1	0,00–0,10	15,77	14,77	15,27
	0,10–0,20	16,16	15,99	16,07
	0,20–0,30	15,42	14,62	15,02
	průměr	15,78	15,13	15,46
2	0,00–0,10	14,61	16,68	15,64
	0,10–0,20	15,19	16,43	15,81
	0,20–0,30	17,16	17,39	17,28
	průměr	15,66	16,83	16,24
3	0,00–0,10	–	16,63	16,63
	0,10–0,20	–	17,51	17,51
	0,20–0,30	–	17,01	17,01
	průměr	–	17,05	17,05

IX: Vlhkosti půdy – Velké Bílovice 2017

Varianta	Hloubka (m)	Odběr vzorků		Průměr
		Začátek vegetace	Konec vegetace	
		% hmot.		
1	0,00–0,10	16,64	17,26	16,95
	0,10–0,20	16,56	16,04	16,30
	0,20–0,30	15,81	16,35	16,08
	průměr	16,34	16,55	16,44
2	0,00–0,10	22,98	19,46	21,22
	0,10–0,20	16,48	20,86	18,67
	0,20–0,30	16,41	20,57	18,49
	průměr	18,62	20,30	19,46
3	0,00–0,10	–	24,96	24,96
	0,10–0,20	–	22,95	22,95
	0,20–0,30	–	21,15	21,15
	průměr	–	23,02	23,02

X: *Vodostálost půdních agregátů – Lednice 2017*

Varianta	Hloubka (m)	Vodostálost (%)		
		Začátek vegetace	Konec vegetace	Průměr
1	0,00–0,15	26,84	16,55	21,70
	0,15–0,30	42,50	24,65	33,58
	průměr	34,67	20,60	27,64
2	0,00–0,15	23,50	11,30	17,40
	0,15–0,30	33,00	22,18	27,59
	průměr	28,25	16,74	22,49
3	0,00–0,15	0,00	19,30	19,30
	0,15–0,30	0,00	22,39	22,39
	průměr	0,00	20,85	20,85

XI: *Vodostálost půdních agregátů – Velké Bílovice 2017*

Varianta	Hloubka (m)	Vodostálost (%)		
		Začátek vegetace	Konec vegetace	Průměr
1	0,00–0,15	33,51	20,98	27,25
	0,15–0,30	49,06	22,01	35,53
	průměr	41,28	21,50	31,39
2	0,00–0,15	36,51	25,30	30,90
	0,15–0,30	35,12	27,65	31,38
	průměr	35,81	26,47	31,14
3	0,00–0,15	0,00	27,35	27,35
	0,15–0,30	0,00	26,73	26,73
	průměr	0,00	27,04	27,04

Stabilita půdních agregátů vyjadřuje odolnost agregátů k rozpadu při vystavení potenciálnímu rozkladnému působení. Častým kritériem hodnocení stálosti strukturního stavu půdy je určení odolnosti půdních agregátů proti rozplavujícím účinkům vody (tzv. vodostálost). Stabilita půdních agregátů je také jedním z rozhodujících faktorů ovlivňujících odolnost půdy vůči vodní erozi.

Tab. X uvádí hodnocení vodostálosti půdních agregátů. Podle klasifikační stupnice byly zjištěné hodnoty ve vinici Lednice na úrovni nízké u všech variant. Zatím (2017), se zde neprojevil vliv zapravení kompostu do půdy u variant 2 a 3.

Obdobné jsou výsledky vodostálosti i ve vinici ve Velkých Bílovicích (Tab. XI). I zde jsou hodnoty klasifikovány jako nízké. Na konci vegetace byly dokonce zjištěné hodnoty nižší než na začátku vegetace. Může to souviset s nižší mikrobiální aktivitou díky zhoršeným klimatickým podmínkám (teplo a sucho), které nastaly v tomto roce.

## Výsledky hodnocení fyzikálních vlastností půdy

### 4.2.2 Výsledky hodnocení za rok 2018

Tab. XII představuje hodnoty fyzikálních vlastností půdy na lokalitě vinice v Lednici. Jako nejdůležitější parametr fyzikálních vlastností, od kterého se odvíjí ostatní charakteristiky, je objemová hmotnost redukováná (O<sub>Hr</sub>). Ta byla zjištěna nejvyšší u varianty 1 – kontrolní. Tomu odpovídaly ostatní naměřené hodnoty, nízká hodnota pórovitosti, malá objemová vlhkost půdy. Maximální kapilární kapacita (MKK) byla naměřena pod mezní hranici 36 % danou pro tento typ půdy, což znamená, že půda má sklon k rychlejšímu vysychání. Z hlediska O<sub>Hr</sub> byly nejpříznivější hodnoty u var.3 (kompost + lignohumát). Méně příznivé však byly naměřené hodnoty MKK, které byly vyšší než 36 %. Je možné, že to byla reakce na vyšší množství nerozloženého kompostu z podzimu 2017. Hodnoty minimální vzdušné kapacity (MVK) byly u var.2 a var.3 pod mezní hodnotou, která činí 10 % obj.

V Tab. XIII jsou vyhodnoceny fyzikální vlastnosti půdy ve vinici na lokalitě Velké Bílovice. Na této lokalitě byly zjištěny opět nejvyšší hodnoty O<sub>Hr</sub> u varianty 1 (kontrolní), ale i tak se jedná o příznivé hodnoty pod 1,45 g.cm<sup>-3</sup>. Půdy u var.2 a var.3 (s různým kompostem) byly dobře provzdušněné, pórovité. MKK u těchto půd byla o něco vyšší než je doporučená hranice 36 %.

Na lokalitě Lednice byla zjištěna na začátku vegetace (Tab. XIV) nejhorší půdní struktura u var.1 (kontrola), kdy hodnota KS byla pod limitní hranicí. Nejlepší hodnoty vykazovala varianta 3 (kompost + lignohumát). Na konci vegetace (Tab. XV) došlo k mírnému zlepšení stavu půdní struktury, u varianty 1 se zvýšila hodnota KS nad 1,00 a u ostatních variant nad hodnotu 2,00.

XII: Fyzikální vlastnosti půdy – vinice Lednice, 2018

Varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm <sup>-3</sup> )	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max.kapilár. kapacita	Min.vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				% obj.		% obj.	
1	0,0–0,1	1,66	36,06	11,48	24,58	21,11	14,95
	0,1–0,2	1,53	41,24	12,09	29,15	34,98	6,25
	0,2–0,3	1,42	45,30	14,22	31,08	34,14	11,16
	průměr	1,54	40,86	12,60	28,27	30,08	10,79
2	0,0–0,1	1,52	41,35	21,65	19,70	26,34	15,01
	0,1–0,2	1,55	40,46	20,11	20,35	32,45	8,01
	0,2–0,3	1,42	45,36	18,39	26,97	40,35	5,01
	průměr	1,50	42,39	20,05	22,34	33,05	9,34
3	0,0–0,1	1,23	52,75	18,29	34,47	39,95	12,81
	0,1–0,2	1,47	43,30	22,69	20,60	33,94	9,35
	0,2–0,3	1,39	46,59	20,05	26,55	39,07	7,52
	průměr	1,36	47,55	20,34	27,20	37,65	9,89

## XIII: Fyzikální vlastnosti půdy Velké Bílovice, 2018

Varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm <sup>-3</sup> )	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max. kapilár. kapacita	Min. vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				% obj.		% obj.	
1	0,0–0,1	1,04	59,83	14,91	44,92	39,86	19,97
	0,1–0,2	1,35	47,94	23,89	24,05	35,13	12,81
	0,2–0,3	1,32	49,40	22,56	26,84	34,98	14,42
	průměr	1,24	52,39	20,45	31,94	36,66	15,73
2	0,0–0,1	1,07	58,94	14,47	44,48	41,99	16,95
	0,1–0,2	1,24	52,28	21,54	30,74	37,35	14,93
	0,2–0,3	1,25	51,77	23,10	28,67	37,21	14,56
	průměr	1,19	54,33	19,70	34,63	38,85	15,48
3	0,0–0,1	1,07	58,83	18,10	40,73	42,07	16,75
	0,1–0,2	1,18	54,80	20,37	34,43	35,26	19,54
	0,2–0,3	1,28	50,77	22,09	28,68	36,05	14,72
	průměr	1,18	54,80	20,19	34,61	37,79	17,01

## XIV: Zastoupení strukturních elementů, Lednice – začátek vegetace 2018

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)						Koefficient strukturnosti
		nad 10	5–10	2–5	0,5–2	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	51,35	19,53	21,63	6,06	0,66	0,76	0,92
	0,15–0,30	54,02	16,25	16,30	11,67	0,68	1,09	0,81
	průměr	52,69	17,89	18,96	8,87	0,67	0,92	0,87
2	0,00–0,15	37,32	24,15	19,14	16,82	0,92	1,66	1,57
	0,15–0,30	38,48	24,14	28,87	6,80	0,65	1,06	1,53
	průměr	37,90	24,14	24,00	11,81	0,79	1,36	1,55
3	0,00–0,15	36,92	24,02	21,83	15,50	0,50	1,23	1,62
	0,15–0,30	38,03	19,57	19,04	21,50	0,66	1,19	1,55
	průměr	37,47	21,80	20,44	18,50	0,58	1,21	1,59

Na lokalitě Velké Bílovice byly hodnoty KS na začátku vegetace (Tab. XVI) opět nejnižší u var.1 a nejvyšší u var.3. U žádných z variant však hodnota KS neklesla pod hranici 1,00.

Na konci vegetace (Tab. XVII) došlo ke zvýšení hodnoty KS u všech variant. U varianty 1 nad hodnotu 2,00, u varianty 2 a 3 až nad hodnotu 3,00. Zde se mohl projevit jednak vliv kompostu, vyšší kvalita humusu, ale také celkově nižší zhutnění půdy na této lokalitě.

Půdní vlhkost byla sledována na začátku i na konci vegetačního období na všech experimentálních lokalitách. Vzhledem k dodané organické hmotě do půdy ve for-

## XV: Zastoupení strukturních elementů, Lednice – konec vegetace 2018

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)								Koeficient strukturnosti
		nad 10	7,1–10	5–7,1	2–5	1–2	0,5–1	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	0,23	0,31	0,49	1,87	2,08	2,19	2,17	3,19	1,91
	0,15–0,30	2,36	1,55	1,44	3,34	2,47	2,29	3,25	3,04	1,94
	průměr	1,30	0,93	0,97	2,61	2,28	2,24	2,71	3,12	1,92
2	0,00–0,15	0,95	2,68	0,85	2,63	2,65	2,86	3,83	3,55	2,69
	0,15–0,30	1,77	2,64	1,13	2,63	2,06	1,50	2,63	2,30	2,36
	průměr	1,36	2,66	0,99	2,63	2,35	2,18	3,23	2,92	2,52
3	0,00–0,15	0,84	0,74	1,05	3,28	2,21	1,88	2,71	2,75	2,56
	0,15–0,30	2,45	3,10	3,40	4,99	1,65	0,95	1,45	1,73	2,61
	průměr	1,65	1,92	2,22	4,13	1,93	1,42	2,08	2,24	2,58

## XVI: Zastoupení strukturních elementů, Velké Bílovice – začátek vegetace 2018

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)						Koeficient strukturnosti
		nad 10	5–10	2–5	0,5–2	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	43,96	20,08	15,96	17,35	1,07	1,58	1,20
	0,15–0,30	44,58	26,27	17,80	9,69	0,53	1,13	1,19
	průměr	44,27	23,17	16,88	13,52	0,80	1,35	1,19
2	0,00–0,15	34,59	21,76	24,04	17,38	0,89	1,34	1,78
	0,15–0,30	42,71	22,50	17,25	15,23	0,60	1,71	1,25
	průměr	38,65	22,13	20,64	16,30	0,75	1,53	1,52
3	0,00–0,15	31,38	27,47	26,95	11,81	0,49	1,89	2,01
	0,15–0,30	36,30	32,28	20,09	9,62	0,42	1,29	1,66
	průměr	33,84	29,87	23,52	10,71	0,45	1,59	1,83

## XVII: Zastoupení strukturních elementů, Velké Bílovice – konec vegetace 2018

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)								Koeficient strukturnosti
		nad 10	7,1–10	5–7,1	2–5	1–2	0,5–1	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	2,56	1,68	1,24	2,66	1,87	1,57	1,94	1,85	1,78
	0,15–0,30	2,28	2,42	3,30	4,26	2,16	1,26	1,65	1,40	2,65
	průměr	2,42	2,05	2,27	3,46	2,01	1,42	1,79	1,63	2,21
2	0,00–0,15	1,15	0,51	0,68	4,15	1,73	1,44	1,44	1,55	2,79
	0,15–0,30	1,07	0,70	1,31	3,53	2,41	1,63	1,87	1,28	3,29
	průměr	1,11	0,61	0,99	3,84	2,07	1,54	1,66	1,42	3,04
3	0,00–0,15	0,85	1,81	3,20	4,33	5,70	1,12	1,49	1,59	3,60
	0,15–0,30	0,97	2,51	1,68	4,30	2,99	0,62	0,86	1,45	3,46
	průměr	0,91	2,16	2,44	4,32	4,35	0,87	1,18	1,52	3,53

## XVIII: Vlhkosti půdy – Velké Bílovice 2018

Varianta	Hloubka (m)	Odběr vzorků		Průměr
		Počátek vegetace	Konec vegetace	
		% hmot.		
1	0,00–0,10	18,91	28,75	23,83
	0,10–0,20	19,87	27,19	23,53
	0,20–0,30	20,75	17,52	19,13
	průměr	19,85	24,49	22,17
2	0,00–0,10	25,00	22,99	23,99
	0,10–0,20	21,39	24,47	22,93
	0,20–0,30	21,01	24,15	22,58
	průměr	22,47	23,87	23,17
3	0,00–0,10	20,81	35,94	28,37
	0,10–0,20	21,31	22,63	21,97
	0,20–0,30	21,39	21,48	21,44
	průměr	21,17	26,68	23,93

## XIX: Vlhkosti půdy – Lednice 2018

Varianta	Hloubka (m)	Odběr vzorků		Průměr
		Počátek vegetace	Konec vegetace	
		% hmot.		
1	0,00–0,10	15,94	16,91	16,42
	0,10–0,20	11,11	17,33	14,22
	0,20–0,30	11,69	17,26	14,48
	průměr	12,92	17,17	15,04
2	0,00–0,10	23,77	13,55	18,66
	0,10–0,20	31,06	17,36	24,21
	0,20–0,30	24,05	18,42	21,23
	průměr	26,29	16,44	21,37
3	0,00–0,10	14,85	19,04	16,95
	0,10–0,20	17,30	19,21	18,25
	0,20–0,30	18,40	11,46	14,93
	průměr	16,85	16,57	16,71

mě různých kompostů, byla zjištěna nejvyšší vlhkost půdy u variant s kompostem. Na stanovišti ve Velkých Bílovicích (Tab. XVIII) byla zjištěna nejvyšší vlhkost půdy u var.3 a nejnižší u var.1 (kontrolní). Na konci vegetace byly hodnoty půdní vlhkosti výrazně ovlivněny vyššími dešťovými srážkami.

Na lokalitě v Lednici (Tab. XIX) byla zjištěna opět nejnižší půdní vlhkost u var.1 kontrolní. Nejvyšší obsah vody v půdě byl naměřen u var.2 (kompost). Na rozdíl od lokality Velké Bílovice, byly hodnoty na lokalitě Lednice na konci vegetace nižší oproti počátku vegetace vzhledem k menším dešťovým srážkám v této oblasti.

### Vodostálost půdních agregátů (VPA)

Dobrym ukazatelem půdní struktury je vodostálost půdních agregátů, jejich procentní zastoupení odráží kvalitu půdní struktury.

V Tab. XX jsou vyhodnoceny VPA ve vinici na lokalitě Lednice. Podle výsledků lze klasifikovat VPA na začátku vegetace v průměru u var.2 a var.3 jako nízkou a u var.1 velmi nízkou. Na konci vegetace sice došlo ke zvýšení hodnot VPA u všech variant, ale podle klasifikační stupnice se jedná stále o hodnoty nízké. Většinou byla vyšší VPA zjištěna v nižší hloubce orničního profilu (0,15–0,30 m).

XX: *Vodostálost půdních agregátů – Lednice 2018*

Varianta	Hloubka (m)	Vodostálost (%)		
		Začátek vegetace	Konec vegetace	Průměr
1	0,00–0,15	24,52	22,55	23,54
	0,15–0,30	25,70	25,66	25,68
	průměr	25,11	24,11	24,61
2	0,00–0,15	35,85	28,31	32,08
	0,15–0,30	27,35	26,84	27,09
	průměr	31,60	27,57	29,59
3	0,00–0,15	34,39	36,44	35,41
	0,15–0,30	29,11	23,77	26,44
	průměr	31,75	30,10	30,93

XXI: *Vodostálost půdních agregátů – Velké Bílovice 2018*

Varianta	Hloubka (m)	Vodostálost (%)		
		Začátek vegetace	Konec vegetace	Průměr
1	0,00–0,15	20,73	27,68	24,20
	0,15–0,30	28,21	25,09	26,65
	průměr	24,47	26,38	25,42
2	0,00–0,15	29,99	51,34	40,66
	0,15–0,30	26,06	31,87	28,96
	průměr	28,02	41,60	34,81
3	0,00–0,15	59,10	25,35	42,23
	0,15–0,30	39,91	21,63	30,77
	průměr	49,50	23,49	36,50

Na lokalitě Velké Bílovice (Tab. XXI) se pohybovaly hodnoty VPA v klasifikaci od velmi nízké (var.1) přes nízkou (var.2) až po střední (var.3). Hodnoty byly převážně vyšší v menší hloubce ornice (0,15–0,30 m). Na konci vegetace byly hodnoty nižší u všech variant a byly klasifikovány jako nízké, u varianty 1 byly hodnoceny opět jako velmi nízké.

#### 4.2.3 Výsledky hodnocení za rok 2019

Fyzikální vlastnosti půdy jsou uvedeny v Tab. XXII–Tab. XXIII. Z tabulek je patrná vyšší objemová hmotnost redukováná (OHR) u variant kontrolních (var.1). Tomu odpovídají další související hodnoty jako je nižší pórovitost a provzdušněnost, stejně jako obsah vody v půdě.

Hodnoty zastoupení strukturních elementů na začátku a na konci vegetace na stanovišti Velké Bílovice jsou uvedeny v Tab. XXIV a Tab. XXV. Ze zastoupení strukturních elementů byl vypočten koeficient strukturnosti (KS), který byl na začátku i na konci vegetačního období nejnižší u var.1 (kontrola) a nejvyšší u var.3 (kompost + lignohumát).

Na konci vegetace (Tab. XXV) byly zjištěny hodnoty KS vyšší než na začátku vegetace. Lze to přičíst intenzivnějším rozložením organické hmoty v půdě během vegetace při lepších vláhových a teplotních podmínkách v roce 2019. Půdní agregáty se tak staly více drobnějšími.

V Tab. XXVI a Tab. XXVII jsou uvedeny výsledky hodnocení zastoupení strukturních elementů ve vinici v Lednici na začátku a na konci vegetace. Výsledné hodnoty byly obdobné jako na stanovišti Velké Bílovice, s tím, že u všech variant byly hodnoty o něco vyšší. Je to dáno lepšími půdními podmínkami na této lokalitě. Opět byl KS nejnižší u var.1 a nejvyšší u var.3.

XXII: Fyzikální vlastnosti půdy Velké Bílovice, 2019

Varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm <sup>-3</sup> )	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max. kapilár. kapacita	Min. vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				% obj.		% obj.	
1	0,0–0,1	1,13	56,59	21,30	35,28	43,12	13,47
	0,1–0,2	1,38	46,73	25,70	21,04	34,37	12,36
	0,2–0,3	1,36	47,58	25,98	21,61	34,76	12,82
	průměr	1,29	50,30	24,33	25,98	37,42	12,89
2	0,0–0,1	1,09	58,21	21,55	36,66	42,94	15,27
	0,1–0,2	1,28	50,68	28,93	21,75	38,86	11,82
	0,2–0,3	1,36	47,76	25,46	22,30	35,36	12,39
	průměr	1,24	52,22	25,31	26,90	39,06	13,16
3	0,0–0,1	1,03	60,39	16,50	43,89	40,47	19,92
	0,1–0,2	1,20	53,91	31,54	22,37	38,78	15,13
	0,2–0,3	1,37	47,14	29,07	18,06	35,89	11,24
	průměr	1,20	53,81	25,70	28,11	38,38	15,43



## XXIII: Fyzikální vlastnosti půdy Lednice, 2019

Varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm <sup>-3</sup> )	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max. kapilár. kapacita	Min. vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
1	0,0–0,1	1,15	55,58	14,02	41,57	42,46	13,12
	0,1–0,2	1,40	46,26	25,46	20,81	36,48	9,78
	0,2–0,3	1,37	47,38	21,87	25,51	36,88	10,50
	průměr	1,31	49,74	20,45	29,29	38,61	11,14
2	0,0–0,1	1,07	59,03	20,94	38,09	42,95	16,08
	0,1–0,2	1,15	55,79	19,91	35,88	38,64	17,15
	0,2–0,3	1,30	50,03	23,37	26,66	36,08	13,96
	průměr	1,17	54,95	21,41	33,54	39,22	15,73
3	0,0–0,1	1,14	56,14	19,53	36,61	42,16	13,98
	0,1–0,2	1,09	57,93	19,49	38,43	39,97	17,96
	0,2–0,3	1,24	52,12	22,76	29,36	37,11	15,00
	průměr	1,16	55,39	20,59	34,80	39,75	15,65

## XXIV: Zastoupení strukturních elementů, Velké Bílovice – začátek vegetace 2019

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)								Koefficient strukturnosti
		nad 10	7,1–10	5–7,1	2–5	1–2	0,5–1	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	12,62	9,66	7,86	8,02	10,21	8,00	9,32	14,30	1,30
	0,15–0,30	9,29	13,13	9,85	6,04	6,49	3,98	4,27	7,48	1,64
	průměr	10,95	11,39	8,86	7,03	8,35	5,99	6,79	10,89	1,47
2	0,00–0,15	11,44	12,29	10,71	11,08	10,05	7,99	11,76	12,02	1,84
	0,15–0,30	7,80	10,59	13,65	12,24	8,84	5,04	5,49	8,35	2,07
	průměr	9,62	11,44	12,18	11,66	9,45	6,52	8,62	10,18	1,95
3	0,00–0,15	13,75	10,77	12,80	13,95	12,15	10,38	12,12	10,07	1,98
	0,15–0,30	10,41	10,86	12,04	12,69	10,32	9,54	11,32	10,82	2,09
	průměr	12,08	10,82	12,42	13,32	11,24	9,96	11,72	10,44	2,04

Na konci vegetace byly hodnoty KS také o něco vyšší u všech variant pokusu (Tab. XXVII). U žádné z variant neklesla hodnota KS pod 1,00, to znamenalo dobrou strukturní tvornost půdních agregátů.

Půdní vlhkost byla sledována na začátku i na konci vegetačního období na obou stanovištích. Nejvyšší vlhkost půdy byla opakovaně zjištěna u variant s kompostem. Ve vinici ve Velkých Bílovicích (Tab. XXVIII) byla zjištěna nejvyšší vlhkost půdy u var.2 a nejnižší u var.1 (kontrolní). Na konci vegetace byly naměřeny hodnoty půdní vlhkosti vyšší vzhledem k vyšším dešťovým srážkám.

## XXV: Zastoupení strukturních elementů, Velké Bílovice – konec vegetace 2019

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)								Koeficient strukturnosti
		nad 10	7,1–10	5–7,1	2–5	1–2	0,5–1	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	8,53	5,70	9,45	6,33	3,90	6,52	5,77	4,79	1,83
	0,15–0,30	7,79	5,72	4,80	3,36	3,12	4,92	2,52	3,77	1,43
	průměr	8,16	5,71	7,13	4,84	3,51	5,72	4,15	4,28	1,63
2	0,00–0,15	9,13	5,85	7,15	12,06	11,03	9,08	11,06	6,64	2,41
	0,15–0,30	6,07	8,78	8,46	7,02	10,80	7,70	10,41	3,77	3,45
	průměr	7,60	7,31	7,80	9,54	10,92	8,39	10,74	5,20	2,93
3	0,00–0,15	11,35	5,95	7,53	12,73	11,18	10,94	12,94	6,37	2,40
	0,15–0,30	6,62	7,73	6,16	9,02	9,90	9,03	10,91	5,62	3,00
	průměr	8,99	6,84	6,85	10,87	10,54	9,99	11,93	6,00	2,70

## XXVI: Zastoupení strukturních elementů, Lednice – začátek vegetace 2019

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)								Koeficient strukturnosti
		nad 10	7,1–10	5–7,1	2–5	1–2	0,5–1	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	15,85	8,42	8,10	12,66	10,31	11,24	11,97	10,46	1,68
	0,15–0,30	10,60	7,82	7,39	8,53	9,37	5,31	6,67	8,31	1,50
	průměr	13,22	8,12	7,74	10,59	9,84	8,27	9,32	9,39	1,59
2	0,00–0,15	12,76	8,56	9,41	15,40	15,08	15,01	14,49	12,29	2,13
	0,15–0,30	11,60	7,36	8,68	11,26	12,58	8,58	8,98	9,96	1,68
	průměr	12,18	7,96	9,05	13,33	13,83	11,79	11,74	11,12	1,91
3	0,00–0,15	8,99	10,15	11,09	13,96	15,89	15,80	15,17	13,97	2,40
	0,15–0,30	8,90	7,65	10,25	9,76	11,93	9,95	9,83	8,73	2,11
	průměr	8,94	8,90	10,67	11,86	13,91	12,87	12,50	11,35	2,25

## XXVII: Zastoupení strukturních elementů, Lednice – konec vegetace 2019

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)								Koeficient strukturnosti
		nad 10	7,1–10	5–7,1	2–5	1–2	0,5–1	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	8,13	4,34	8,22	7,34	9,70	8,90	9,19	6,18	2,08
	0,15–0,30	9,39	6,01	7,80	8,24	9,07	7,00	8,33	5,14	2,04
	průměr	8,76	5,17	8,01	7,79	9,39	7,95	8,76	5,66	2,06
2	0,00–0,15	8,27	4,80	5,63	9,23	10,24	11,74	11,00	8,10	2,25
	0,15–0,30	9,41	9,79	8,14	8,34	10,35	8,49	9,18	3,32	2,81
	průměr	8,84	7,29	6,88	8,79	10,30	10,11	10,09	5,71	2,53
3	0,00–0,15	4,56	4,90	4,38	10,37	11,04	11,16	10,96	11,63	2,31
	0,15–0,30	9,88	7,38	7,64	10,33	10,01	10,07	10,22	6,47	2,33
	průměr	7,22	6,14	6,01	10,35	10,52	10,62	10,59	9,05	2,32

## XXVIII: Vlhkost půdy – Velké Bílovice 2019

Varianta	Hloubka (m)	Odběr vzorků		Průměr
		Počátek vegetace	Konec vegetace	
		% hmot.		
1	0,00–0,10	18,91	28,75	23,83
	0,10–0,20	19,87	27,19	23,53
	0,20–0,30	20,75	17,52	19,13
	průměr	19,85	24,49	22,17
2	0,00–0,10	20,81	35,94	28,37
	0,10–0,20	21,31	22,63	21,97
	0,20–0,30	21,39	21,48	21,44
	průměr	21,17	26,68	23,93
3	0,00–0,10	25,00	22,99	23,99
	0,10–0,20	21,39	24,47	22,93
	0,20–0,30	21,01	24,15	22,58
	průměr	22,47	23,87	23,17

## XXIX: Vlhkosti půdy – Lednice 2019

Varianta	Hloubka (m)	Odběr vzorků		Průměr
		Počátek vegetace	Konec vegetace	
		% hmot.		
1	0,00–0,10	12,40	12,31	12,35
	0,10–0,20	17,26	13,66	15,46
	0,20–0,30	19,32	12,57	15,94
	průměr	16,33	12,85	14,59
2	0,00–0,10	14,85	19,04	16,95
	0,10–0,20	17,30	19,21	18,25
	0,20–0,30	18,40	11,46	14,93
	průměr	16,85	16,57	16,71
3	0,00–0,10	10,57	12,69	11,63
	0,10–0,20	20,50	13,47	16,99
	0,20–0,30	18,13	12,41	15,27
	průměr	16,40	12,86	14,63

Na lokalitě v Lednici (Tab. XXIX) byla zjištěna opět nejnižší půdní vlhkost u var.1 kontrolní. Nejvyšší obsah vody v půdě byl naměřen u var.2 (kompost). Hodnoty vlhkosti půdy na stanovišti Lednice na konci vegetace byly nižší oproti počátku vegetace, stav byl silně ovlivněn absencí dešťových srážek.

Vodostálost půdních agregátů je hodnocena v Tab. XXX, kde jsou vyhodnoceny VPA na stanovišti Velké Bílovice. Podle výsledků lze klasifikovat VPA na začátku vegetace u var.2 a var.3 v průměru jako nízkou a u var.1 jako velmi nízkou. Na konci vegetace došlo k mírnému zvýšení hodnot VPA u všech variant, ale podle klasifikační stupnice se jedná o hodnoty nízké. Většinou vyšší VPA byla zjištěna v nižší hloubce orničního profilu (0,15–0,30 m).

Na stanovišti Lednice (Tab. XXXI) se pohybovaly hodnoty VPA v klasifikaci od velmi nízké (var.1) přes nízkou (var.2) až po střední (var.3). Hodnoty byly převážně vyšší v nižší orniční hloubce (0,15–0,30 m). Na konci vegetace byly hodnoty nižší u všech variant a byly klasifikovány jako nízké. U var.1 byly opět velmi nízké.

XXX: Vodostálost půdních agregátů – Velké Bílovice 2019

Varianta	Hloubka (m)	Vodostálost (%)		
		Začátek vegetace	Konec vegetace	Průměr
1	0,00–0,15	10,16	16,16	13,16
	0,15–0,30	16,05	19,65	17,85
	průměr	13,10	17,91	15,50
2	0,00–0,15	15,42	34,05	24,74
	0,15–0,30	23,75	21,81	22,78
	průměr	19,59	27,93	23,76
3	0,00–0,15	19,64	23,29	21,46
	0,15–0,30	31,57	31,90	31,74
	průměr	25,60	27,60	26,60

XXXI: Vodostálost půdních agregátů – Lednice 2019

Varianta	Hloubka (m)	Vodostálost (%)		
		Začátek vegetace	Konec vegetace	Průměr
1	0,00–0,15	15,41	17,67	16,54
	0,15–0,30	15,15	12,88	14,02
	průměr	15,28	15,27	15,28
2	0,00–0,15	23,48	18,18	20,83
	0,15–0,30	33,06	11,22	22,14
	průměr	28,27	14,70	21,49
3	0,00–0,15	28,79	17,83	23,31
	0,15–0,30	36,11	22,49	29,30
	průměr	32,45	20,16	26,31

#### 4.2.4 Výsledky hodnocení za rok 2020

Fyzikální vlastnosti půdy za rok 2020 jsou uvedeny v Tab. XXXII a Tab. XXXIII. Z tabulek je patrná vyšší objemová hmotnost reduková (O<sub>Hr</sub>) u variant kontrolních (var.1). Tomu odpovídají další hodnoty s tím související jako je nižší pórovitost a pro-

XXXII: Fyzikální vlastnosti půdy Velké Bilovice, 2020

Varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm <sup>3</sup> )	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max. kapilár. kapacita	Min. vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				% obj.			
1	0,00-0,10	1,38	46,76	24,11	22,65	35,68	11,08
	0,10-0,20	1,46	43,98	19,64	24,34	33,71	10,27
	0,20-0,30	1,57	39,58	13,49	26,09	32,99	6,59
	průměr	1,47	43,44	19,08	24,36	34,13	9,31
2	0,00-0,10	1,40	46,03	11,95	34,07	32,40	13,62
	0,10-0,20	1,44	44,60	21,75	22,85	32,83	11,77
	0,20-0,30	1,44	44,75	23,79	20,96	34,86	9,89
	průměr	1,43	45,13	19,17	25,96	33,37	11,76
3	0,00-0,10	1,40	46,24	16,06	30,19	32,72	13,53
	0,10-0,20	1,45	44,19	23,90	20,30	31,76	12,43
	0,20-0,30	1,38	47,04	27,39	19,65	36,64	10,41
	průměr	1,41	45,83	22,45	23,38	33,71	12,12

XXXIII: Fyzikální vlastnosti půdy Lednice, 2020

Varianta	Hloubka půdy (m)	Objemová hmotnost red. (g.cm <sup>3</sup> )	Celková pórovitost (%)	Momentální obsah		Max. kapilár. kapacita	Min. vzduš. kapacita
				vody	vzduchu		
				% obj.			
1	0,00-0,10	1,18	54,49	24,36	30,13	43,28	11,21
	0,10-0,20	1,43	44,86	26,63	18,23	37,22	7,63
	0,20-0,30	1,47	43,31	26,75	16,56	35,74	7,57
	průměr	1,36	47,55	25,91	21,64	38,75	8,80
2	0,00-0,10	1,06	59,26	25,40	33,64	44,54	14,72
	0,10-0,20	1,33	48,93	24,82	24,12	38,23	10,71
	0,20-0,30	1,37	47,49	25,39	22,10	38,79	8,70
	průměr	1,25	51,90	25,20	26,69	40,52	11,38
3	0,00-0,10	1,19	54,14	22,93	31,21	40,32	13,82
	0,10-0,20	1,25	51,95	27,23	24,72	36,64	15,31
	0,20-0,30	1,37	47,37	28,30	19,07	36,60	10,77
	průměr	1,27	51,16	26,15	25,00	37,85	13,30

vzdušnost a obsah vody v půdě. Oproti předešlým letům byly zjištěny vyšší hodnoty obsahu vody během vegetace v důsledku vyšší srážkové činnosti. To mělo však za následek nižší hodnoty MVK (minimální vzdušná kapacita).

Zastoupení strukturních elementů v průběhu vegetace v roce 2020 na stanovišti Velké Bílovice je vyčísleno v Tab. XXXIV. Podle zastoupení strukturních elementů byl vypočten koeficient strukturnosti (KS). Jeho hodnota během vegetačního období byla nejnižší u var.1 (kontrola) a nejvyšší u var.2 (kompost).

V Tab. XXXV jsou zastoupeny strukturní elementy ve vinici v Lednici během vegetace. Výsledné hodnoty byly obdobné jako ve vinici ve Velkých Bílovicích, s tím, že hodnoty byly o něco nižší u všech variant. To mohlo být způsobeno odlišnými podmínkami na této lokalitě. KS byl opět nejnižší u var.1 – kontrolní (KS 1,44) a nejvyšší u var.3 (KS 2,17).

XXXIV: Půdní struktura – Velké Bílovice, 2020

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)								Koeficient strukturnosti
		nad 10	7,1–10	5–7,1	2–5	1–2	0,5–1	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	16,23	11,40	11,74	24,41	12,08	7,59	9,30	7,25	2,28
	0,15–0,30	15,41	12,90	13,98	25,50	11,64	6,84	7,72	6,01	2,57
	průměr	15,82	12,15	12,86	24,96	11,86	7,21	8,51	6,63	2,43
2	0,00–0,15	9,66	8,12	11,27	26,42	14,93	9,95	13,42	6,23	3,65
	0,15–0,30	3,94	6,71	11,95	30,73	16,70	11,64	13,72	4,61	4,57
	průměr	6,80	7,42	11,61	28,58	15,82	10,80	13,57	5,42	4,11
3	0,00–0,15	16,01	9,94	10,13	23,05	12,96	8,82	12,25	6,85	3,09
	0,15–0,30	9,02	12,07	15,55	30,73	12,27	6,87	8,58	4,91	4,32
	průměr	12,51	11,01	12,84	26,89	12,61	7,84	10,42	5,88	3,71

XXXV: Půdní struktura – Lednice, 2020

Varianta	Hloubka (m)	Strukturní elementy (% hmot.)								Koeficient strukturnosti
		nad 10	7,1–10	5–7,1	2–5	1–2	0,5–1	0,25–0,5	pod 0,25	
1	0,00–0,15	14,60	7,41	8,14	18,08	12,42	11,29	10,32	17,74	1,47
	0,15–0,30	20,90	10,07	8,50	18,35	12,45	9,64	8,23	11,87	1,42
	průměr	17,75	8,74	8,32	18,22	12,43	10,47	9,27	14,80	1,44
2	0,00–0,15	7,61	6,99	8,57	21,68	16,23	13,36	11,89	13,67	2,55
	0,15–0,30	20,65	10,80	8,60	18,62	12,23	9,16	11,55	8,39	1,76
	průměr	14,13	8,90	8,59	20,15	14,23	11,26	11,72	11,03	2,16
3	0,00–0,15	12,22	10,45	9,13	20,42	14,06	11,98	12,83	8,92	2,69
	0,15–0,30	22,64	10,96	10,15	20,02	11,61	8,07	9,74	6,81	1,66
	průměr	17,43	10,70	9,64	20,22	12,83	10,02	11,28	7,87	2,17

## Vlhkost půdy

Ve vinici ve Velkých Bílovicích (Tab. XXXVI) byla zjištěna v průměru nejvyšší vlhkost půdy u var.3 a nejnižší u var.1 (kontrolní). Na konci vegetace byly naměřeny hodnoty půdní vlhkosti nižší vzhledem k nižším dešťovým srážkám v době odběru půd-

XXXVI: Vlhkosti půdy – Velké Bílovice, 2020

Varianta	Hloubka (m)	Odběr vzorků		Průměr
		Počátek vegetace	Konec vegetace	
		% hmot.		
1	0,00–0,10	13,00	17,41	15,21
	0,10–0,20	20,69	13,48	17,08
	0,20–0,30	18,55	8,58	13,57
	průměr	17,41	12,97	15,29
2	0,00–0,10	15,94	8,52	12,23
	0,10–0,20	20,25	15,10	17,67
	0,20–0,30	18,81	16,57	17,69
	průměr	18,33	13,43	15,86
3	0,00–0,10	14,43	11,49	12,96
	0,10–0,20	17,17	16,47	16,82
	0,20–0,30	16,99	19,90	18,44
	průměr	16,20	15,94	16,07

XXXVII: Vlhkosti půdy – Lednice, 2020

Varianta	Hloubka (m)	Odběr vzorků		Průměr
		Počátek vegetace	Konec vegetace	
		% hmot.		
1	0,00–0,10	16,45	20,59	18,52
	0,10–0,20	15,06	18,57	16,82
	0,20–0,30	16,25	18,15	17,20
	průměr	15,92	19,00	17,51
2	0,00–0,10	15,95	23,98	19,97
	0,10–0,20	18,54	18,69	18,62
	0,20–0,30	16,55	18,60	17,57
	průměr	17,01	20,15	18,72
3	0,00–0,10	18,74	19,23	18,98
	0,10–0,20	18,55	21,80	20,17
	0,20–0,30	17,63	20,68	19,15
	průměr	18,31	20,59	19,44



ních vzorků. Vzhledem k dodanému kompostu do půdy, byla zjištěna nejvyšší vlhkost půdy právě u variant s kompostem.

Na lokalitě vinice v Lednici (Tab. XXXVII) byla zjištěna průměrná půdní vlhkost nejnížší u var.1 (kontrolní). Nejvyšší průměrný obsah vody v půdě byl naměřen u var.3 (kompost – 30 t.ha<sup>-1</sup>). Hodnoty na lokalitě Lednice na konci vegetace byly o něco vyšší vlivem vyšších dešťových srážek v této lokalitě.

## Vodostálost

V Tab. XXXVIII jsou vyhodnoceny VPA ve vinici na lokalitě Velké Bílovice v roce 2020. Podle získaných výsledků lze klasifikovat VPA na začátku vegetace v průměru u var.2 a var.3 jako střední a u var.1 nízkou. Na konci vegetace došlo ke zvýšení hodnot VPA u varianty 2 a ke snížení hodnot u var.3, kde se snížila kvalita struktury na stupeň nízký. Důvodem může být peptizace půdních koloidů vlivem vyšší vlhkosti půdy. Většinou vyšší hodnoty VPA byly zjištěny v nižší hloubce orničního profilu (0,15–0,30 m).

XXXVIII: *Vodostálost půdních agregátů – Velké Bílovice, 2020*

Varianta	Hloubka (m)	Vodostálost (%)		
		Začátek vegetace	Konec vegetace	Průměr
1	0,00–0,15	16,68	15,39	16,03
	0,15–0,30	21,04	28,69	24,86
	průměr	18,86	22,04	20,45
2	0,00–0,15	46,54	32,52	39,53
	0,15–0,30	34,06	53,69	43,87
	průměr	40,30	43,11	41,70
3	0,00–0,15	44,17	23,75	33,96
	0,15–0,30	36,44	31,22	33,83
	průměr	40,31	27,49	33,90

XXXIX: *Vodostálost půdních agregátů – Lednice, 2020*

Varianta	Hloubka (m)	Vodostálost (%)		
		Začátek vegetace	Konec vegetace	Průměr
1	0,00–0,15	18,03	9,92	13,98
	0,15–0,30	13,37	20,65	17,01
	průměr	15,70	15,29	15,49
2	0,00–0,15	21,58	22,08	21,83
	0,15–0,30	21,09	24,87	22,98
	průměr	21,34	23,47	22,40
3	0,00–0,15	23,27	28,52	25,90
	0,15–0,30	77,06	27,42	52,24
	průměr	50,16	27,97	39,07

Na lokalitě Lednice (Tab. XXXIX) se pohybovaly hodnoty VPA v klasifikaci od velmi nízké (var.1) přes nízkou (var.2) až po vysokou (var.3). Na konci vegetace se hodnoty snížily u var.3 a byly klasifikovány jako nízké. Důvodem může být peptizace půdních koloidů vlivem vyššího obsahu vody v půdě při častější srážkové činnosti v roce 2020. Hodnoty VPA byly převážně vyšší v hlubší vrstvě ornice (0,15–0,30 m).

### 4.3 Výsledky penetrometrických měření

Pro hodnocení zhutněných vrstev podorničí se využívá penetrometrických měření soustředěných do penetračních křivek. Výhodou měření penetremetrem je snadné dosažení dostatečného počtu měření a možnost posouzení průběhu hodnot odporu do hloubky 0,5 m, popř. i do hloubky větší.

Naměřené hodnoty jsou srovnávány s kritickými hodnotami penetrometrického odporu z hlediska zhutnění uvedenými v Tab. XL a Tab. XLI.

Na pokusných stanovištích Lednice a Velké Bílovice byla vždy na začátku a na konci vegetace provedena potřebná penetrometrická měření pomocí ručního penetrometru EIJKELKAMP P1.52, do hloubky 500 mm (Obr. 15).

Výsledky naměřených hodnot penetrometrického odporu půdy byly vyhodnoceny a porovnány s kritickými hodnotami a pro jednotlivé sledované varianty v období 2018–2020. V roce 2017 byla provedena pouze úvodní měření, bez pokusných variant, která nebyla dále do hodnocení zahrnuta.

XL: Kritické hodnoty vybraných fyzikálních vlastností zhutnělé půdy (Lhotský, 2000)

Vlastnost půdy	Půdní druh (obsah částic pod 0,01 mm v % hm.)					
	J > 75	JV–JH 75–45	H 45–30	PH 30–20	HP 20–10	P < 10
Objemová hmotnost po vysoušení (g.cm <sup>-3</sup> )	> 1,35	> 1,40	> 1,45	> 1,55	> 1,60	> 1,70
Pórovitost (% objemu)	< 48	< 47	< 45	< 42	< 40	< 38
Penetrometrický odpor půdy (MPa)	2,8–3,2	3,3–3,7	3,8–4,2	4,5–5,0	5,5	> 6,0
Při vlhkosti (% hm.)	28–24	24–20	18–16	15–13	12	10

Vysvětlivky zkratk: J – jíl, JV – jílovitá půda, JH – jílovitohlinitá půda, H – hlinitá půda, PH – písčitohlinitá půda, HP – hlinitopísčitá půda, P – písčitá půda

XLI: Třídy penetrometrického odporu (Arshad, Lowery, Grossman, 1996)

Třída	Penetrační odpor (MPa)
Extrémně nízký	< 0,01
Velmi nízký	0,01–0,1
Nízký	0,1–1
Střední	1–2
Vysoký	2–4
Velmi vysoký	4–8
Extrémně vysoký	> 8

V Tab. XLII–Tab. XLIII jsou uvedeny průměrné hodnoty penetrometrického odporu půdy stanovené pro jednotlivé varianty v daných obdobích. Pro vyhodnocení velkého množství hodnot byla uplatněna metoda bodových vah, kdy po vzestupném seřazení hodnot, pořadí dané hodnoty současně určuje její bodovou váhu. Pro komplexní hod-



15: Penetrometr Eijkelkamp

XLII: Výsledné pořadí hodnocených variant dle průměrné hodnoty penetrometrického odporu – Lednice

Rok	Období	Hodnocená varianta	Průměrná hodnota penetrometrického odporu půdy (MPa)	Bodová váha
2018	jaro	var.1	1,18	8
2018	jaro	var.2	1,07	4
2018	jaro	var.3	1,08	5
2018	podzim	var.1	2,03	17
2018	podzim	var.2	1,83	13
2018	podzim	var.3	1,94	16
2019	jaro	var.1	2,03	18
2019	jaro	var.2	0,88	2
2019	jaro	var.3	1,01	3
2019	podzim	var.1	1,85	14
2019	podzim	var.2	1,66	10
2019	podzim	var.3	1,81	12
2020	jaro	var.1	0,83	1
2020	jaro	var.2	1,13	6
2020	jaro	var.3	1,14	7
2020	podzim	var.1	1,72	11
2020	podzim	var.2	1,64	9
2020	podzim	var.3	1,85	15

Pozn.: var.1 – kontrola, var.2 – kompost, var.3 – kompost + lignohumát

XLIII: Výsledné pořadí hodnocených variant dle průměrné hodnoty penetrometrického odporu – Velké Bílovice

Rok	Období	Hodnocená varianta	Průměrná hodnota penetrometrického odporu půdy (MPa)	Bodová váha
2018	jaro	var.1	1,35	6
2018	jaro	var.2	1,10	3
2018	jaro	var.3	1,05	1
2018	podzim	var.1	2,51	18
2018	podzim	var.2	2,13	15
2018	podzim	var.3	1,95	14
2019	jaro	var.1	1,53	9
2019	jaro	var.2	1,08	2
2019	jaro	var.3	1,15	4
2019	podzim	var.1	2,30	16
2019	podzim	var.2	1,92	13
2019	podzim	var.3	1,32	5
2020	jaro	var.1	1,44	8
2020	jaro	var.2	1,37	7
2020	jaro	var.3	1,83	12
2020	podzim	var.1	2,46	17
2020	podzim	var.2	1,69	11
2020	podzim	var.3	1,65	10

Pozn.: var.1 – kontrola, var.2 – kompost, var.3 – kompost + lignohumát

nocení se pak za variantu s větším vlivem považuje varianta s celkově nižším součtem bodů v daném období. V Tab. XLII jsou vyznačeny nejlépe hodnocené varianty na stanovišti Lednice.

Ze souhrnného hodnocení vlivu jednotlivých variant, provedeného na základě součtu bodové váhy průměrných hodnot v každé variantě v daném období, vyplývá, že na stanovišti Lednice byla nejlépe hodnocena var.2 (kompost) na jaře, která vykazuje celkové bodové hodnocení  $4 + 2 + 6 = 12$  bodů. Nejhorší vliv vykazala var.1 (kontrola) na jaře. Výsledky měření v podzimním termínu také potvrzují příznivý vliv u var.2, která vykazuje nejlepší bodové hodnocení  $13 + 10 + 9 = 32$  bodů.

V Tab. XLIII jsou vyznačeny nejlépe hodnocené varianty na stanovišti Velké Bílovice.

Souhrnné hodnocení ze stanoviště Velké Bílovice vykazuje jako nejlepší variantu 2 (kompost), na jaře, která má celkové bodové hodnocení  $3 + 2 + 7 = 12$  bodů. Nejlepší vliv v podzimním termínu je zde prokázán u varianty 3 (kompost + lignohumát) s hodnocením  $14 + 5 + 10 = 29$  bodů.

Uvedené výsledky za období 2018–2020 potvrzují, že varianty s aplikací organické hmoty do příkmenného pásu příznivě ovlivňují hodnotu penetrometrického odporu ve srovnání s kontrolou (bez hnojení).

## 4.4 Hodnocení vlivu hloubkové aplikace organické hmoty na chemické vlastnosti půdy

Chemické analýzy byly provedeny na základní obsah živin v půdě, a sice: pH, N, P, K, Mg, Ca,  $C_{org}$ , kvalita humusu (HK/FK) a stupeň humifikace z hloubek 0,00–0,15 m, 0,15–0,30 m.

Vzorky byly odebírány současně se vzorky pro stanovení obsahu humusu. Výměnná půdní reakce pH byla stanovena z výluhu KCl potenciometricky, obsah přístupného fosforu, draslíku a hořčíku byl stanoven na spektrofotometru metodou podle Melicha III (vyjádřeno v mg na 1 kg půdy) a obsah celkového dusíku mineralizací, destilační metodou podle Kjeldahla (vyjádřen v %). Celkový obsah organického (oxidimetrického) uhlíku ( $C_{org}$ ) byl stanoven oxidimetrickou titrací podle Nelson a Sommers (1996) a přepočten Welteho koeficientem na humus. Humusové látky (HL) byly extrahovány směsí 0,1M pyrofosforečnanu sodného a 0,1M NaOH (dle Metodiky Kononová a Bělčíková, 1963). Pro určení kvality humusu byl zjištěn poměr huminových kyselin k fulvokyselinám.

Odběry půd na chemické analýzy byly prováděny na všech sledovaných lokalitách na začátku a na konci vegetačního období. V roce 2017 byly hodnoceny až podzimní odběry půdních vzorků, po prvním zapravení kompostu do půdy.

### 4.4.1 Výsledky hodnocení za rok 2017

Na konci vegetace na lokalitě Lednice v roce 2017 nebyly znatelné rozdíly mezi variantami ani mezi hloubkami (Tab. XLIV). Pouze u varianty 1 došlo ke snížení obsahu  $C_{org}$ , tedy humusu, i jeho kvality. Kvalita humusu (HK/FK) byla zjištěna vyšší u variant se zapraveným kompostem v obou hloubkách. Stupeň humifikace (Sh) byl vyrovnaný u všech variant a zařazuje se do kategorie střední.

Na lokalitě ve vinici ve Velkých Bílovicích nebyl zjištěn na konci vegetace v roce 2017 v průměru významný rozdíl mezi variantami a hloubkami u živin ani půdní reakci (Tab. XLV). Na této lokalitě došlo ke zvýšení  $C_{org}$  u variant se zapraveným kompostem, a tedy i humusu a jeho kvality. Stupeň humifikace (Sh) se zvýšil v horní vrstvě půdy pouze u variant se zapraveným kompostem, ale tabulkově odpovídá úrovni nízké.

### 4.4.2 Výsledky hodnocení za rok 2018

V roce 2018 byly na lokalitě Velké Bílovice zjištěny rozdíly u některých chemických vlastností půd na začátku a na konci vegetačního období. Na začátku vegetace (Tab. XLVI) bylo naměřeno vyšší pH u všech variant. Obsah přístupného N, P, K a Mg byl na stejné úrovni u všech variant. Obsah  $C_{org}$  byl zjištěn vyšší u variant s kompostem (var.2 a var.3), kde byla současně také lepší kvalita humusu i stupeň humifikace. Znamená to, že začátek vegetace byl příznivý pro mikrobiální aktivitu.

Na konci vegetace (Tab. XLVII) došlo k patrnému zvýšení celkového N, přístupného P, K i Mg. Zvláště výrazné zvýšení bylo zaznamenáno u obsahu P u var.3, kde jeho nárůst byl až šestinásobný. Z 51 mg.kg<sup>-1</sup> na začátku vegetace na 334 mg.kg<sup>-1</sup> na konci vegetace.

Znamená to, že u var.3 (kompost + lignohumát) došlo působením vyšší aktivity mikroorganismů. ke zvýšení využitelného fosforu.

XLIV: Chemické vlastnosti půdy – Lednice, konec vegetace 2017

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00-0,15	0,12	181	427	283	6,7	0,83	1,43	1,24	19
	0,15-0,30	0,13	190	325	281	6,8	0,91	1,57	0,97	21
	průměr	0,13	186	376	282	6,8	0,87	1,50	1,11	20
2	0,00-0,15	0,14	189	468	274	7,0	1,09	1,88	1,53	20
	0,15-0,30	0,14	175	257	286	6,9	1,06	1,83	1,73	21
	průměr	0,14	182	363	280	7,0	1,08	1,85	1,63	20
3	0,00-0,15	0,15	181	630	252	7,1	1,15	1,98	1,52	23
	0,15-0,30	0,13	189	566	236	7,2	1,09	1,88	1,31	21
	průměr	0,14	185	598	244	7,2	1,12	1,93	1,42	22

XLV: Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, konec vegetace 2017

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00-0,15	0,11	63	409	265	7,4	1,13	1,95	1,83	14
	0,15-0,30	0,17	35	252	281	7,4	0,82	1,41	1,41	22
	průměr	0,14	49	331	273	7,4	0,97	1,68	1,62	18
2	0,00-0,15	0,11	65	424	270	7,4	1,25	2,16	3,20	18
	0,15-0,30	0,18	37	311	257	7,5	1,15	1,98	2,59	17
	průměr	0,15	51	368	264	7,5	1,20	2,07	2,90	18
3	0,00-0,15	0,12	51	382	261	7,4	1,36	2,34	2,84	17
	0,15-0,30	0,16	42	266	256	7,5	1,16	2,00	3,20	19
	průměr	0,14	47	324	259	7,5	1,26	2,17	3,02	18

XLVI: Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, začátek vegetace 2018

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00–0,15	0,18	97	486	303	7,6	1,15	1,98	1,89	17
	0,15–0,30	0,17	75	390	302	7,7	1,08	1,86	1,78	19
	průměr	0,18	86	438	303	7,7	1,12	1,92	1,84	18
2	0,00–0,15	0,23	93	611	313	7,6	1,40	2,41	1,93	23
	0,15–0,30	0,18	81	420	270	7,6	1,26	2,17	1,83	24
	průměr	0,21	87	516	292	7,6	1,33	2,29	1,88	23
3	0,00–0,15	0,18	57	386	278	7,6	1,58	2,72	2,15	22
	0,15–0,30	0,22	44	423	303	7,5	1,52	2,62	1,95	22
	průměr	0,20	51	405	291	7,6	1,55	2,67	2,05	22

XLVII: Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, konec vegetace 2018

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00–0,15	0,27	270	873	425	7,3	2,27	3,91	0,52	11
	0,15–0,30	0,19	111	389	383	7,5	2,22	3,83	0,89	15
	průměr	0,23	191	631	404	7,4	2,25	3,87	0,71	13
2	0,00–0,15	0,27	204	835	325	7,3	2,16	3,72	0,84	15
	0,15–0,30	0,21	109	601	295	7,2	1,55	2,67	1,10	25
	průměr	0,24	157	718	451	7,3	1,86	3,20	0,97	20
3	0,00–0,15	0,39	368	1932	451	7,3	2,68	4,62	1,23	18
	0,15–0,30	0,29	299	1901	474	7,4	2,19	3,78	1,35	19
	průměr	0,34	334	1917	463	7,4	2,44	4,20	1,29	18



Půdní reakce se naopak snížila. Zvýšil se ale obsah humusu, zvláště u var.3. U všech variant došlo k poklesu kvality humusu a stupně humifikace, který klesl ze střední hodnoty na hodnotu nízkou. Tento stav mohl být ovlivněn klimatickými podmínkami, (kdy došlo ke snížení půdní vlhkosti) a které znamenaly zpomalení mikrobiální aktivity v půdě a vlastního humifikačního procesu.

Obsah živin v půdě na začátku a na konci vegetace 2018 ve vinici na lokalitě Lednice nebyl významně odlišný (Tab. XLVIII, Tab. XLIX), pouze na konci vegetace došlo ke zvýšení celkového N. Na konci vegetace došlo také ke zvýšení  $C_{org}$  a tedy obsahu humusu, nejvíce u var.3. Došlo ale zároveň ke snížení jeho kvality, a to nejvíce u var.1. U všech variant byl také zjištěn zpomalený proces humifikace, nejvýrazněji u var.1. Stupeň humifikace (Sh) na začátku vegetace byl u všech variant zjištěn v kategorii střední, na konci vegetace klesl do kategorie nízké.

#### 4.4.3 Výsledky hodnocení za rok 2019

V Tab. L jsou vyhodnoceny chemické vlastnosti půdy u sledovaných variant na začátku vegetace 2019 na lokalitě Velké Bílovice. Obsah živin a pH byl mezi variantami na obdobné úrovni. Obsah  $C_{org}$ , a tedy humusu, byl vyšší u variant se zapraveným kompostem oproti var. kontrolní bez kompostu. Kvalita humusu a stupeň humifikace vykazovaly nejvyšší hodnoty u var.3.

Stav na konci vegetace uvádí Tab. LI. Obsah celkového dusíku se u var.3 zvýšil téměř dvojnásobně (z 0,18 % na 0,32 %), u ostatních variant zůstal na stejné úrovni. Současně se zvýšila hodnota pH půdy u všech variant, půdní reakce však zůstala na pozici neutrální. Celkově došlo u všech variant současně ke snížení obsahu  $C_{org}$  (humusu) a ke snížení kvality humusu. Na konci vegetace došlo pouze ke zvýšení procesu humifikace, a to nejvíce u var.3. Tyto změny byly způsobeny nespíše klimatickými podmínkami v roce 2019, kdy byl velmi teplý rok s nízkým množstvím srážek.

Obdobné výsledky byly zjištěny i na stanovišti v Lednici na začátku i na konci vegetace, jak je zřejmé z Tab. LII a Tab. LIII. Obsah živin a pH byl analyzován bez významných rozdílů mezi variantami,  $C_{org}$  byl zjištěn u všech variant nízký. Nejnížší kvalita humusu byla zjištěna u var.1 (kontrolní).

Oproti začátku vegetace byl u všech variant na konci vegetace naměřen o polovinu nižší stupeň humifikace (Sh).

#### 4.4.4 Výsledky hodnocení za rok 2020

Na začátku vegetace roku 2020 na lokalitě Velké Bílovice (Tab. LIV) byl zjištěn významný rozdíl pouze u obsahu přístupného P, který byl průkazně nižší u varianty kontrolní oproti variantám s kompostem. Obsah  $C_{org}$  (humus) a kvalita humusu byla zjištěna nejvyšší u var.2. Nejnížší Sh byl zjištěn u var.1, ale i u ostatních variant byl velmi nízký.

Výsledky z konce vegetace na lokalitě Velké Bílovice jsou vyhodnoceny v Tab. LV. Obsah živin a pH byly na stejné úrovni u všech variant. Obsah  $C_{org}$ , humusu a jeho kvalita byly zjištěny nejvyšší u variant s kompostem. U var.2 průměrná hodnota HK/FK 1,00 naznačuje dobrou kvalitu humusu.

Na lokalitě Lednice byly na začátku vegetace 2020 (Tab. LVI) naměřeny obdobné hodnoty živin u všech variant. Půdní reakce byla zjištěna nejnížší u var.1 (kontrolní).

XLVIII: Chemické vlastnosti půdy – Lednice, začátek vegetace 2018

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00–0,15	0,15	224	568	343	7,1	0,88	1,52	1,65	23
	0,15–0,30	0,14	196	397	323	7,1	0,93	1,60	1,45	22
	průměr	0,15	210	483	333	7,1	0,91	1,56	1,55	22
2	0,00–0,15	0,15	333	721	335	7,1	0,96	1,66	1,99	25
	0,15–0,30	0,13	175	362	323	7,3	0,87	1,50	1,55	24
	průměr	0,14	254	542	329	7,2	0,92	1,58	1,77	25
3	0,00–0,15	0,18	232	724	298	7,1	1,12	1,93	2,12	24
	0,15–0,30	0,18	272	525	326	7,1	1,01	1,74	1,94	23
	průměr	0,18	252	625	312	7,1	1,07	1,84	2,03	23

XLIX: Chemické vlastnosti půdy – Lednice, konec vegetace 2018

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00–0,15	0,22	274	641	382	6,9	1,24	2,14	0,88	12
	0,15–0,30	0,21	281	473	299	6,9	1,08	1,86	0,68	15
	průměr	0,22	278	557	341	6,9	1,16	2,00	0,78	13
2	0,00–0,15	0,23	308	574	315	6,9	1,22	2,10	1,10	18
	0,15–0,30	0,15	240	350	279	6,7	1,15	1,98	1,13	13
	průměr	0,19	274	462	297	6,8	1,19	2,04	1,12	16
3	0,00–0,15	0,25	317	1563	244	6,4	1,36	2,34	1,13	17
	0,15–0,30	0,21	317	830	267	6,9	1,13	1,95	1,12	14
	průměr	0,23	317	1197	256	6,7	1,25	2,15	1,13	16

L: Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, začátek vegetace 2019

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00–0,15	0,19	109	601	230	7,2	1,83	3,15	0,72	20
	0,15–0,30	0,18	113	585	221	7,2	1,71	2,95	0,75	19
	průměr	0,19	111	593	225	7,2	1,77	3,05	0,73	19
2	0,00–0,15	0,20	115	666	215	7,1	2,02	3,49	0,60	19
	0,15–0,30	0,17	105	515	232	7,1	1,96	3,38	0,53	17
	průměr	0,19	110	591	451	7,1	1,99	3,43	0,57	18
3	0,00–0,15	0,18	112	644	259	7,0	2,17	3,75	1,48	25
	0,15–0,30	0,18	116	590	255	7,1	1,84	3,17	1,12	27
	průměr	0,18	114	617	257	7,1	2,01	3,46	1,30	26

LI: Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, konec vegetace 2019

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00–0,15	0,20	206	711	458	7,3	1,05	1,80	0,96	23
	0,15–0,30	0,16	105	537	372	7,5	0,64	1,11	0,82	34
	průměr	0,18	155	624	415	7,4	0,85	1,46	0,89	29
2	0,00–0,15	0,20	304	670	443	7,3	2,02	3,49	1,13	19
	0,15–0,30	0,19	175	669	345	7,2	1,32	2,27	0,78	19
	průměr	0,19	240	670	451	7,3	1,67	2,88	0,95	19
3	0,00–0,15	0,35	351	758	534	7,3	1,57	2,70	1,74	36
	0,15–0,30	0,29	364	836	546	7,3	1,25	2,16	1,00	33
	průměr	0,32	357	797	540	7,3	1,41	2,43	1,37	34

LII: Chemické vlastnosti půdy – Lednice, začátek vegetace 2019

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00–0,15	0,18	229	613	223	6,7	1,31	2,26	1,54	18
	0,15–0,30	0,12	196	383	768	6,6	0,94	1,63	1,35	22
	průměr	0,15	213	498	496	6,7	1,13	1,94	1,44	20
2	0,00–0,15	0,18	262	636	223	6,8	1,40	2,42	0,86	17
	0,15–0,30	0,13	244	417	202	6,6	0,95	1,63	1,34	25
	průměr	0,15	253	527	451	6,7	1,18	2,03	1,10	21
3	0,00–0,15	0,12	261	442	192	6,5	1,14	1,97	1,17	18
	0,15–0,30	0,12	227	304	193	6,6	0,89	1,53	1,70	21
	průměr	0,12	244	373	193	6,6	1,01	1,75	1,44	20

LIII: Chemické vlastnosti půdy – Lednice, konec vegetace 2019

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00–0,15	0,15	274	690	392	7,2	0,99	1,71	0,58	11
	0,15–0,30	0,13	250	592	378	7,0	0,88	1,52	0,52	11
	průměr	0,14	262	641	385	7,1	0,94	1,62	0,55	11
2	0,00–0,15	0,20	375	763	445	7,1	1,14	1,97	0,57	14
	0,15–0,30	0,15	307	637	424	6,9	1,01	1,75	0,53	9
	průměr	0,17	341	700	451	7,0	1,08	1,86	0,55	12
3	0,00–0,15	0,12	294	521	309	6,8	1,15	1,98	0,76	14
	0,15–0,30	0,10	285	390	314	7,0	1,09	1,88	0,32	10
	průměr	0,11	290	456	312	6,9	1,09	1,88	0,32	12

LIV: Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, začátek vegetace 2020

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00–0,15	0,16	77	456	305	7,4	1,09	1,88	0,62	14
	0,15–0,30	0,11	53	339	322	7,5	1,00	1,72	0,46	10
	průměr	0,14	65	398	313	7,4	1,04	1,80	0,54	12
2	0,00–0,15	0,20	113	681	221	7,4	1,68	2,90	1,05	15
	0,15–0,30	0,18	107	517	182	7,4	1,39	2,40	0,86	14
	průměr	0,19	110	599	451	7,4	1,54	2,65	0,96	14
3	0,00–0,15	0,20	148	686	279	7,3	1,45	2,51	1,06	16
	0,15–0,30	0,16	117	435	236	7,4	1,28	2,21	0,87	12
	průměr	0,18	133	560	257	7,4	1,37	2,36	0,96	14

LV: Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, konec vegetace 2020

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00–0,15	0,21	210	833	374	7,2	1,47	2,54	0,76	12
	0,15–0,30	0,19	151	813	341	7,3	1,25	2,16	0,60	12
	průměr	0,20	181	823	357	7,3	1,36	2,35	0,68	12
2	0,00–0,15	0,20	179	548	382	7,3	1,99	3,43	1,08	14
	0,15–0,30	0,17	112	475	303	7,3	1,70	2,93	0,91	14
	průměr	0,19	146	512	451	7,3	1,84	3,18	1,00	14
3	0,00–0,15	0,23	183	778	384	7,4	1,97	3,40	1,09	16
	0,15–0,30	0,15	127	615	345	7,3	1,72	2,97	0,86	14
	průměr	0,19	155	696	365	7,4	1,85	3,18	0,98	15

LVI: Chemické vlastnosti půdy – Lednice, začátek vegetace 2020

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00–0,15	0,13	279	487	327	6,8	0,81	1,40	0,64	23
	0,15–0,30	0,12	258	342	304	6,7	0,71	1,23	0,52	17
	průměr	0,13	268	415	316	6,8	0,76	1,31	0,58	20
2	0,00–0,15	0,21	384	749	400	7,1	1,22	2,10	0,63	16
	0,15–0,30	0,12	288	412	366	7,0	1,10	1,90	0,54	15
	průměr	0,17	336	581	451	7,0	1,16	2,00	0,59	16
3	0,00–0,15	0,18	344	626	397	7,1	1,77	3,05	0,94	13
	0,15–0,30	0,14	250	455	310	7,2	1,30	2,24	0,61	11
	průměr	0,16	297	540	354	7,1	1,53	2,64	0,78	12

LVII: Chemické vlastnosti půdy – Lednice, konec vegetace 2020

Variant	Hloubka (m)	N <sub>c</sub> (%)	P – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	K – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	Mg – p (mg.kg <sup>-1</sup> )	pH <sub>KCl</sub>	C <sub>org</sub> (%)	Humus (%)	HK/FK	Sh (%)
1	0,00–0,15	0,13	196	612	355	6,9	1,06	1,82	0,90	15
	0,15–0,30	0,11	241	418	299	6,6	0,84	1,45	0,43	18
	průměr	0,12	218	515	327	6,7	0,95	1,64	0,67	16
2	0,00–0,15	0,18	336	747	546	6,9	1,33	2,29	1,04	19
	0,15–0,30	0,15	329	684	406	7,0	1,13	1,95	0,66	15
	průměr	0,17	332	716	451	7,0	1,23	2,12	0,85	17
3	0,00–0,15	0,20	300	725	451	7,0	1,88	3,24	0,63	15
	0,15–0,30	0,16	353	651	408	7,0	1,34	2,32	0,63	20
	průměr	0,18	326	688	430	7,0	1,61	2,78	0,63	17

Obsah  $C_{org}$  a humusu byl vyšší u variant s kompostem. Kvalita humusu byla téměř na stejné úrovni (u všech variant, dosahovala hodnot pod 1,00) a představovala kvalitu nízkou. Stupeň humifikace (Sh) byl nejvyšší u var.1, (20 %) a to naznačuje, že u této varianty probíhala nejvyšší mikrobiální činnost.

Chemické vlastnosti půdy na konci vegetace na lokalitě Lednice představuje Tab. LVII.

Z tabulky je patrné, že se zvýšil obsah celkového N, P, K a Mg u var.3. U var.2 došlo ke zvýšení obsahu K. Půdní reakce zůstala na stejné úrovni u všech variant. Obsah  $C_{org}$ , humusu, se zvýšil u všech variant, nejvíce u var.3. Kvalita humusu zůstala nízká pod hodnotu 1,00 a hodnoty stupně humifikace (Sh) byly na obdobné úrovni ve srovnání se začátkem vegetace u všech variant.



## 5 HODNOCENÍ Vlivu HLOUBKOVÉ APLIKACE ORGANICKÉ HMOTY NA RŮST RÉVY VINNÉ A KVALITU HROZNŮ

### 5.1 Hodnocení délky přírůstků letorostů

S ohledem na ověření vlivu hloubkové aplikace organické hmoty na vegetativní růst keřů révy vinné, bylo prováděno také hodnocení délky přírůstků letorostů. Délka přírůstků byla hodnocena v pravidelných týdenních intervalech, nedestruktivní metodou, v období od počátku vegetace do prvního osečkování. Pro hodnocení růstových fází révy vinné byla použita mezinárodní Fenologická stupnice růstových fází révy vinné (BBCH), kterou uvádí Lorenz (1994). Pro měření byly náhodně zvoleny 3 keře u každé z variant, u kterých bylo ponecháno 8 letorostů. Délka každého z letorostů byla následně měřena pomocí měřidla od báze směrem k růstovému vrcholu (Obr. 16).



16: Měření délky letorostů

#### 5.1.1 Výsledky hodnocení za rok 2018

Mimořádně rychlý nástup průměrných denních teplot s hodnotami nad 10 °C v roce 2018 vyvolal poměrně rychlý všech růstových fází u sledovaných keřů révy vinné. Přehled termínů měření, fenofází, délky letorostů pro všechny pokusné varianty na stanovišti Lednice je uveden v Tab. LVIII a pro stanoviště Velké Bílovice v Tab. LIX.

Graf na Obr. 17 ukazuje průměrné délky přírůstků u jednotlivých pokusných variant na stanovišti Lednice. Z hodnot je zřejmé, že nejmenší délka přírůstků byla naměřena u kontrolní varianty, nejvyšší pak u varianty hnojené kompostem v kombinaci s lignohumátem.

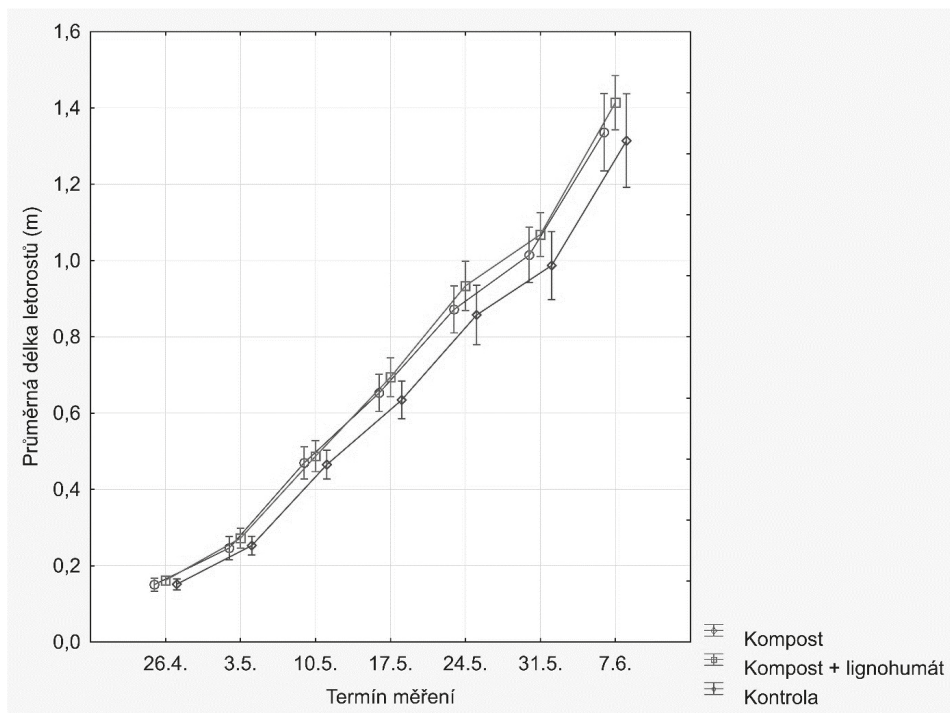
Z Grafu na Obr. 18 je zřejmý rozdíl v délce přírůstků na stanovišti Velké Bílovice. Z počátku byla naměřena největší délka přírůstků u varianty hnojené samotným

LVIII: Výsledky hodnocení délky letorostů na stanovišti Lednice 2018 (odrůda Sauvignon)

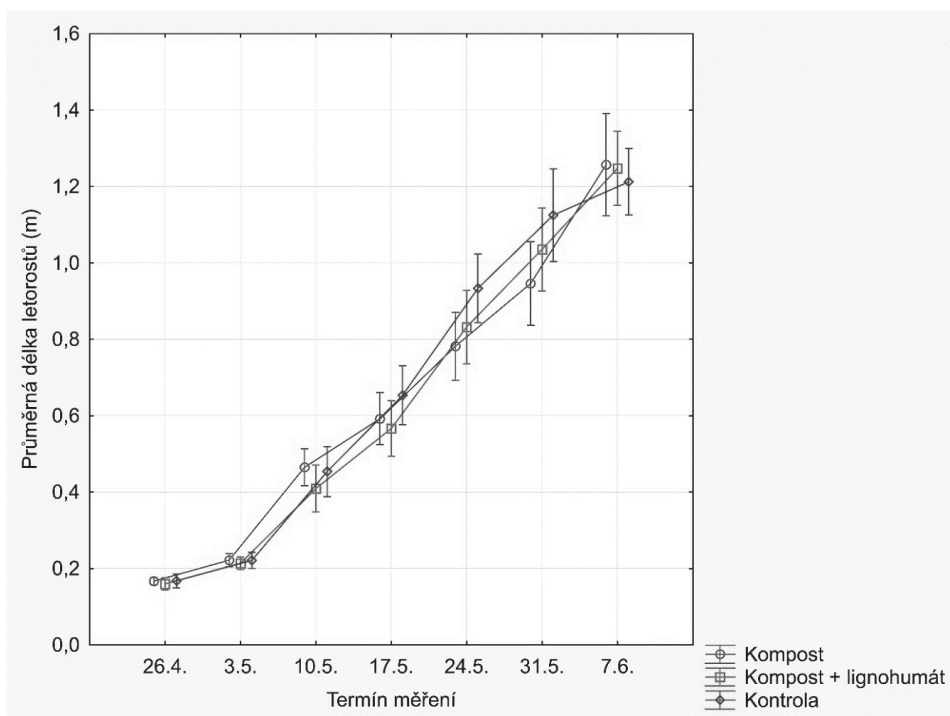
Fenologické stadium (BBCH kód)	Termín měření a fenofáze, průměrná délka letorostů (m) ± směrodatná odchylka						
	26. 4.	3. 5.	10. 5.	17. 5.	24. 5.	31. 5.	7. 6.
2 listy jsou rozvinuty (12)	0,15 ± 0,01	0,25 ± 0,01	0,47 ± 0,02	0,65 ± 0,02	0,87 ± 0,03	1,01 ± 0,03	1,33 ± 0,05
3 listy jsou rozvinuty (13)	0,16 ± 0,01	0,27 ± 0,01	0,49 ± 0,02	0,69 ± 0,02	0,93 ± 0,03	1,06 ± 0,02	1,41 ± 0,03
Stadium pokračuje (14)	0,15 ± 0,01	0,25 ± 0,01	0,46 ± 0,02	0,63 ± 0,02	0,85 ± 0,04	0,98 ± 0,04	1,31 ± 0,06
9 a více listů je rozvinuto (19)							
Květenství zřetelně viditelné (53)							
Květenství se zvětšuje; jednotlivé kvítky jsou dosud hustě nahloučeny (55)							
Květenství je zcela vyvinuté; jednotlivé kvítky odstávají (57)							

LIX: Výsledky hodnocení délky letorostů na stanovišti Velké Bílovice 2018 (odrůda Rulandské šedé)

	Termín měření a fenofáze, průměrná délka letorostů (m) ± směrodatná odchylka						
	26. 4.	3. 5.	10. 5.	17. 5.	24. 5.	31. 5.	7. 6.
Fenologické stadium (BBCH kód)							
2 listy jsou rozvinuty (12)		3 listy jsou rozvinuty (13)	Stadium pokračuje (14)	9 a více listů je rozvinuto (19)	Květenství zřetelně viditelné (53)	Květenství se zvětšuje; jednotlivé kvítky jsou dosud hustě nahloučeny (55)	Květenství je zcela vyvinuté; jednotlivé kvítky odstávají (57)
Kompost	0,16 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,46 ± 0,02	0,59 ± 0,03	0,78 ± 0,04	0,94 ± 0,05	1,25 ± 0,06
Kompost + lignohumát	0,16 ± 0,01	0,21 ± 0,01	0,41 ± 0,02	0,56 ± 0,03	0,83 ± 0,04	1,03 ± 0,05	1,24 ± 0,04
Kontrola	0,17 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,45 ± 0,03	0,65 ± 0,03	0,93 ± 0,04	1,12 ± 0,05	1,21 ± 0,04



17: Průměrné přírůstky letorostů Lednice 2018



18: Průměrné přírůstky letorostů Velké Bílovice 2018

kompostem, od poloviny května pak vyvolalo urychlení růstu i u kontrolní varianty. Pavloušek (2011) uvádí, že vysoká teplota vyvolává mobilizaci zásobních látek uložených v kořenovém systému, tvorbu auxinů a intenzivní a rychlý růst letorostů. Problematikou hodnocení růstu letorostů v závislosti na aplikaci kompostů rozdílného původu, aplikovaného na povrch i hloubkově se zabýval např. Gaiotti *et al.* (2017). Z výsledků jeho experimentů prováděných v období 2009–2013 u odrůdy Cabernet Sauvignon vyplývá, že kompost má průkazný vliv na vegetativní růst keřů révy vinné v porovnání s kontrolní nehnojenou variantou. Délka letorostů u hnojených variant pokusu přesáhla kontrolu i o více jak 50 %.

### 5.1.2 Výsledky hodnocení za rok 2019

V roce 2019 odpovídal nástup jednotlivých fenofází podmínkám běžného ročníku. Přehled termínů měření, fenofází, délky letorostů pro všechny pokusné varianty na stanovišti Lednice je uveden v Tab. LX a pro stanoviště Velké Bílovice v Tab. LXI.

Graf na Obr. 19 zobrazuje průměrné délky přírůstků u jednotlivých pokusných variant na stanovišti Lednice. Z hodnot je zřejmé, že nejmenší délka přírůstků byla naměřena u kontrolní varianty, nejvyšší pak u varianty hnojené kompostem a kompostem v kombinaci s lignohumátem.

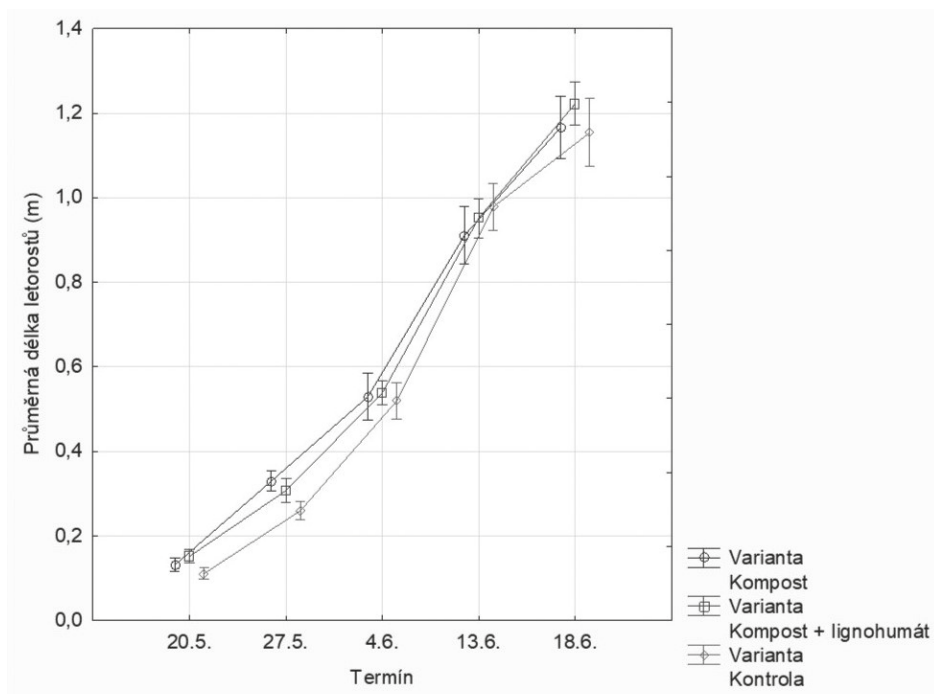
Z Grafu 20 je zřejmá poměrně vyrovnaná délka letorostů u obou hnojených variant v porovnání s nehnojenou kontrolní variantou.

LX: Výsledky hodnocení délky letorostů na stanovišti Lednice 2019 (odrůda Sauvignon)

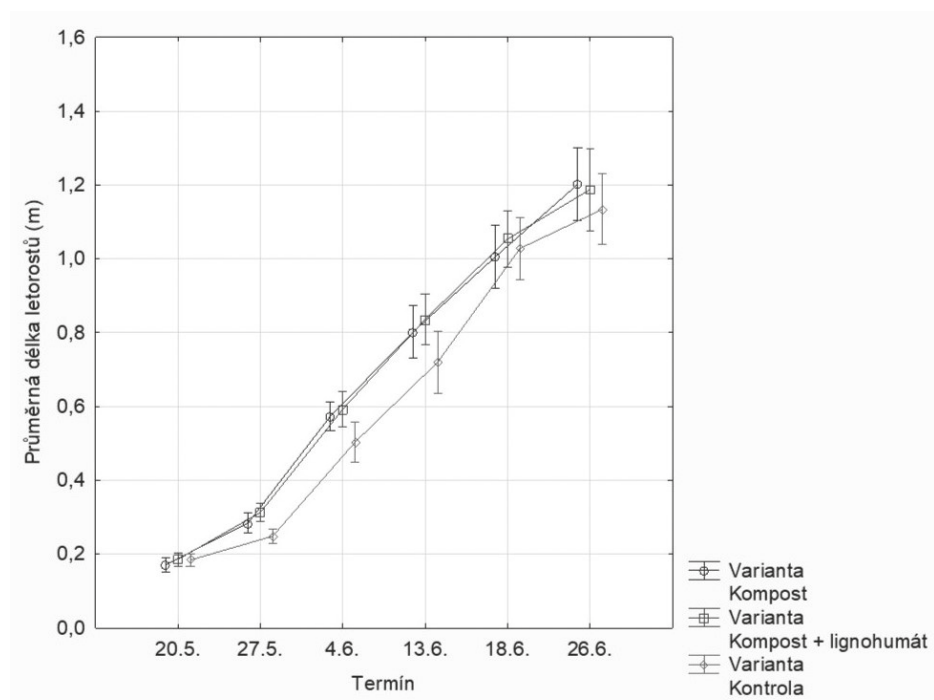
		Termín měření a fenofáze, průměrná délka letorostů (m) ± směrodatná odchylka				
		20. 5.	27. 5.	4. 6.	13. 6.	18. 6.
Fenologické stadium (BBCH kód)	Kvetenství se zvětšují, jednotlivé květy hustě stlačeny (55)	Z květního lůžka se uvolňují květní čepičky (60)	Plné kvetení – opad 50 % květních čepiček (65)	Konec kvetení (69)	Bobule velikosti broku – hrozny se začínají stáčet dolů (73)	
	Kompost	0,13 ± 0,05	0,33 ± 0,07	0,53 ± 0,17	0,91 ± 0,21	1,17 ± 0,23
	Kompost + lignohumát	0,15 ± 0,05	0,31 ± 0,09	0,54 ± 0,09	0,95 ± 0,15	1,22 ± 0,16
Kontrola		0,11 ± 0,04	0,26 ± 0,07	0,52 ± 0,13	0,98 ± 0,18	1,15 ± 0,25

LXI: Výsledky hodnocení délky letorostů na stanovišti Velké Bílovice 2019 (odrůda Rulandské šedé)

		Termín měření a fenofáze, průměrná délka letorostů (m) ± směrodatná odchylka				
		20. 5.	27. 5.	4. 6.	13. 6.	26. 6.
Fenologické stadium (BBCH kód)	Kvetenství se zvětšují, jednotlivé květy hustě stlačeny (55)	Začátek kvetení – opad 10 % květních čepiček (61)	Opad 70 % květních čepiček (67)	Nasazování bobulí – bobule se začínají nalévat, opad květních zbytků ukončen. Semeník se začíná zvětšovat (71)	Bobule velikosti broku – hrozny se začínají stáčet dolů (73)	Bobule ve velikosti hrášku – hrozny visí (75)
	Kompost	0,17 ± 0,06	0,28 ± 0,09	0,57 ± 0,12	0,80 ± 0,22	1,01 ± 0,26
	Kompost + lignohumát	0,19 ± 0,06	0,31 ± 0,07	0,59 ± 0,15	1,06 ± 1,48	1,05 ± 0,24
Kontrola		0,18 ± 0,05	0,25 ± 0,06	0,50 ± 0,17	0,72 ± 0,26	1,03 ± 0,27



19: Průměrné přírůstky letorostů, Lednice 2019



20: Průměrné přírůstky letorostů, Velké Bílovice 2019

### 5.1.3 Výsledky hodnocení za rok 2020

V roce 2020 odpovídal nástup jednotlivých fenofází podmínkám běžného ročníku. Přehled termínů měření, fenofází, délky letorostů pro všechny pokusné varianty na stanovišti Lednice je uveden v Tab. LXII a pro stanoviště Velké Bílovice v Tab. LXIII.

Graf 21 zobrazuje průměrné délky přírůstků u jednotlivých pokusných variant na stanovišti Lednice. Z hodnot je zřejmé, že menší délka přírůstků byla naměřena u kontrolní varianty a u varianty nahnojené kompostem v kombinaci s lignohumátem, nejvyšší pak u varianty hnojené kompostem.

Z Grafu 22 je zřejmá poměrně vyrovnaná délka letorostů u obou hnojených variant v porovnání s nehnojenou kontrolní variantou. V termínu od 11. 6. 2020 došlo k omezení dlouhivého růstu u nehnojené kontrolní varianty.

Celkově je z naměřených hodnot, za období 2018–2020, na stanovišti Lednice zřejmé, že menší délka přírůstků byla naměřena u kontrolní varianty a u varianty s kompostem v kombinaci s lignohumátem, nejvyšší pak u varianty hnojené kompostem. Na stanovišti ve Velkých Bílovicích byla sledována vyrovnaná délka letorostů u obou hnojených variant v porovnání s nehnojenou kontrolní variantou.

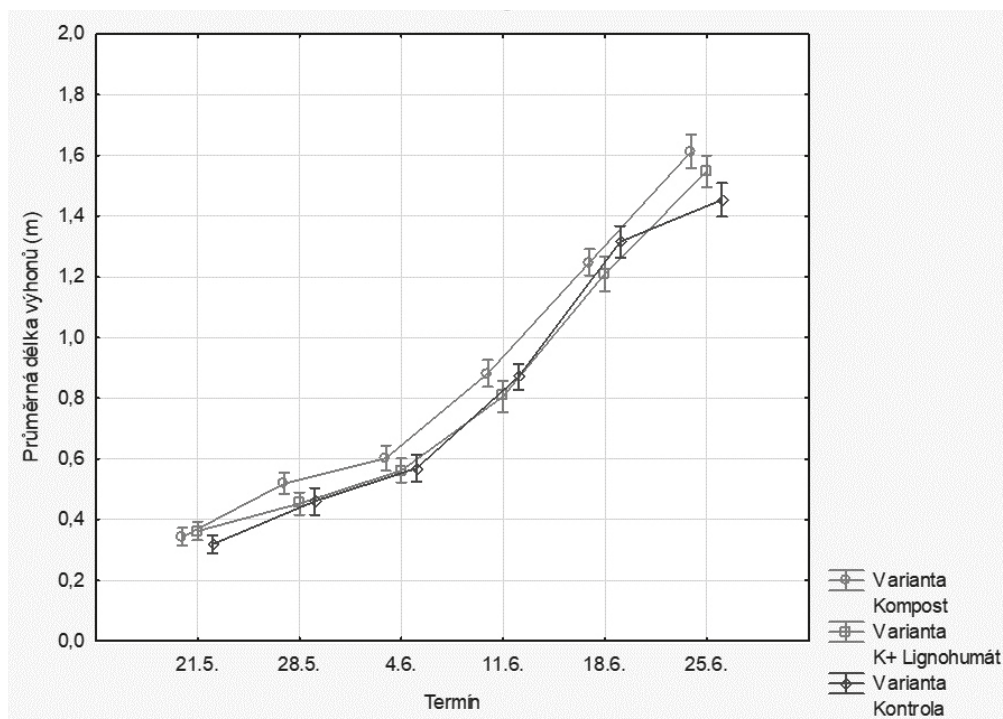


LXII: Výsledky hodnocení délky letorostů na stanovišti Lednice 2020 (odrůda Sauvignon)

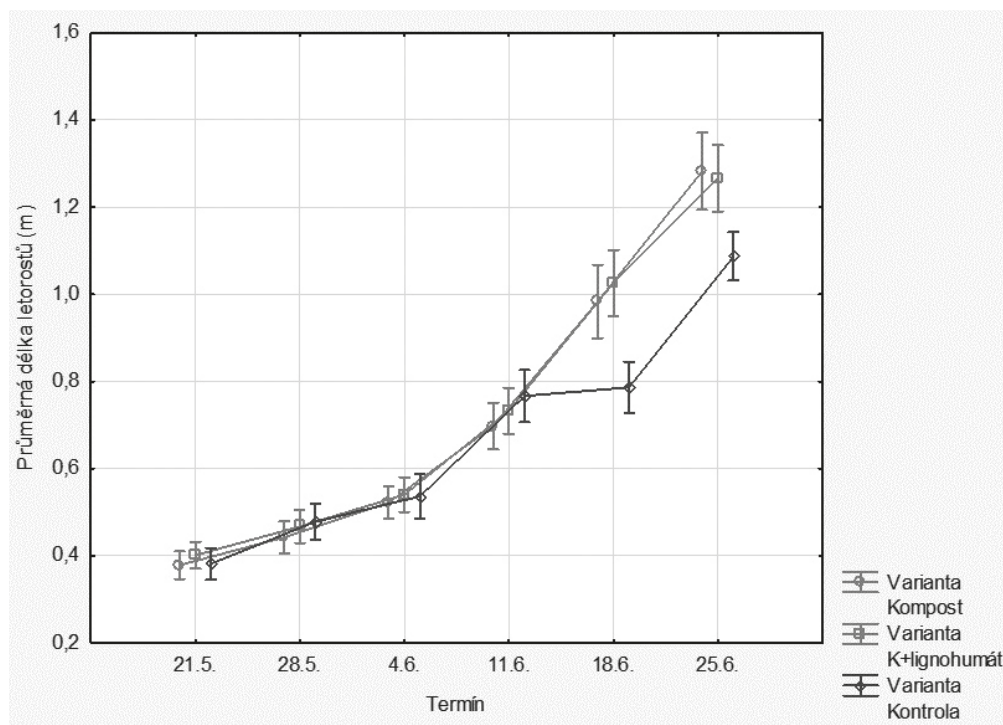
Fenologické stadium (BBCH kód)	Termín měření a fenofáze, průměrná délka letorostů (m) ± směrodatná odchylka						
	21. 5.	28. 5.	4. 6.	12. 6.	18. 6.	28. 6.	
	Květenství zřetelně viditelné (53)	Květenství se zvětšují, jednořadivé květy hustě stlačený (55)	Z květního lůžka se uvolňují květní čepičky (60)	Plné kvetení – opad 50 % květních čepiček (65)	Konec kvetení (69)	Bobule velikosti broku – hrozny se začínají stáčet dolů (73)	
Kompost	0,34 ± 0,09	0,52 ± 0,11	0,60 ± 0,12	0,88 ± 0,14	1,25 ± 0,14	1,61 ± 0,17	
Kompost + lignohumát	0,36 ± 0,10	0,45 ± 0,12	0,56 ± 0,12	0,81 ± 0,16	1,21 ± 0,18	1,55 ± 0,16	
Kontrola	0,32 ± 0,09	0,46 ± 0,14	0,57 ± 0,13	0,87 ± 0,13	1,32 ± 0,16	1,45 ± 0,17	

LXIII: Výsledky hodnocení délky letorostů na stanovišti Velké Bílovice 2020 (odrůda Rulandské šedé)

Fenologické stadium (BBCH kód)	Termín měření a fenofáze, průměrná délka letorostů (m) ± směrodatná odchylka						
	21. 5.	28. 5.	4. 6.	11. 6.	18. 6.	25. 6.	
	Květenství zřetelně viditelné (53)	Květenství se zvětšují, jednořadivé květy hustě stlačený (55)	Z květního lůžka se uvolňují květní čepičky (60)	Plné kvetení – opad 50 % květních čepiček (65)	Konec kvetení (69)	Bobule velikosti broku – hrozny se začínají stáčet dolů (73)	
Kompost	0,38 ± 0,09	0,44 ± 0,11	0,52 ± 0,12	0,70 ± 0,17	0,98 ± 0,26	1,28 ± 0,28	
Kompost + lignohumát	0,40 ± 0,38	0,47 ± 0,12	0,54 ± 0,12	0,73 ± 0,16	1,02 ± 0,24	1,27 ± 0,24	
Kontrola	0,38 ± 0,11	0,48 ± 0,13	0,54 ± 0,16	0,77 ± 0,19	0,78 ± 0,18	1,09 ± 0,17	



21: Průměrné přírůstky letorostů, Lednice 2020



22: Průměrné přírůstky letorostů, Velké Bílovice 2020

## 5.2 Hodnocení výnosů a kvality hroznů

Při sklizni v letech 2017–2020 byly hodnoceny základní kvalitativní parametry hroznů: cukernatost, titrovatelné kyseliny, hodnota pH, obsah asimilovatelného dusíku (YAN) a průměrný výnos hroznů v kg na 1 keř. Na sledovaných vinicích byla hodnocena v Lednici odrůda Sauvignon blanc a ve Velkých Bílovicích odrůda Rulandské šedé.

Obsah cukru v moštu z révy vinné je jedním z nejsledovanějších kvalitativních parametrů a rozdělení vína v ČR do jakostních tříd ho využívá jako základní kritérium.

Ukazatelem obsahu kyselin v moštu je především obsah kyseliny vinné a kyseliny jablečné. Obsah kyselin ve finálním víně má vztah k zařazení vína do kategorií dle zbytkového cukru. Stupeň zralosti a termín sklizně se v posledních letech dosti zásadním způsobem odvozuje právě od obsahu kyselin v bobuli hroznů. Množství kyselin se během dozrávání hroznů mění a pohybuje se v rozmezí 6 až 9 g.l<sup>-1</sup>. Na rozdíl od kyseliny jablečné, obsah kyseliny vinné zůstává během zrání bobule stabilní (Terrier a Romieu, 2001).

Asimilovatelný dusík (YAN) je v moštu zdrojem dusíku, který jsou kvasinky schopny využít při rozmnožování i vlastní činnosti. YAN primárně představuje dusík ve formě alfa-aminokyselin a amonných iontů, protože tyto složky jsou zdrojem dusíku, který je schopný snadno pronikat přes buněčnou membránu kvasinek (Bell a Henschke, 2005). Většina aromatických látek, které vznikají během kvašení, jsou ovlivněné koncentrací a složením asimilovatelného dusíku. Nejvýznamnější je vliv asimilovatelného dusíku na aroma a chuťové vlastnosti vína (Hazelwood *et al.*, 2006).

Při sklizni byly hrozny z jednotlivých variant sklizeny odděleně a byl stanoven průměrný výnos hroznů z 10 náhodně vybraných keřů v kg na 1 keř. Sklizeň hroznů probíhala většinou na konci září. Ze sklizených hroznů byl vylisovaný mošt. Základní analýza čerstvě vylisovaného moštu z jednotlivých variant probíhala v laboratorních podmínkách. Cukernatost byla stanovena pomocí digitálního refraktometru Atago PAL-1 (ATAGO CO., LTD, JAPAN) s následným přepočtem na °NM, hodnota pH byla naměřena pomocí digitálního pH metru se skleněnou elektrodou. Obsah titrovatelných kyselin byl stanoven automatickým titrátorem TITROLINE EASY (SI Analytics GmbH, GERMANY) titrací 0,1M NaOH s bodem ekvivalence při pH 7,0. Obsah asimilovatelného dusíku byl stanoven na stejném laboratorním přístroji formaldehydovou titrací. Všechna měření byla provedena třikrát.

V tabulkovém přehledu jsou v jednotlivých letech 2017–2020 uvedeny výsledky analýz stanovení základních kvalitativních parametrů hroznů a průměrný výnos hroznů v kg na 1 keř.

### 5.2.1 Výsledky hodnocení za rok 2017

V roce 2017, který byl prvním rokem řešení, byla provedena pouze jedna celková sklizeň, protože zavedené varianty v průběhu vegetace by se ještě neprojevily. Na stanovišti Lednice byla sklizeň hroznů odrůdy Sauvignon blanc realizována 1. 10. 2017. Jelikož se vegetační období 2017 vyznačovalo výrazným stresem způsobeným suchem, lze předpokládat, že organická hmota v půdě pozitivně přispívá k eliminaci stresu a tím pádem k zajištění produkce kvalitních hroznů. Průměrný výnos na 1 keř činil 2,10 kg. Mošt ze sklizených hroznů byl analyzován za účelem stanovení hlavních kvalitativních parametrů, které uvádí Tab. LXIV.

## LXIV: Výsledky laboratorních rozborů moštu ze sklizených hroznů – Lednice 2017

Varianta	Cukernatost (°NM)	Titrovatelné kyseliny (g.l <sup>-1</sup> )	pH	Asimilovatelný dusík (mg.l <sup>-1</sup> )	Výnos na keř (kg)
Kontrola	23,6	7,02	3,40	135,2	2,10

## LXV: Výsledky laboratorních rozborů moštu ze sklizených hroznů – Velké Bílovice 2017

Varianta	Cukernatost (°NM)	Titrovatelné kyseliny (g.l <sup>-1</sup> )	pH	Asimilovatelný dusík (mg.l <sup>-1</sup> )	Výnos na keř (kg)
Kontrola	22,8	6,75	3,33	140,3	1,95

Na stanovišti Velké Bílovice byla sklizeň hroznů odrůdy Rulandské šedé realizována 8. 10. 2017. Průměrný výnos na 1 keř činil 1,95 kg. Ze sklizených hroznů byl vylisován mošt, který byla analyzován za účelem stanovení hlavních kvalitativních parametrů jejichž přehled uvádí Tab. LXV.

Z rozboru moštu z obou stanovišť byl obsah asimilovatelného dusíku menší než minimální požadovaný obsah pro správný průběh kvašení, který je běžně v rozmezí 190–200 mg.l<sup>-1</sup>. Obsah asimilovatelného dusíku je přitom třeba považovat za jeden z klíčových parametrů kvality hroznů. Asimilovatelné dusíkaté látky se podílí nejenom na intenzitě rozmnožování kvasinek a dynamice kvašení, ale také na tvorbě aromatických látek ve víně. Volné aminokyseliny, které jsou hlavní složkou asimilovatelných dusíkatých látek, představují prekurzory vonných esterů, které poskytují vínům ovocné a květinové aroma. Zejména v suchých letech jsou časté problémy s nízkým obsahem asimilovatelného dusíku, a proto je velmi důležité najít ekologické přístupy, které umožní optimalizovat obsah asimilovatelného dusíku.

## 5.2.2 Výsledky hodnocení za rok 2018

Výsledky z roku 2018 naznačují pozitivní vliv aplikovaného kompostu zejména na stanovišti Velké Bílovice, přičemž nejlepší efekt byl dosažen po aplikaci kompostu v kombinaci s lignohumátem, což dokládají výsledky provedeného statistického vyhodnocení. V porovnání s kontrolní variantou zde byl výnos hroznů vyšší o 23 %. Na stanovišti

## LXVI: Výsledky vyhodnocení výnosu hroznů 2018

Stanoviště	Odrůda	Varianta pokusu	Průměrný výnos (kg.keř <sup>-1</sup> )
Lednice	Sauvignon	Kontrola	2,66 ± 0,93 <sup>ab</sup>
		Kompost	2,21 ± 0,55 <sup>a</sup>
		Kompost + lignohumát	2,07 ± 0,40 <sup>a</sup>
Velké Bílovice	Rulandské šedé	Kontrola	4,19 ± 1,21 <sup>a</sup>
		Kompost	4,21 ± 0,08 <sup>a</sup>
		Kompost + lignohumát	5,19 ± 1,46 <sup>b</sup>

Pozn.: Hodnoty představují průměry ± směrodatné odchylky, odlišná písmena označují hodnoty, které průkazně liší na  $P < 0,05$  (Tukeyův test)

LXVII: Výsledky laboratorních rozborů moštu ze sklizených hroznů 2018

Stanoviště	Varianta	Cukernatost (°NM)	pH	Titrovatelné kyseliny (g.l <sup>-1</sup> )	Asimilovatelný dusík (mg.l <sup>-1</sup> )
Lednice	Kontrola	17,3	3,3	6,2	257,5
	Kompost	16,8	3,3	6,8	454,2
	Kompost + lignohumát	17,2	3,4	6,1	330,1
Velké Bílovice	Kontrola	21,3	3,9	5,3	168,0
	Kompost	23,9	3,6	6,6	291,4
	Kompost + lignohumát	24,2	3,6	6,5	272,6

v Lednici se však aplikace kompostu neprojevila a nejvyšší výnos byl u kontrolní varianty. Přehled údajů o výnosech hroznů uvádí Tab. LXVI, výsledky laboratorních rozborů uvádí Tab. LXVII.

### 5.2.3 Výsledky hodnocení za rok 2019

Sklizeň hroznů na stanovišti v Lednici proběhla 26. září 2019 a ve Velkých Bílovicích byl termín sklizně 20. září 2019. Výsledky hodnocení z roku 2019 naznačují pozitivní vliv aplikovaného kompostu a kompostu obohaceného lignohumátem na výnos hroznů v porovnání s nehnojenou kontrolní variantou (Tab. LXVIII). Přes skutečnost, že hnojivý účinek mezi variantou hnojenou kompostem a kompostem obohaceným lignohumátem na výnos hroznů nebyl statisticky prokázán, byl u hnojených variant na stanovišti v Lednici výnosový rozdíl vyšší o 24–34 %, na stanovišti ve Velkých Bílovicích dokonce o 40–90 %.

V Tab. LXIX jsou uvedeny výsledky laboratorních rozborů moštu z hroznů u obou sledovaných stanovišť zaměřené na základní analytické parametry tj. cukernatost, obsah titrovatelných kyselin a asimilovatelný dusík YAN (Yeast assimilable nitrogen).

Z uvedených hodnot vyplývá, že na stanovišti Velké Bílovice byla cukernatost moštu vyšší u hnojených variant v konfrontaci s nehnojenou kontrolní variantou. Naopak

LXVIII: Výsledky vyhodnocení výnosu hroznů 2019

Stanoviště	Odrůda	Varianta pokusu	Průměrný výnos (kg.keř <sup>-1</sup> )
Lednice	Sauvignon	Kontrola	2,48 ± 0,45 <sup>a</sup>
		Kompost	3,08 ± 0,45 <sup>ab</sup>
		Kompost + lignohumát	3,33 ± 0,35 <sup>b</sup>
V. Bílovice	Rulandské šedé	Kontrola	1,54 ± 0,69 <sup>a</sup>
		Kompost	2,17 ± 0,45 <sup>ab</sup>
		Kompost + lignohumát	3,00 ± 0,27 <sup>b</sup>

Pozn.: Hodnoty představují průměry ± směrodatné odchylky, odlišná písmena označují hodnoty, které průkazně liší na  $P < 0,05$  (Tukeyův test)

## LXIX: Výsledky laboratorních rozborů moštu ze sklizených hroznů 2019

Stanoviště	Varianta	Cukernatost (°NM)	pH	Titrovatelné kyseliny (g.l <sup>-1</sup> )	Asimilovatelný dusík (mg.l <sup>-1</sup> )
Lednice	Kontrola	23,9	3,2	8,9	285,2
	Kompost	22,0	3,3	9,3	286,7
	Kompost + lignohumát	22,3	3,3	8,7	249,9
Velké Bílovice	Kontrola	19,1	3,2	7,7	301,4
	Kompost	22,3	3,2	8,0	276,4
	Kompost + lignohumát	22,4	3,3	7,5	229,3

na stanovišti Lednice u odrůdy Sauvignon, dosáhla nejvyšší cukernatosti nehnojená kontrolní varianta. Stejná situace byla u téže odrůdy stanovena také v předcházejícím roce 2018. Ze získaných výsledků vyplývá optimální množství kyselin v všech hodnocených variant. V současném období klimatických změn mohou být vyšší titrovatelné kyseliny pozitivnější pro kvalitu hroznů. Pozitivním výsledkem proto je zejména skutečnost, že vlivem aplikace kompostu nedochází k poklesu kyselin, ale obsah kyselin naopak zůstává ve vyšších hodnotách. Ze získaných výsledků tedy vyplývá, že stanovené hodnoty asimilovatelného dusíku odpovídají technologickým potřebám.

## 5.2.4 Výsledky hodnocení za rok 2020

V porovnání s předešlými ročníky vedlo v roce 2020 zvýšené množství dešťových srážek v průběhu vegetace i v době vyzrávání hroznů k oddálení termínů sklizně. Sklizeň hroznů na stanovišti v Lednici proběhla 5. října a ve Velkých Bílovicích byl termín sklizně 28. září. Při sklizni byly hrozny z jednotlivých variant sklizeny odděleně a byl stanoven průměrný výnos hroznů (na 1 keř).

Výsledky sledování z roku 2020 naznačují průkazný vliv aplikovaného kompostu a kompostu obohaceného lignohumátem na výnos hroznů v porovnání s nehnojenou kontrolní variantou (Tab. LXX). Statisticky průkazný rozdíl mezi variantou hnojenou

## LXX: Výsledky vyhodnocení výnosu hroznů 2020

Stanoviště	Odrůda	Varianta pokusu	Průměrný výnos (kg.keř <sup>-1</sup> )
Lednice	Sauvignon	Kontrola	2,39 ± 0,15 <sup>a</sup>
		Kompost	2,75 ± 0,05 <sup>c</sup>
		Kompost + lignohumát	2,68 ± 0,09 <sup>b</sup>
V. Bílovice	Rulandské šedé	Kontrola	1,58 ± 0,19 <sup>a</sup>
		Kompost	2,00 ± 0,15 <sup>ab</sup>
		Kompost + lignohumát	2,11 ± 0,07 <sup>b</sup>

Pozn.: Hodnoty představují průměry ± směrodatné odchylky, odlišná písmena označují hodnoty, které průkazně liší na  $P < 0,05$  (Tukeyův test)



kompostem a kompostem obohaceným lignohumátem byl zjištěn pouze na stanovišti v Lednici. Na stanovišti ve Velkých Bílovicích nebyl rozdíl v tomto roce mezi oběma hnojenými variantami prokázán. Při porovnání hnojených variant s nehnojenými kontrolními variantami byl na stanovišti v Lednici výnosový rozdíl vyšší o 12–15 %, na stanovišti ve Velkých Bílovicích o 26–34 %, ve prospěch hnojených variant, jak je patrné z Tab. LXX.

V Tab. LXXI jsou uvedeny výsledky laboratorních rozborů moštu z hroznů zaměřené na základní analytické parametry tj. cukernatost, obsah titrovatelných kyselin a asimilovatelný dusík YAN (Yeast Assimilable Nitrogen).

Z hodnot stanovených v roce 2020 vyplývá, že na stanovišti Velké Bílovice byla cukernatost moštu vyšší u hnojených variant v konfrontaci s nehnojenou kontrolní variantou. Na stanovišti Lednice u odrůdy Sauvignon, dosáhla nejvyšší cukernatost varianta hnojená kompostem, za ní varianta kontrolní (nehnojená), přičemž nejnižší cukernatost byla stanovena u varianty hnojené kompostem obohaceným lignohumátem. Ročník 2020 byl v průběhu celé vegetace spojen se zvýšeným množstvím dešťových srážek. Tento stav se promítl do zvýšeného obsahu titrovatelných kyselin, které mají vliv na hodnotu pH, což je jeden z nejdůležitějších parametrů z pohledu stability vína. Ze získaných výsledků vyplývá nadlimitní množství kyselin u všech hodnocených variant.

LXXI: Výsledky laboratorních rozborů moštu ze sklizených hroznů 2020

Stanoviště	Varianta	Cukernatost (°NM)	pH	Titrovatelné kyseliny (g.l <sup>-1</sup> )	Asimilovatelný dusík (mg.l <sup>-1</sup> )
Lednice	Kontrola	23,8	3,1	11,2	261,2
	Kompost	23,9	3,1	10,5	292,6
	Kompost + lignohumát	23,3	3,2	10,5	289,4
Velké Bílovice	Kontrola	18,6	3,3	11,3	214,3
	Kompost	19,2	3,2	11,1	413,1
	Kompost + lignohumát	19,4	3,3	11,4	426,3

## 5.2.5 Souhrnné zhodnocení vlivu zapravení na výnosy hroznů

Výsledky experimentálních měření realizovaných za celé období 2017–2020 naznačují převážně pozitivní vliv aplikace kompostu do oblasti příkmmenného pásu, které se projevují na růstu letorostů, výnosu hroznů i jejich kvalitativních parametrech.

Výnosy hroznů na lokalitě Velké Bílovice za období 2017–2020 podle variant jsou uvedeny v Tab. LXXII.

Výnosy hroznů odrůdy Rulandské šedé za sledované roky naznačují, že ve všech letech byl nejvyšší výnos u var.3 (kompost + lignohumát). Je zde tedy patrný pozitivní vliv pomocného půdního přípravku. Nejnižší výnosy byly zjištěny ve všech letech u kontrolní varianty (var.1). Nejvyšších výnosů u všech variant bylo dosaženo v roce 2018, kdy byl příznivý rok pro zrání a vývoj hroznů.

LXXII: Průměrný výnos hroznů v kg na 1 keř, odrůda Rulandské šedé (Velké Bílovice)

Varianta	2017	2018	2019	2020
1	1,99	4,19	1,54	1,58
2	–	4,21	2,17	2,00
3	–	5,19	3,00	2,11

Pozn.: var.1 – kontrola, var.2 – kompost, var.3 – kompost + lignohumát

Výnosy hroznů na lokalitě Lednice v jednotlivých letech podle variant, jsou uvedeny v Tab. LXXIII.

Průměrné hodnoty výnosů hroznů za sledované roky u odrůdy Sauvignon v Lednici naznačují nárůst výnosu u obou hnojených variant.

LXXIII: Průměrný výnos hroznů v kg na 1 keř, odrůda Sauvignon (Lednice)

Varianta	2017	2018	2019	2020
1	2,1	2,66	2,48	2,39
2	–	2,21	3,08	2,75
3	–	2,07	3,33	2,68



## 6 EKONOMICKÉ HODNOCENÍ HLOUBKOVÉ APLIKACE

Součástí komplexního pohledu na problematiku hloubkové aplikace kompostu je i ekonomické hodnocení všech pracovních operací spojených s jejím prováděním. Charakteristickým rysem procesu je velký objem přepravy, nízké využití aplikační techniky a nutná potřeba nakládací techniky. Provozní náklady jednotlivých strojů jsou stanoveny v  $\text{Kč.h}^{-1}$  a pro výkonnost dosaženou v daných podmínkách jsou přepočteny na  $\text{Kč.ha}^{-1}$ .

### 6.1 Stanovení celkových nákladů na aplikaci kompostu

Celkové náklady na hloubkovou aplikaci tvoří tyto nákladové položky:

- **náklady na vlastní kompost**, které jsou dány velikostí pohnojené plochy, dávkou kompostu a aktuální (smluvní) cenou kompostu;
- **náklady na dopravu kompostu** z místa jeho skládky k okraji hnojeného pozemku.

Pro hodnocení běžně uplatňované přímé aplikace, kdy se kompost dopravuje z kompostárny popř. polní skládky k okraji pozemku traktorovými soupravami nebo nákladními automobily, je nutné stanovit náklady na jeho dopravu. Pro tyto účely byly zpracovány normativní hodnoty dopravních nákladů vyjádřených v  $\text{Kč.t}^{-1}$  podle nosnosti dopravního prostředku a dopravní vzdálenosti:

- **náklady na hloubkovou aplikaci** pomocí soupravy sestavené z traktoru a zapravovače. Provozní náklady soupravy sestávají z nákladů na provoz traktoru a z nákladů na provoz zapravovače a jejich hodnota je vyjádřena v  $\text{Kč.h}^{-1}$ . Výkonnost soupravy i spotřeba nafty při aplikaci dané dávky, velmi úzce souvisí se sponem porostu (v užším sponu je nutné zapravit kompost na větší délce meziřadí). Současně je výkonnost soupravy ovlivněna i konfigurací terénu, tvarem pozemku i stavem opěrné konstrukce. Z podkladů, získaných ze sledování soupravy, byly kalkulovány náklady na soupravu v hodnotě  $1120\text{--}1180 \text{ Kč.h}^{-1}$ . Podle pracnosti pro jednotlivé dávky a šířky meziřadí tak byly následně určeny náklady na aplikaci.
- **náklady na nakládání kompostu** pomocí nakládací techniky.

Doba nakládky je součástí celkové potřeby času na hnojení pozemku. Nakladač proto musí být k dispozici po celou dobu aplikace na dané ploše výsadby. Náklady na jeho provoz musí vycházet z celkové spotřeby času pro hnojení potřebnou dávkou v dané šířce meziřadí. Náklady na provoz nakladače je pak možné stanovit orientačně podle provozních nákladů ( $\text{Kč.h}^{-1}$ ) a uvedené spotřeby času. Nakládka vždy vykazuje velmi individuální charakter, může být realizována mininakladačem, traktorem s nakládací lopatou, lopatovým nakladačem popř. jinou technikou, proto i provozní náklady se mohou značně lišit.

Pro objektivní posouzení nejsou náklady na nakládání kompostu zahrnuty, protože se u každého subjektu výrazně liší podle používané techniky. Náklady na nakládání mohou dosáhnout 30–35 % nákladů na vlastní aplikaci a celkové náklady se proto o tento podíl zvyšují.

Náklady na dopravu kompostu v  $\text{Kč.ha}^{-1}$  se stanoví podle aplikační dávky, dopravní vzdálenosti a nosnosti použitého prostředku na základě hodnot uvedených v Tab. LXXIV.

Kalkulace nákladů na aplikaci jsou provedeny pro zapravovač s nosností 2,0 t, který aplikuje kompost oboustranně při jednom průjezdu. Hodnoty nákladů jsou stanoveny

LXXIV: Náklady na dopravu 1 t kompostu podle dopravní vzdálenosti a nosnosti vozidla

Nosnost dopravního prostředku (t)	Dopravní vzdálenost k pozemku (km)													
	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5
	(N <sub>1</sub> ) Náklady na dopravu (Kč.t <sup>-1</sup> )													
5	48,0	52,0	56,0	60,0	64,0	68,0	72,0	76,0	80,0	84,0	88,0	92,0	96,0	100,0
8	33,0	36,0	39,0	42,0	45,0	48,0	51,0	54,0	57,0	60,0	63,0	66,0	69,0	72,0
10	28,2	30,9	33,6	36,3	39,0	41,7	44,4	47,1	49,8	52,5	55,2	57,9	60,6	63,3
12	25,0	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0	42,5	45,0	47,5	50,0	52,5	55,0	57,5
15	22,0	24,3	26,6	28,9	31,2	33,5	38,1	40,4	42,7	45,0	47,3	49,6	51,9	54,2

pro pozemky se standardními podmínkami stanoviště. Ty představují pozemky s pravidelným tvarem, u kterých převažují řádky orientované podél delší strany, reliéf pozemku je rovinatý s případnou mírnou svažitostí. Přístup k pozemku je z obou stran výsadby, se ztíženým otáčením a najížděním do meziřadí. Přístupové cesty k pozemku mají pouze částečně zpevněný povrch s omezenou možností pohybu prostředků.

Pro aplikaci v příznivějších podmínkách je reálné uvažovat se snížením uvedených tabulkových nákladů o 10–15 %. V těchto podmínkách se jedná o pozemky pravidelných tvarů, s převahou řádků orientovaných po delší straně, většina plochy pozemku leží v rovině, nebo v mírném svahu. Přístup k pozemku je z obou stran výsadby, prostorově je umožněno snadné otáčení a najíždění do meziřadí. Přístupové cesty k pozemku mají zpevněný povrch umožňující snadný pohyb prostředků.

Naopak při aplikaci ve ztížených podmínkách je nutno počítat se zvýšením nákladů o 15–20 % ve srovnání s jejich tabulkovými hodnotami. Ztížené podmínky zahrnují pozemky nepravidelných tvarů, kde převažují řádky orientované podél kratších stran, většina pozemku leží na svahu. Přístup k pozemku je pouze z jedné strany, otáčení a najíždění techniky je umožněno v omezených podmínkách. Přístupové cesty k pozemku jsou tvořeny nezpevněným povrchem s výrazně omezenou možností pohybu prostředků.

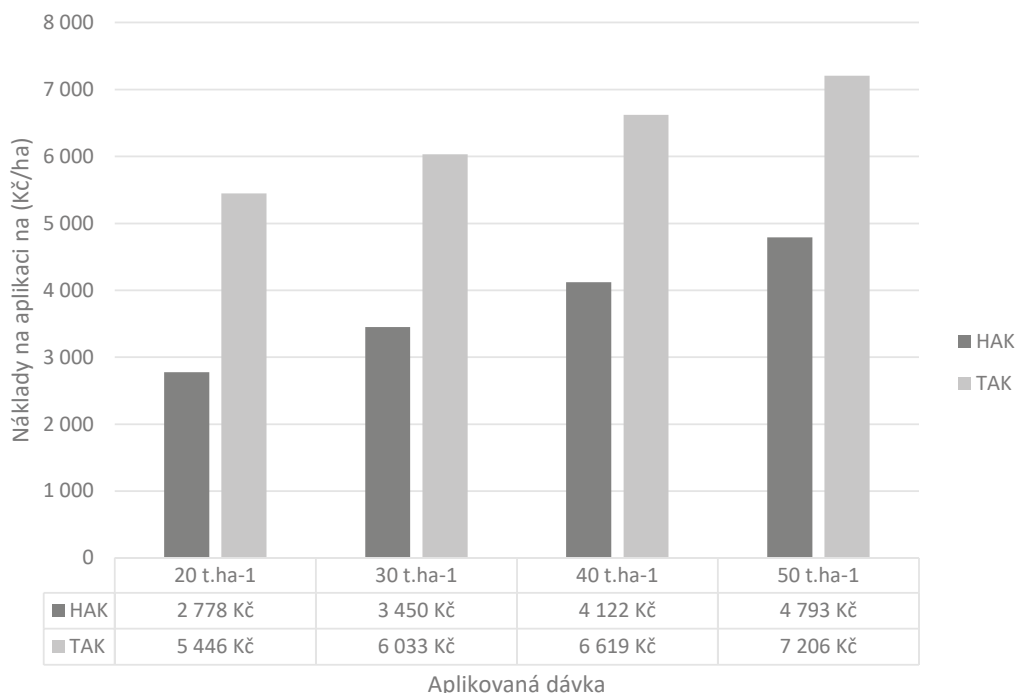
Náklady na aplikaci jsou zpracovány pro jednotlivé dávky (t.ha<sup>-1</sup>) aplikované do příslušné šířky meziřadí (m). Jejich hodnoty i hodnoty exploatačních parametrů souhrnně udává Tab. LXXV.

## 6.2 Porovnání nákladovosti se standardním způsobem

Nákladovost při jednorázové hloubkové aplikaci kompostu zapravovačem (HAK) byla porovnána s náklady na aplikaci stejné dávky kompostu do předem vyorané brázdy tradičním způsobem (TAK). Tento způsob vyžaduje vyoraní brázdy v oblasti příkmeného pásu jednoradličným pluhem, aplikaci kompostu do brázdy pomocí stranového rozmetadla a následné zapravení. Aplikovaný kompost je pomocí této technologie zapraven do srovnatelné hloubky jako při využití zapravovače. V Grafu (Obr. 23) je uvedeno srovnání nákladovosti obou způsobů v Kč.ha<sup>-1</sup> pro šířku meziřadí vinice 2,6 m a pro dávky 20–50 t.ha<sup>-1</sup>. Z grafu na dále vyplývá, že v závislosti na dávce se rozdíl v nákladech pohybuje v od 2 413 do 2 668 Kč.ha<sup>-1</sup>. To představuje snížení nákladů při aplikaci pomocí prototypu zapravovače o 34–49 %.

LXXV: Náklady na hloubkovou aplikaci kompostu podle dávky a šířky meziřadí

Dávka (t.ha <sup>-1</sup> )	Nosnost stroje (t)	Počet cyklů (-)	Dávka (kg.m <sup>-1</sup> )	Šířka meziřadí (m)	Délka meziřadí (m.ha <sup>-1</sup> )	Rychlost převrtní (km.h <sup>-1</sup> )	Rychlost aplikace (km.h <sup>-1</sup> )	Potřeba času (h.ha <sup>-1</sup> )	Náklady na aplikaci (Kč.ha <sup>-1</sup> )
20	2	10	4,4	2,2	4545	8	1,5	4,41	4931
			4,8	2,4	4167	10	2	3,38	3787
			5,2	2,6	3846	12	2,5	2,79	3121
			5,6	2,8	3571	14	3	2,40	2692
			6	3	3333	16	3,5	2,14	2395
30	2	15	6,6	2,2	4545	8	1,5	5,09	5701
			7,2	2,4	4167	10	2	4,03	4515
			7,8	2,6	3846	12	2,5	3,41	3821
			8,4	2,8	3571	14	3	3,01	3371
			9	3	3333	16	3,5	2,73	3060
40	2	20	8,8	2,2	4545	8	1,5	5,78	6470
			9,6	2,4	4167	10	2	4,68	5242
			10,4	2,6	3846	12	2,5	4,04	4521
			11,2	2,8	3571	14	3	3,62	4051
			12	3	3333	16	3,5	3,33	3725
50	2	25	11	2,2	4545	8	1,5	6,47	7240
			12	2,4	4167	10	2	5,33	5970
			13	2,6	3846	12	2,5	4,66	5220
			14	2,8	3571	14	3	4,23	4731
			15	3	3333	16	3,5	3,92	4389



23: Srovnání nákladovosti při aplikaci kompostu ve vinicích se šířkou meziřadí 2,6 m (HAK – Hloubková aplikace kompostu – zapravovač, TAK – Tradiční aplikace kompostu do brázdy se zaoráním)

### 6.3 Ekonomické aspekty

Z dosavadního hodnocení vyplývá, že průměrná úspora nákladů na aplikaci při hnojení vinic je v závislosti na šířce meziřadí cca 2 200–2 600 Kč.ha<sup>-1</sup>. Významným efektem hloubkové aplikace je ale také zlepšení půdních podmínek na produkčních plochách, které umožňuje dosažení vyšších výnosů i vyšší kvality produkce. Při opakovaném hnojení kompostem dochází ke snížení odporu půdy při provádění všech kultivačních zásahů v oblasti příkrmenných pásů. Dalšími vedlejšími efekty po zapravení kompostů je bezesporu zvýšení retenční schopnosti půd a částečné omezení eroze ve svahovitých polohách.

Dostupná a efektivní aplikace kompostů s uvedenými přínosy je současně motivací pro výrobu kompostů a organických granulátů všemi zainteresovanými subjekty.

Uplatnění a využitelnost uvedené techniky vychází z úvah o potřebě hnojení vinic kompostem jednou za 3 roky v dávce minimálně 30 t.ha<sup>-1</sup>. U velkých a středních vinnohradnických subjektů ČR v případě každoročního hnojení jedné třetiny jejich ploch je to cca 4 000 ha.

Při reálné výkonnosti 1,2–1,5 ha za směnu to pro 4 000 ha ročně představuje asi 2 600–3 300 hod provozu za rok. Při provozování 20 strojů by využití 1 stroje činilo v průměru 130–160 hodin za rok. S ohledem na možnosti podzimní i jarní aplikace je to reálná hodnota jak pro soupravy provozované pěstitelem, tak také pro stroje u subjektů provádějící práce formou služby.

## 7 DOPORUČENÍ PRO PRAXI

Po tříleté aplikaci kompostů je možné konstatovat, že navržený funkční model zapravovače kompostu do příkmených pásů vinic splnil v provozních podmínkách požadovanou funkci a může být zařazen do technologických postupů uplatňovaných při pěstování révy vinné. Významným přínosem je zvýšení zisku na základě vyšších výnosů hroznů při využívání zapravovače kompostu k aplikaci do příkmených pásů. Doba návratnosti zapravovače kompostu se odhaduje na čtyři roky. Dalším důležitým výsledkem je zlepšení půdních vlastností u variant se zapraveným kompostem. Z výsledků plyne, že obsah půdní organické hmoty je klíčovým parametrem kvality půdy a zemědělské produkce. Uvedené výsledky fyzikálních, chemických vlastností půdy za období 2018–2020 potvrzují, že varianty s aplikací organické hmoty do příkmeného pásu ve formě různých typů kompostů pozitivně ovlivňují hodnoty objemové hmotnosti, pórovitosti, provzdušnění, půdní vláh, penetrometrického odporu půdy, půdní struktury, vodostálosti půdních agregátů, obsahu organického dusíku, půdní biomasy a dalších vlastností ve srovnání s kontrolou (bez hnojení). V průměru u všech hodnocení se ukázala jako nejlepší ze všech varianta kompost s lignohumátem. Výsledky sledování byly zákonitě ovlivněny nejen různým složením surovinové skladby kompostů, ale částečně i klimatickými podmínkami daného ročníku (teplota, srážky). Ukázaly však, že je nutné pravidelné dodávání organické hmoty do půdy pro podporu mikrobiální činnosti v půdě. Komposty představují vhodnou formu, protože obsahují biologicky rozložitelnou organickou hmotu, která podporuje mikrobiální aktivitu půdy a zamezuje tak půdní degradaci.

Uplatnění výsledků realizovaných experimentů je možné vidět v produkční oblasti vinohradnictví, stejně jako v oblasti zlepšování půdních vlastností u jiných trvalých porostů. Hlubková aplikace kompostu do příkmených pásů představuje významné zlepšení půdních vlastností, protože aplikovaný kompost se dostává do větší hloubky, ve které jsou rozloženy kořeny se schopností aktivního příjmu vody a živin. Stávající postupy pro aplikaci kompostů do příkmených pásů jsou časově, organizačně i ekonomicky velmi náročné a navíc vyšším počtem průjezdů značně přispívají k vyšší devastaci půdní struktury. Zařízení pro hlubkovou aplikaci představuje v této oblasti nové řešení, vykazuje snížené náklady na aplikaci ve srovnání se standardními způsoby a současně ukazuje nové možnosti uplatnění kompostů a organických granulátů vyráběných z BRO. Při předpokladu aplikace na jedné třetině produkčních ploch vinic u středních a velkých subjektů, se jedná o účelné využití až 120 000 tun kompostů ročně.

## SOUHRN

Monografie uvádí souhrnné výsledky zaměřené na problematiku hloubkové aplikace organické hmoty do příkmenných pásů vinic. Popisuje způsob zajištění efektivní aplikace zejména kompostů do oblasti příkmenného pásu pomocí prototypu zařízení pro hloubkovou aplikaci organické hmoty, který je agregovatelný s kolovým traktorem. Popisuje nově vyvinuté zařízení, způsob jeho ověřování i využití a uvádí technicko-ekonomické ukazatele této pracovní soupravy. Součástí práce jsou i rozsáhlé výsledky poloprovodních experimentů zaměřených na ověření vlivu hloubkové pásové aplikace kompostu na fyzikální a chemické vlastnosti půdy a na růst i vývoj keřů révy vinné.

Výsledky práce jsou určeny pracovníkům zemědělské praxe, vinohradnickým pěstitelským podnikům a všem dalším subjektům využívajících aplikaci kompostů v řádkových kulturách. Lze ji využít i v oblasti poradenství nebo v pedagogické oblasti.

## SUMMARY

The monograph presents summary results focused on the issue of deep application of organic matter into the inter-row strips in vineyards. It describes a method of ensuring the effective application of compost in particular to the inter-row strips by means of a prototype of a device for deep application of organic matter, which can be aggregated with a wheeled tractor. It describes the newly developed equipment, the method of its verification and use and presents the technical-economic indicators of this work set. The work also includes extensive results of field experiments aimed at verifying the effect of deep application of compost on the physical and chemical properties of the soil and on the growth and development of vine shrubs.

The results of the work are intended for workers of agricultural practice, viticultural cultivation enterprises and all other entities using the application of compost in row crops. It can also be used in the field of counseling or in the field of education.

## LITERATURA

- ALAKUKKU, L. 2000. Response of annual crops to subsoil compaction in a field experiment on clay soil lasting 17 years. *Advances in Geoecology*, 32: 205–208.
- BADALÍKOVÁ, B., HRUBÝ, J. 2006. Influence of Minimum Soil Tillage on Development of Soil Structure. In: *Soil Management for Sustainability, Advances in Geoecology*. Reiskirchen: Catena Verlag, pp. 430–435. ISBN 3–923381–52–2.
- BADALÍKOVÁ, B., HRUBÝ, J. 2009. Hodnocení technologie vertikálního zpracování půdy. In: *International scientific conference New trends in Design and Utilisation of Machines in Agriculture, Landscape Maintenance and Environment Protection*. [CD]. Praha, pp. 32–36. ISBN 978–80–213–1897–7.
- BADALÍKOVÁ, B., KŇÁKAL, Z. 2000. Effect of Different Tillage Systems for Winter Wheat on Physical Properties of Soil. In: *ISTRO–Conference 2000, Tillage at the Threshold of the 21<sup>st</sup> Century*. [CD]. Looking Ahead, Texas, USA.
- BADALÍKOVÁ, B., MAREŠOVÁ, K. 2009. Zlepšení infiltrace půdy po aplikaci kompostů z biologicky rozložitelných odpadů. In: *Mezinárodní vědecká konference, Využitie výsledkov výskumu k zlepšeniu vzťahu poľnohospodárskej činnosti a životného prostredia*. [CD] Mužla, Slovensko, 2009, pp. 1–9. ISBN 978–80–552–0191–7.
- BADALÍKOVÁ, B., NOVOTNÁ, J., BURG, P., ZEMÁNEK, P. 2018. Dosavadní výsledky půdních analýz po hloubkové aplikaci organické hmoty ve vinicích. [Actual results of soil analysis after depth application of organic material in vineyards]. *Agritech Science*, 12(3): 2.
- BADALÍKOVÁ, B., NOVOTNÁ, J., BURG, P. 2018. Využití kompostů z matolin pro zlepšení půdních vlastností. *Zahradnictví*, 2: 16–17.
- BADALÍKOVÁ, B., VAŠINKA, M., JELÍNEK, A., ROY, A., BURG, P., ZEMÁNEK, P. 2019. Vliv řádkové aplikace organické hmoty v meziřadí vinic a sadů na půdní vlastnosti. *Úroda – vědecká příloha*, 12: 265–270.
- BALDI, E., TOSELLI, M., MARCOLINI, G., QUARTIERI, M., CIRILLO, E., INNOCENTI, A., MARANGONI, B. 2010. Compost can successfully replace mineral fertilizers in the nutrient management of commercial peach orchard. *Soil Use and Management. Special Issue: Soil Quality*, 26(3): 346–353.
- BARCELLOS, M., MOTTA, A. C. V., PAULETTI, V., SILVA, J. C. P. M., ZIMMER, J. 2015. Atributos químicos de Latossolo sob plantio direto adubado com esterco de bovinos e fertilizantes minerais. *Comunicata Scientiae, Piauí*, 6(3): 263–273.
- BISPO, A., ANDERSEN, L., ANGERS, D. A., BERNOUX, M., BROSSARD, M., CÉCILLON, L., COMANS, R. N. J., HARMSSEN, J., JONASSEN, K., LAMÉ, F., LHUILLERY, C., MALÝ, S., MARTIN, E., MCELNEA, A. E., SAKAI, H., WATABE, Y., EGLIN, T. K. 2017. Accounting for Carbon Stocks in Soils and Measuring GHGs Emission Fluxes from Soils: Do We Have the Necessary Standards? *Front. Environ. Sci.*, 5: 41.
- BORSELLI, L., PELLEGRINI, S., TORRI, D., BAZZOFFI, P. 2002. Tillage erosion and land levelling: evidences in Tuscany (Italy). In: *Man and Soil at the Third Millennium*. Vol. II. Logroño, Spain: Geoforma Ediciones S.L., pp. 1341–1350.
- BUDŇÁKOVÁ, M. 2015. *Situační a výhledová zpráva, Réva vinná a víno* [Situation and Outlook Report, Grapevine and wine]. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky.
- BURG, P., ZEMÁNEK, P., BADALÍKOVÁ, B., MAŠÁN, V., NOVOTNÁ, J. 2016. *Zhutnění půd ve vinicích a možnosti jeho nápravy*. 1. vyd. Folia Universitatis Agriculturae at Silviculturae Mendelianae Brunensis. Vol. 9, Issue 2. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978–80–7509–436–0.



- BURG, P., ČERVINKA, L. 2017. Mechanizace pro zpracování půdy v oblasti příkmeného pásu vinic. *Vinař-Sadař*, 6: 4–5.
- BURG, P. 2018. Možnosti údržby příkmených pásů vinic. *Zahradnictví*, 4: 18–20.
- BURG, P., MAŠÁN, V., ČÍŽKOVÁ, A., BADALÍKOVÁ, B. 2019. Impact of compost application in vineyards on changes of physical properties of soil. In: *18<sup>th</sup> International Scientific Conference, Engineering for Rural Development*. 22.–24. 05. 2019, Jelgava, Latvia, pp. 576–582.
- BURG, P., ZEMÁNEK, P. 2019. Rozmetadla pro plošnou aplikaci organické hmoty do vinic. *Zahradnictví*, 2: 28–29.
- BURG, P., ČÍŽKOVÁ, A., BADALÍKOVÁ, B. 2019. Hodnocení fyzikálních vlastností půd u vinic po aplikaci kompostu. *Vinař-Sadař*, 5: 2–4.
- BURG, P., ČÍŽKOVÁ, A., ČERVINKA, L., BADALÍKOVÁ, B. 2019. Možnosti omezení erozního smyvu půdy u vinic. *Vinařský obzor*, 11: 546–549.
- CASSMAN, K. G. 1999. Ecological intensification of cereal production systems: Yield potential, soil quality, and precision agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96(11): 5952–5959.
- CLÉMENCE, S., COLL, P., LARDO, E., VILLENAVE, C., BLANCHART, E., HINSINGER, P., MARSDEN, C., LE CADRE, E. 2014. Relevance of use-invariant soil properties to assess soil quality of vulnerable ecosystems: The case of Mediterranean vineyards. *Ecological Indicators*, 43: 83–93.
- COLL, P., LE CADRE, E., BLANCHART, E., HINSINGER, P., VILLENAVE, C. 2011. Organic viticulture and soil quality: a long-term study in Southern France. *Applied Soil Ecology*, 50: 37–44.
- COSTANTINI, E. A. C., DAZZI, C. 2013. *The Soils of Italy*. Springer Netherlands.
- ČÍŽKOVÁ, A., ZATLOUKAL, P., BURG, P., MAŠÁN, V., RUTKOWSKI, K. 2018. Vliv hloubkové aplikace kompostu u vinic na růst révy vinné. *Úroda*, 12: 75–82.
- ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. 1988. *Zemědělské a lesnické stroje a traktory. Metody měření času a stanovení provozních ukazatelů. Struktura času nasazení mechanizačního prostředku*. ČSN 470120. Praha: Český normalizační institut.
- ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. 1991. *Průmyslové komposty*. ČSN 46 5735. Praha: Vydavatelství norem.
- DIACONO, M., MONTEMURRO, F. 2006. Compost da residui organici per l'agricoltura biologica. *Agrifoglio*, 16: 18–19.
- DORAN, J. W., PARKIN, J. W. 1994. *Defining and Assessing Soil Quality*. SSSA Spec. Publ. No. 35. Madison, WI: Soil Sci. Soc. Am., Inc. and Am. Soc. Agron., Inc.
- GAJOTTI, F., MARCUZZO, P., BELFIORE, N., LOVAT, L., FORNASIER, F., TOMASI, D. 2017. Influence of Compost Addition on Soil Properties, Root Growth and Vine Performances of *Vitis vinifera* cv Cabernet sauvignon. *Scientia Horticulturae*, 225: 88–95.
- GOULDING, K. W. L., JARVIS, S., WHITMORE, A. 2008. Optimizing nutrient management for farm systems. *Philosophical Transactions of The Royal Society B: Biological Sciences*, 363(1491): 667–680.
- HAZELWOOD, L. A., TAI, S. L., BOER, V. M., DE WINDE, J. H., PRONK, J. T., DARAN, J. M. 2006. A new physiological role for Pdr12p in *Saccharomyces cerevisiae*: export of aromatic and branched-chain organic acids produced in amino acid catabolism. *FEMS Yeast Res.*, 6: 937–945.
- HERRICK, J. E. 2000. Soil quality: an indicator of sustainable land management? *Applied Soil Ecology*, 15: 75–83.
- HLUŠEK, J. 2004. *Multimediální učební texty z výživy rostlin*. Brno: MZLU v Brně.
- HLUŠEK, J. a kol. 2015. *Réva vinná*. Odborná kniha - monografie. 1.vyd. Praha: Profi Press. ISBN 978-80-86726-67-0.



- JINDO, K., CHOCANO, C., MELGARES DE AGUILAR, J., GONZÁLEZ, D., HERNANDEZ, T., GARCÍA, C. 2016. Impact of compost Application during 5 Years on Crop Preoduction. Soil Microbial Activity, Carbon Fraction and Humification Process. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47(16): 1907–1919.
- KARLEN, D. L., MAUSBACH, M. J., DORAN, J. W., CLINE, R. G., HARRIS, R. F., SCHUMAN, G. E. 1997. Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Science Society of America Journal*, 61: 4–10.
- KARLEN, D. L., DITZLER, C. A., ANDREWS, S. S. 2003. Soil quality: why and how? *Geoderma*, 114: 145–156.
- KORBOULEWSKY, N., ROBLES, C., GARZINO, S. 2004. Effects of Sewage Sludge Compost on Volatile Organic Compounds of Wine from Vitis vinifera cv. Red Grenache. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55(4): 412–416.
- LALIBERTÉ, E. 2017. Below-ground frontiers in trait-based plant ecology. *New Phytologist*, 213(4): 1597–1603.
- LEE, J. A., KIM, W. S., CHOI, H. S. 2009. Effects of compost application on soil properties and leaf and bud characteristics of pear trees in orchard farms. *Korean Journal of Organic Agriculture*, 17(4): 567–575.
- LORENZ, D. 1994. Phänologische Entwicklungsstadien der Weinrebe (Vitis vinifera L. ssp. vinifera). Codierung und Beschreibung nach der erweiterten BBCH-Skala. *Vitic. Enol. Sci.*, 49: 66–70.
- MANIOS, T. 2004. The Composting Potential of Different Organic Solid Wastes: Experience from the Island of Crete. *Environmental International*, 29(8): 1079–1089.
- MUGNAI, S., MASI, E., AZZARELLO, E., MANCUSO, S. 2012. Influence of Long-Term Application of Green Waste Compost on Soil Characteristics and Growth, Yield and Quality of Grape (Vitis vinifera L.). *Compost Science & Utilization*, 20(1): 29–33.
- NARDI, S., PIZZEGHELLO, D., MUSCOLO, A., VIANELLO, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(11): 1527–1536.
- PESSINA, D., FACCHINETTI, D., GALLI, L. E. 2020. LIFE-Vitisom: An EU Project for the Set-up of VRT Organic Fertilization in Vineyard. In: COPPOLA, A., DI RENZO, G., ALTIERI, G., D'ANTONIO P. (Eds.). *Innovative Biosystems Engineering for Sustainable Agriculture, Forestry and Food Production*. MID-TERM AIIA 2019. Lecture Notes in Civil Engineering, Vol. 67. Cham: Springer.
- PINAMONTI, F., SICHER, L. 2001. Compost Utilization in Fruit Production Systems. In: STOFFELLA, P. J., KAHN, B. A. *Compost Utilization in Horticultural Cropping Systems*. New York: Lewis Publishers, pp. 177–200.
- PINAMONTI, F. 1998. Compost mulch effects on soil fertility, nutritional status and performance of grapevine. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51(3): 239–248.
- PROBST, B., SCHULER, C., JOERGENSEN, R. G. 2008. Vineyard soils under organic and conventional management—microbial biomass and activity indices and their relation to soil chemical properties. *Biology and Fertility of Soils*, 44: 443–450.
- RIPOCHE, A., CELETTE, F., CINNA J. P., GARY, C. 2010 Design of intercrop management plans to fulfil production and environmental objectives in vineyards. *Eur. J. Agron.*, 32(1): 30–39.
- SCIUBBA, L., CAVANI, L., GRIGATTI, M., CIAVATTA, C., MARZADORI, C. 2015. Relationships between stability, maturity, water-extractable organic matter of municipal sewage sludge composts and soil functionality. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 22(17): 13393–13403.
- STEENWERTH, K., BELINA, K. M. 2008. Cover crops enhance soil organic matter, carbon dynamics and microbiological function in a vineyard agroecosystem. *Applied Soil Ecology*, 40: 359–369.

- TIPPL, M., JANEČEK, M., BOHUSLÁVEK, J. 2009. Organické hnojení půdy a jeho vliv na povrchový odtok a erozi. [Organic soil fertilization and its effect on surface runoff and soil erosion]. *Agritech Science*, 3(2): 8.
- VAN LEEUWEN, C., FRIANT, P., CHONE, X., TREGOAT, O., KOUNDOURAS, S., DUBOURDIEU, D. 2004. Influence of climate, soil, and cultivar on terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55: 207–217.
- VIRTO, I., BARRE, P., BURLOT, A. *et al.* 2012. Carbon input differences as the main factor explaining the variability in soil organic C storage in no-tilled compared to inversion tilled agrosystems. *Biogeochemistry*, 108: 17–26.
- WHITE, R. L., BALACHANDRA, L., EDIS, R., CHEN, D. 2007. The soil component of terroir. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 41(1): 9–18.

## SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

1: Plošná aplikace kompostu v meziřadí .....	15
2: Řádková aplikace kompostu ve vinici .....	16
3: Aplikace pomocí hloubkových kypřičů .....	16
4: Rozmetací adaptér na pásovém podvozku .....	18
5: Nesené rozmetadlo kompostu s výklopným čelem .....	18
6: Traktorové návěsné rozmetadlo do vinic .....	19
7: Traktorové rozmetadlo s dvěma rozmetacími talíři .....	20
8: Rozmetací adaptéry pro hnojení organickými hnojivy na portálových nosičích .....	20
9: Sestava zařízení pro hloubkové zapravení organické hmoty do příkmenných pásů vinic .....	23
10: Časový harmonogram etap vývoje prototypu zapravovače .....	24
11: Zařízení pro hloubkové zapravení organické hmoty do půdy ve vinicích .....	25
12: Sestava zařízení pro hloubkové zapravení organické hmoty do půdy – nový stav .....	26
13: Zařízení pro hloubkové zapravení organické hmoty do půdy – nový stav .....	26
14: Detail prutového válce pro urovnání půdního povrchu za zapravovací radlicí .....	28
15: Penetrometr Eijkelkamp .....	50
16: Měření délky letorostů .....	62
17: Průměrné přírůstky letorostů Lednice 2018 .....	64
18: Průměrné přírůstky letorostů Velké Bílovice 2018 .....	64
19: Průměrné přírůstky letorostů, Lednice 2019 .....	67
20: Průměrné přírůstky letorostů, Velké Bílovice 2019 .....	67
21: Průměrné přírůstky letorostů, Lednice 2020 .....	70
22: Průměrné přírůstky letorostů, Velké Bílovice 2020 .....	70
23: Srovnání nákladovosti při aplikaci kompostu ve vinicích se šířkou meziřadí 2,6 m .....	80

## SEZNAM TABULEK

I:	Souhrnné hodnoty ze sledování soupravy v provozních podmínkách.....	28
II:	Vstupní hodnoty fyzikálních vlastností půdy (Lednice, začátek vegetace 2017).....	30
III:	Vstupní hodnoty fyzikálních vlastností půdy (Velké Bílovice, začátek vegetace 2017).....	31
IV:	Zastoupení strukturních elementů (Lednice, začátek vegetace 2017).....	31
V:	Zastoupení strukturních elementů (Lednice, konec vegetace 2017).....	32
VI:	Zastoupení strukturních elementů, Velké Bílovice – začátek vegetace 2017.....	32
VII:	Zastoupení strukturních elementů, Velké Bílovice – vegetace 2017.....	32
VIII:	Vlhkosti půdy – Lednice 2017.....	33
IX:	Vlhkosti půdy – Velké Bílovice 2017.....	33
X:	Vodostálost půdních agregátů – Lednice 2017.....	34
XI:	Vodostálost půdních agregátů – Velké Bílovice 2017.....	34
XII:	Fyzikální vlastnosti půdy – vinice Lednice, 2018.....	35
XIII:	Fyzikální vlastnosti půdy – vinice Velké Bílovice, 2018.....	36
XIV:	Zastoupení strukturních elementů, Lednice – začátek vegetace 2018.....	36
XV:	Zastoupení strukturních elementů, Lednice – konec vegetace 2018.....	37
XVI:	Zastoupení strukturních elementů, Velké Bílovice – začátek vegetace 2018.....	37
XVII:	Zastoupení strukturních elementů, Velké Bílovice – konec vegetace 2018.....	37
XVIII:	Vlhkosti půdy – Velké Bílovice 2018.....	38
XIX:	Vlhkosti půdy – Lednice 2018.....	38
XX:	Vodostálost půdních agregátů – Lednice 2018.....	39
XXI:	Vodostálost půdních agregátů – Velké Bílovice 2018.....	39
XXII:	Fyzikální vlastnosti půdy Velké Bílovice, 2019.....	40
XXIII:	Fyzikální vlastnosti půdy Lednice, 2019.....	41
XXIV:	Zastoupení strukturních elementů, Velké Bílovice – začátek vegetace 2019.....	41
XXV:	Zastoupení strukturních elementů, Velké Bílovice – konec vegetace 2019.....	42
XXVI:	Zastoupení strukturních elementů, Lednice – začátek vegetace 2019.....	42
XXVII:	Zastoupení strukturních elementů, Lednice – konec vegetace 2019.....	42
XXVIII:	Vlhkost půdy – Velké Bílovice 2019.....	43
XXIX:	Vlhkosti půdy – Lednice 2019.....	43
XXX:	Vodostálost půdních agregátů – Velké Bílovice 2019.....	44
XXXI:	Vodostálost půdních agregátů – Lednice 2019.....	44
XXXII:	Fyzikální vlastnosti půdy Velké Bílovice, 2020.....	45
XXXIII:	Fyzikální vlastnosti půdy Lednice, 2020.....	45
XXXIV:	Půdní struktura – Velké Bílovice, 2020.....	46
XXXV:	Půdní struktura – Lednice, 2020.....	46
XXXVI:	Vlhkosti půdy – Velké Bílovice, 2020.....	47
XXXVII:	Vlhkosti půdy – Lednice, 2020.....	47
XXXVIII:	Vodostálost půdních agregátů – Velké Bílovice, 2020.....	48
XXXIX:	Vodostálost půdních agregátů – Lednice, 2020.....	48
XL:	Kritické hodnoty vybraných fyzikálních vlastností zhutnělé půdy (Lhotský, 2000).....	49
XLI:	Třídy penetrometrického odporu (Arshad, Lowery, Grossman, 1996).....	49
XLII:	Výsledné pořadí hodnocených variant dle průměrné hodnoty penetrometrického odporu – Lednice.....	50

XLIII:	Výsledné pořadí hodnocených variant dle průměrné hodnoty penetrometrického odporu – Velké Bílovice .....	51
XLIV:	Chemické vlastnosti půdy – Lednice, konec vegetace 2017 .....	53
XLV:	Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, konec vegetace 2017 .....	53
XLVI:	Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, začátek vegetace 2018 .....	54
XLVII:	Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, konec vegetace 2018 .....	54
XLVIII:	Chemické vlastnosti půdy – Lednice, začátek vegetace 2018 .....	56
XLIX:	Chemické vlastnosti půdy – Lednice, konec vegetace 2018 .....	56
L:	Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, začátek vegetace 2019 .....	57
LI:	Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, konec vegetace 2019 .....	57
LII:	Chemické vlastnosti půdy – Lednice, začátek vegetace 2019 .....	58
LIII:	Chemické vlastnosti půdy – Lednice, konec vegetace 2019 .....	58
LIV:	Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, začátek vegetace 2020 .....	59
LV:	Chemické vlastnosti půdy – Velké Bílovice, konec vegetace 2020 .....	59
LVI:	Chemické vlastnosti půdy – Lednice, začátek vegetace 2020 .....	60
LVII:	Chemické vlastnosti půdy – Lednice, konec vegetace 2020 .....	60
LVIII:	Výsledky hodnocení délky letorostů na stanovišti Lednice 2018 (odrůda Sauvignon) ..	63
LIX:	Výsledky hodnocení délky letorostů na stanovišti Velké Bílovice 2018 (odrůda Rulandské šedé) .....	63
LX:	Výsledky hodnocení délky letorostů na stanovišti Lednice 2019 (odrůda Sauvignon) ..	66
LXI:	Výsledky hodnocení délky letorostů na stanovišti Velké Bílovice 2019 (odrůda Rulandské šedé) .....	66
LXII:	Výsledky hodnocení délky letorostů na stanovišti Lednice 2020 (odrůda Sauvignon) ..	69
LXIII:	Výsledky hodnocení délky letorostů na stanovišti Velké Bílovice 2020 (odrůda Rulandské šedé) .....	69
LXIV:	Výsledky laboratorních rozborů moštu ze sklizených hroznů – Lednice 2017 .....	72
LXV:	Výsledky laboratorních rozborů moštu ze sklizených hroznů – Velké Bílovice 2017 ..	72
LXVI:	Výsledky vyhodnocení výnosu hroznů 2018 .....	72
LXVII:	Výsledky laboratorních rozborů moštu ze sklizených hroznů 2018 .....	73
LXVIII:	Výsledky vyhodnocení výnosu hroznů 2019 .....	73
LXIX:	Výsledky laboratorních rozborů moštu ze sklizených hroznů 2019 .....	74
LXX:	Výsledky vyhodnocení výnosu hroznů 2020 .....	74
LXXI:	Výsledky laboratorních rozborů moštu ze sklizených hroznů 2020 .....	75
LXXII:	Průměrný výnos hroznů v kg na 1 keř, odrůda Rulandské šedé (Velké Bílovice) .....	76
LXXIII:	Průměrný výnos hroznů v kg na 1 keř, odrůda Sauvignon (Lednice) .....	76
LXXIV:	Náklady na dopravu 1 t kompostu podle dopravní vzdálenosti a nosnosti vozidla ..	78
LXXV:	Náklady na hloubkovou aplikaci kompostu podle dávky a šířky meziřadí .....	79

**Název:** Hloubková aplikace organické hmoty u vinic a ověření jejího vlivu na půdní a růstové podmínky

**Autor:** Patrik Burg, Pavel Zemánek, Barbora Badalíková, Vladimír Mašán,  
Patrik Zatloukal, Alice Čížková, Martin Vašinka

**Vydala:** Mendelova Univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

**Tisk:** Vydavatelství Mendelovy univerzity v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno

**Vydání:** první, 2021

**Počet stran:** 90

**Náklad:** 120 ks

ISBN 978-80-7509-793-4 (tisk)

ISBN 978-80-7509-809-2 (on-line)

ISSN 1803–2109

DOI: [doi.org/10.11118/978-80-7509-809-2](https://doi.org/10.11118/978-80-7509-809-2)