

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA OCHRANY PŘÍRODY

**VLIV ZPŮSOBU HOSPODAŘENÍ NA PŮDNÍ
VLASTNOSTI**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. MIROSLAV FÉR, Ph.D.

Diplomant: Bc. SOŇA HRONÍKOVÁ

© 2019 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Soňa Hroníková

Ochrana přírody

Název práce

Vliv způsobu hospodaření na půdní vlastnosti

Název anglicky

Effect of the agricultural management on the soil properties

Cíle práce

Cílem této práce bude na základě vybraných půdních charakteristik porovnat pole s různými způsoby obhospodařování: jedno s konvenčním a druhé s ekologickým způsobem hospodaření.

Hypotéza: Má hospodaření vykazované jako greeningové, pozitivnější dopady na půdu než jiné?

Metodika

Diplomová práce se bude skládat z rešeršní a experimentální části. V rešeršní části budou popsány rozdílné postupy při obdělávání půdy (zejména konvenční a ekologické hospodaření) a jejich kladný či záporný vliv na půdní vlastnosti. V rámci experimentální části budou vytipována dvě pole na stejném půdním typu s různými způsoby obhospodařování (konvenční a ekologické hospodaření). Nejdříve bude proveden pedologický průzkum na vybraných lokalitách. Ve vytyčeném transektu budou v terénu měřeny infiltrace pomocí diskového infiltrometru vodou a etanolem. Na základě těchto dat bude vyjádřena nenasycená hydraulická vodivost a sorptivita. Ve stejných bodech transektu budou odebrány porušené a neporušené půdní vzorky. V laboratoři budou změřeny základní půdní vlastnosti na porušených půdních vzorcích. Na neporušených půdních vzorcích budou změřeny vybrané hydrofyzikální vlastnosti (pórovitost, objemová hmotnost, hydraulická vodivost a retenční čára půdní vlhkosti). Na základě statistického zpracování změřených dat budou porovnány oba dva způsoby hospodaření.

Doporučený rozsah práce

50

Klíčová slova

konvenční zemědělství, ekologické zemědělství, infiltrace, hydraulická vodivost, obsah živin

Doporučené zdroje informací

Kodešová R., Jirků V., Kodeš V., Muhlhanslová M., Nikodem A. Žigová A. 2011. Soil structure and soil hydraulic properties of haplic Luvisol used as arable land and grassland. Soil Till. Res. 111: 154–161.
Krol, A., Lipiec, J., Turski, M., Kus, J. 2013. Effects of organic and conventional management on physical properties of soil aggregates. Int Agrophys 27:15–21

Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Miroslav Fér, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pedologie a ochrany půd

Konzultant

Ing. Antonín Nikodem, Ph.D., DiS.

Elektronicky schváleno dne 24. 10. 2018

prof. Dr. Ing. Luboš Borůvka

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 10. 2018

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 11. 04. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Miroslava Féra, Ph.D., konzultantem Antonínem Nikodemem a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala. Další informace mi poskytli paní Dagmar Havlová, ekologický zemědělec a paní Vladimíra Pešková, konvenční zemědělec.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Universitní informační systém.

V Praze dne 21.3.2019

.....

Bc. Soňa Hroníková

Poděkování

Ráda bych poděkovala především zástupcům ekologického a konvenčního zemědělství, bez kterých by tuto práci nebylo možné vypracovat. Dále Ing. Miroslavu Férovi, Ph.D. za ochotu ujmout se vedení mé práce, za jeho cenné rady a neuvěřitelnou trpělivost. Velké díky patří i Ing. Antonínu Nikodemovi, Ph.D. za konzultace a podporu v laboratoři.

Abstrakt

Tato diplomová práce je zaměřena na porovnání odlišných způsobů hospodaření – ekologického a konvenčního a jejich vlivu na půdní vlastnosti. V rešeršní části se práce zabývá především základním popisem vybraných druhů hospodaření a specifikací vybraných půdních vlastností.

V praktické části bylo charakterizováno vybrané území, odebrány porušené a neporušené vzorky půdy a byly změřeny nenasycené hydraulické vodivosti na jednotlivých zastoupených hospodaření. Za ekologické hospodaření byly vzorky odebrány na poli patřící Farmě Košík a za konvenční hospodaření na poli farmy Dvůr Seletice. Z odebraných vzorků se v laboratorních podmínkách vyhodnotily základní chemické, fyzikální a hydraulické vlastnosti půd. Externí laboratoří byly vyhodnoceny obsahy přístupných živiny v půdě metodou Mehlich III. Výsledné hodnoty všech charakteristik byly statisticky vyhodnoceny pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakce. Podrobným zpracováním statistických výsledků byly zhodnoceny dopady jednotlivých druhů hospodaření a jejich vliv na půdní prostředí.

Výsledky práce ve většině zkoumaných půdních vlastností dokazují, že greeningové (ekologické) zemědělství má pozitivní vliv na kvalitu půdy a nedochází k žádnému negativnímu ovlivnění. Většina zkoumaných chemických, fyzikálních i hydrofyzikálních vlastnostech prokázala, že kvalita půdy v ekologickém zemědělství vykazuje vyšší kvalitu oproti zemědělství konvenčnímu. Tento fakt je potvrzen i statistickým zhodnocením dat například měřenými hodnotami kvality půdní organické hmoty, parametry retenčních čar, nebo výsledky nenasycených hydraulických vodivostí změřených v terénu.

Klíčová slova

Konvenční zemědělství, ekologické zemědělství, infiltrace, nenasycená hydraulická vodivost, obsah živin.

Abstract

This thesis focuses on comparing different methods of farming – ecological and conventional and their influence on soil properties. The research part deals with the principal description of chosen types of farming and specification of the chosen soil properties.

In the practical, the selected area was characterized. In the field (from both type of farming), undisturbed and disturbed soil samples were taken; next the unsaturated hydraulic conductivity was measured by minidisk infiltrometer. Samples representing ecological farming were taken from fields of Farma Košík and samples representing conventional farming were taken from a field of the farm Dvůr Seletice. Basic soil chemical, physical and hydraulic properties were measured under standard laboratory condition. The content of bioavailable nutrients in soil were determined in external laboratory by the method Mehlich III.

Results of all characteristics were statistically evaluated by the method main effect ANOVA. Detailed process of statistic results showed repercussions of individual types of farming and its influence on the soil. Results of research in most of examined soil properties showed that greening (ecologic) agriculture has positive effect on the quality of the soil and there is no adversely affect. Most of the examined chemical, physical and hydraulic properties proved that quality of the soil in ecological agriculture shows higher quality against the conventional agriculture. This fact is confirmed even by statistical evaluation of data for example measured values of soil organic matter quality, parameters of soil retention curve or results of unsaturated hydraulic conductivities measured in field.

Key words

Conventional agriculture, ecological agriculture, infiltration, unsaturated hydraulic conductivity, nutrient content

Obsah

1.	Úvod	1
2.	Cíl práce a metodika	2
2.1	Cíl práce	2
2.2	Metodika	2
3.	Literární rešerše	3
3.1	Druhy zemědělství a jejich charakteristika	3
3.1.1	Konvenční zemědělství	3
3.1.2	Ekologické zemědělství.....	5
3.2	Půdní vlastnosti	8
3.2.1	Chemické vlastnosti půd	8
3.2.2	Fyzikální vlastnosti půd.....	9
3.2.3	Hydro-fyzikální vlastnosti půd.....	12
4.	Materiál a metody.....	13
4.1	Popis hospodaření zkoumaných ploch.....	13
4.2	Popis oblasti a místa odběru vzorů.....	14
4.3	Odběr vzorků.....	16
4.4	Analýza vzorků	19
4.4.1	Příprava vzorků	19
4.4.2	Základní chemické vlastnosti	20
4.4.3	Stanovení obsahu živin.....	22

4.4.4	Základní fyzikální vlastnosti	24
4.4.5	Stanovení hydraulických vlastností.....	25
4.4.6	Terenní měření	27
4.4.7	Statistické zpracování výsledků	30
5.	Výsledky.....	31
5.1	Výnos z hospodaření	31
5.2	Chemické vlastnosti	31
5.3	Stanovení obsahu živin	38
5.4	Fyzikální vlastnosti	45
5.5	Hydro-fyzikální vlastnosti.....	51
5.6	Terenní měření	59
6.	Diskuze	63
7.	Závěr.....	67
8.	Seznam literatury.....	69
9.	Seznam obrázků a tabulek	77
10.	Přílohy	82

1. ÚVOD

Ochrana půdního fondu a půdního prostředí se v posledních dvou desetiletích stává velice diskutovaným tématem nejen mezi zemědělci, ale i širokou veřejností. Dotace, které mají podporovat práci s půdou a investice do půdy při srovnatelných ekonomických podmínkách plní svou funkci v České republice jen ve velmi omezeném rozsahu. To dokazuje i fakt, že po 14 letech čerpání dotací je celková péče o půdu u nás horší, než v okolních státech (Ekolist, 2019). Na základě rozdílného přístupu k čerpání dotací u ekologického a konvenčního zemědělství, vyvstává otázka, zda dodržování definovaných podmínek u greeningového hospodaření nezbytné pro udělení dotace v našich podmínkách skutečně vede k ochraně půdy a životního prostředí.

Ekolist (2019) uvádí, že v současné době tvoří zemědělská půda 53,3 % celkového půdního fondu, přičemž ekologicky obhospodařovaná půda zaujímá 12,37 % z celkové výměry zemědělské půdy ČR. V rámci dotací bylo za loňský rok vyplaceno téměř 1,4 miliardy korun. Díky nastavení pravidel v rámci jednotlivých dotačních programů ekologických zemědělců se do zemědělsky obhospodařované krajiny vrací původní krajinné prvky jako např. meze, aleje, remízky a terasy, které kromě funkce estetické mají také funkci ochrannou. Agroenvironmentální opatření jsou zaměřena na motivaci zemědělců k ochraně, udržování, a především zvyšování kvality půdy, vody a biologické rozmanitosti krajiny. Udržení a systematická podpora zvýšení biologické rozmanitosti by mělo vést ke zlepšení a zvýšení ekologické stability našeho území.

Je třeba si uvědomit, že námi po celá desetiletí nešetrným obhospodařováním již oslabená a poškozená půda nám nemůže poskytnout tolik, kolik od ní očekáváme. Veškeré přístupné informace a zkušenosti by měly být podnětem k tomu, aby se o přístupu a vztahu člověka k půdě začalo smýšlet jinak a aby se tento vztah začal pomalu utvářet ve prospěch naší lepší budoucnosti (Bioinstitut, 2013).

2. CÍL PRÁCE A METODIKA

2.1 CÍL PRÁCE

Cílem práce je na základě vybraných půdních charakteristik porovnat odebrané vzorky půd na polích s různými druhy obhospodařování: jedno s konvenčním a druhé s ekologickým způsobem hospodaření a jejich možné působení na kvalitu půdy.

Hypotéza: má hospodaření vykazované jako greeningové pozitivnější dopady než jiné?

2.2 METODIKA

Diplomová práce se skládá ze dvou částí. V rešeršní části budou popsány rozdílné postupy při obdělávání půdy zaměřené na konvenční a ekologické hospodaření a jejich kladný či záporný vliv na půdní vlastnosti. Dále zde budou popsány základní chemické, fyzikální a hydrofyzikální vlastnosti půd.

V rámci experimentální části budou vytipována dvě pole na stejném půdním typu s různými způsoby obhospodařování (konvenční a ekologické hospodaření). Nejdříve bude proveden pedologický průzkum na vybraných lokalitách. Ve vytyčeném transektu budou v terénu měřeny infiltrace pomocí diskového infiltrometru vodou a etanolem. Na základě těchto dat bude vyjádřena nenasycená hydraulická vodivost a sorptivita. Ve stejných bodech transektu budou odebrány porušené a neporušené půdní vzorky. V laboratoři budou změřeny základní půdní vlastnosti na porušených půdních vzorcích. Na neporušených půdních vzorcích budou změřeny vybrané hydrofyzikální vlastnosti (pórovitost, objemová hmotnost, hydraulická vodivost a retenční čára půdní vlhkosti). V externí laboratoři bude pro doplnění celkového hodnocení půdních vlastností vyhodnocen obsah přístupných živin v půdě.

Na základě statistického zpracování změřených dat budou porovnány oba dva způsoby hospodaření z hlediska pozitivního vlivu na půdu.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 DRUHY ZEMĚDĚLSTVÍ A JEJICH CHARAKTERISTIKA

3.1.1 KONVENČNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ

Účelem zákona č. 252/1997 Sb. o zemědělství je v současné době, cituji:

„a) vytváření podmínek pro zajištění schopnosti českého zemědělství zabezpečit základní výživu obyvatel, potravinovou bezpečnost a potřebné nepotravinářské suroviny;

b) vytváření předpokladů pro podporu mimoprodukčních funkcí zemědělství, které přispívají k ochraně složek životního prostředí jako půdy, vody a ovzduší a k udržování osídlené a kulturní krajiny;

c) vytvoření podmínek pro provádění společné zemědělské politiky a politiky rozvoje venkova Evropské unie,

d) vytváření podmínek pro rozvoj rozmanitých hospodářských činností a zvýšení kvality života ve venkovských oblastech a pro rozvoj vesnic.“

Současná strategie konvenčního zemědělství má své kořeny v teoriích formulovaných Smithem již v polovině 18. století. Tyto teorie byly postaveny na názoru, že člověk je přírodě nadřazen, a tím stanovil jasnou hranici mezi člověkem a přírodou. Člověk nemá vůči přírodě žádnou morální zodpovědnost, příroda je zde brána pouze za zdroj (Petr a Dlouhý, 1992).

V padesátých letech 20. století došlo k enormnímu navýšení počtu obyvatel a s tím spojené zvýšené spotřeby potravin. Potřeba okamžitých vysokých výnosů odstartovala éru intenzivního zemědělství. Převládá intenzivní orba, závlahy, pěstování nejvýnosnějších monokultur, zvyšování produkce syntetickými hnojivy, nadměrná aplikace chemické ochrany proti škůdcům a genetické manipulace s produkčními organismy (Novák, 1991).

Intenzivní hospodaření je závislé na vysokém množství materiálových a energetických vstupů, mechanizaci, dostatečném množství vody, agrochemikáliích, dobrém přístupu k infrastruktuře a trhu. Trendem se stává pěstování omezeného spektra plodin nebo chovu zvířat na velkých plochách. Intenzifikace využití půdy a

maximalizace zisků je jedním z hlavních cílů tohoto způsobu hospodaření. Jde o to, být ekonomicky co nejefektivnější (Hrabalová a kol., 2012).

Člověk s pomocí využívaných energií a moderní techniky, zpracováním a zušlechťováním surovin z dostupných přírodních zdrojů, začal se stále se zvyšující životní úrovni produkovat nadhodnotu. Maximalizace produkce se vyznačovala vysokým stupněm mechanizace až automatizace technologických postupů, to přineslo zvýšenou intenzitu hospodaření za použití vysokých energetických a materiálových vstupů. Mezi základní intenzifikační faktory patří koncentrace (zvyšování hustoty produkčních organismů v čase a prostoru), intenzivní využití energií, informací a dodatkových chemických vstupů (Vondrášková, 2006).

Takové hospodaření přineslo naprosté vyčerpání půdy, které logicky vyústilo v její degradaci erozí, zhutněním, znečištěním dalších důležitých složek ekosystému–vody a ovzduší, zdevastováním krajiny a v neposlední řadě i v nekvalitní potraviny (Hatfield, 1993). Půda ztrácí schopnost autoregulace, která vede k trvalému narušování půdního prostředí a nutností regulace dalšími materiálovými a energetickými vstupy, následně převládá uniformita porostu a často velmi nízká adaptace k prostředí. Urbanizace krajiny a scelování pozemků potlačilo přirozenou vegetaci, s úbytkem vegetace zmizely přirozené úkryty živočichů a ke snížení celkové biodiverzity (Vondrášková, 2006).

Tab. 3. 1. Přehled významných důsledků intenzivního pěstování rostlin

Opatření	Důsledky – účinky
Vysoké hnojení dusíkem (v průmyslových i organických hnojivech)	<ul style="list-style-type: none"> - zbytky dusíku v půdě - znečištění podzemních a povrchových vod - únik dusíku do ovzduší
Používání pesticidů, regulátorů, desikantů a jiných agrochemikálií	<ul style="list-style-type: none"> - hromadění reziduí účinných látek v půdě - ničení užitečných mikroorganismů, antagonist a jiných organismů v půdě - vývoj rezistence vůči pesticidům - pokles počtu druhů fauny a flóry - znečištění podzemních a povrchových vod - znečištění ovzduší
Použití těžké mechanizace	<ul style="list-style-type: none"> - porušení vzdušného a vodního režimu půdy - omezení prokořenění půdy - ničení biologické aktivity půdy - poškození vsakovací schopnosti půdy - zvýšení eroze půdy
Intenzivní zpracování půdy	<ul style="list-style-type: none"> - omezení tvorby půdní struktury - zvýšení eroze - odbourání humusu
Vysoká spotřeba energie (většinou fosilních zdrojů)	<ul style="list-style-type: none"> - spotřeba neobnovitelných zdrojů - zvýšení znečištění ovzduší

Zdroj: http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif_zemedelstvi/frvs_pdf/2_TUZ.pdf

3.1.2 EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ

Zákon o ekologickém zemědělství č. 242/2000 Sb. definuje ekozemědělství takto, citují: „*Ekologickým zemědělstvím se rozumí zvláštní druh zemědělského hospodaření, který dbá na životní prostředí a jeho jednotlivé složky. Stanovuje omezení či zákazy používání látek a postupů, které zatěžují, znečišťují nebo zamořují životní prostředí nebo zvyšují rizika kontaminace potravního řetězce, a který zvýšeně dbá na vnější životní projevy a chování a na pohodu chovaných hospodářských zvířat.*“

Díky socialistickému politickému režimu se první zmínky o ekologickém zemědělství u nás objevují v letech 1985-1987. Prvním zakladatelem ekologického zemědělství v ČR bylo v roce 1988 ZD Starý Hrozenkov, které je zároveň nejstarším ekologicky hospodařícím subjektem. Zatím co v roce 1990 existovaly pouze 3 ekofarmy, v roce 1991 jejich počet rapidně narostl na 135 ekofarem (Moudrý a kol., 2007). Současné hospodaření nemá snahu o návrat do minulosti, jeho základní myšlenkou je návrat k přírodě s moderním systémem udržitelného hospodaření, jehož základem je vitální, nepoškozená, zdravá půda, která je základním stavebním kamenem pro výživu rostlin, půdních organismů a živočichů (Liebhardt, 2003).

Ekologické zemědělství je chápáno jako života schopný (staro) nový způsob hospodaření, postavené na základech udržitelného zemědělství, s minimálními negativní dopady na životní prostředí, ochranu a obnovu přirozené úrodnosti půdy a její kvality. Šetrně využívá přírodního koloběhu látek a zdrojů v samotném zemědělském ekosystému a jeho nejbližším sousedství (Hrabalová a kol., 2013).

Petr a kol. (1992) definuje ekologické zemědělství jako systém řízení výroby, která podporuje, chrání a zvyšuje biodiverzitu, biologické cykly a biologickou aktivitu půdy. Spočívá v omezeném využití vnějších vstupů, maximálnímu využití vlastních zdrojů z hospodaření a postupech řízení, které mají za cíl celkovou obnovu ekologické harmonie.

Liebhardt (2003) uvádí, že ekologické zemědělství představuje ekologický systém řízení produkce, který podporuje a zvyšuje biologickou aktivitu půdy, biologické cykly a biodiverzitu. Využívá pouze minimum zemědělských vstupů a postupů řízení, a tudíž obnovuje, zachovává a zvyšuje ekologickou harmonii.

Podle informací uvedených v publikaci Bioinstitutu (Anon, 2008) a platné legislativy (Zákon č. 242/2000 Sb.) je ekologické zemědělství označováno jako hospodaření s důrazem na vztah k přírodě, zvířatům, půdě, rostlinám bez používání průmyslových minerálních hnojiv, syntetických přípravků na ochranu rostlin, hormonů a dalších umělých látek. Ze systémového pojetí vyplývá snaha o celkovou rovnováhu ekologických, sociálních a ekonomických vazeb na celosvětové i lokální úrovni. Publikace Ministerstva zemědělství (2008) uvádí, že tvoří ucelený systémem hospodaření, které spojuje tradice, inovace a vědecký výzkum s cílem prospívat

společnému prostředí a podporovat spravedlivé vztahy a rovnocennou kvalitu života veškeré populace.

Pro ekologické zemědělství je hlavním cílem dosažení zvýšení přirozené úrodnosti půdy, pomocí organického hnojení a pestrých osevních postupů. Publikace Ekologické zemědělství (2008) uvádí, že osevní postupy plní několik funkcí:

- udržení kvality půdy – využití schopnosti rostlin zlepšovat případně zhoršovat půdní strukturu a vyčerpávat živiny (jeteloviny, luskoviny, některé olejniny)
- hospodaření s živinami – rozlišení náročnosti plodin na přijatelnost živin
- regulace plevelů – pomocí hustě setých a vícesečných plodin a pícnin na tlumení plevelů
- omezování výskytu škodlivých organismů – využití plodin s fyto-sanitárním účinkem (hořčice pomáhá likvidovat hád'átka)

Hlavním cílem ekologické produkce v zemědělství a chovu je používat takové materiály a postupy, které obnovují, zvyšují, a především udržují stabilní ekologickou rovnováhu přírodních systémů (Lipson, 2001).

Tab. 3. 2 Charakteristika konvenčního a ekologického chápání vztahu člověka k přírodě

Konvenční	Ekologické
antropocentrismus	- člověk je neoddelitelnou součástí přírody
převaha nad přírodou	- soulad s přírodou
žádná morální zodpovědnost vůči přírodě	- morální a etická zodpovědnost vůči přírodě
příroda je jen zdroj surovin	- příroda má vlastní přirozenou hodnotu
exploatace	- ochrana

Zdroj: http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif_zemedelstvi/frvs_pdf/2_TUZ.pdf

3.2 PŮDNÍ VLASTNOSTI

Různé způsoby obhospodařování mohou mít vliv na půdní vlastnosti. Z tohoto důvodu jsou v této kapitole popsány základní půdní vlastnosti, které se mohou dělit na základní chemické, fyzikální a hydro-fyzikální vlastnosti.

3.2.1 CHEMICKÉ VLASTNOSTI PŮD

Chemické vlastnosti půdy představují soubor chemického složení půd, fyzikálně chemických a chemických procesů probíhajících v půdě. Jednotlivé složky půdy dělíme na minerální látky, které vznikají zvětráváním horní části litosféry kde za půdotvorných procesů vzniká půda a organickou složku, kterou tvoří půdní organismy (Šarapatka, 1996).

3.2.1.1 Půdní reakce

Půdní reakce patří mezi významné charakteristiky mající vliv na půdotvorné procesy, přeměny organické hmoty v půdě, důležitá je také z hlediska chemických vlastností půd ve vztahu k adsorpci kationtů půdními koloidy (Šarapatka, 2014).

Půdní reakce je stanovena koncentrací vodíkových iontů vytvářejících ve vodních roztocích kationty H_3O^+ . Vodíkové ionty se v půdě nacházejí v půdním roztoku a uvádějí aktivní reakci pH (H_2O), nebo jsou sorbovány půdními koloidy a tvoří potenciální reakce, které dělíme na reakce výměnné pH (KCl) a reakce hydrolytické ($mol H^+/0,1 kg$ půdy) (Jandák, 2014).

Půdy můžeme dělit podle aktivní a výměnné reakce uvedené v Tab. 4.2 a Tab. 4.3. Zda bude půda kyselá, neutrální nebo alkalická závisí na rozpustnosti půdních sloučenin, aktivitě mikroorganismů a síle vazby výměnných iontů (Šimek, 2007).

3.2.1.2 Půdní organická hmota

Půdní organická hmota tvoří hlavní zásobárnu významných prvků, jejichž bilance je ovlivňována mikrobiálními procesy (mineralizace, imobilizace). Dochází k přeměnám uhlíkatých látek, k rozkladu složitějších organických sloučenin na jednodušší a uvolnění živin, které se pak stávají dostupnými pro rostliny a půdní mikroorganismy. Po mineralizaci organických látek na anorganické (minerální) látky

jsou využívány půdními organismy a rostlinami jako živiny nebo dochází k jejich adsorbci na půdní koloidy. Ty mohou být později opět uvolněny nebo zůstat v půdě v podobě nerozpustných minerálních sloučenin, nebo může dojít k jejich vyplavování (Šimek, 2004).

Půdní organická hmota představuje všechny živé půdní organismy – kořeny, živočichové, mikroorganismy a odumřelou organickou hmotu – organické zbytky v různé fázi rozkladu a humusové látky (Jandák, 2014).

Utvářením a stabilizací půdní struktury obsah organického uhlíku významně ovlivňuje kvalitu půdy. Jeho celkové množství v půdě je ovlivněno souborem několika faktorů, jako je půdní typ, klima, zrnitost a způsob hospodaření. Mezi jeho hlavní funkce patří schopnost zadržovat vlhkost, teplotu, provzdušnění, fyzikální a chemické vlastnosti, půdní vodní režim a respiraci, stabilizaci humusových látek, tvorbu půdních agregátů a tím i celkovou úrodnost dané půdy (Šimek, 2004).

3.2.1.3 Salinita

Salinita určuje míru zasolení půdy, které je způsobeno nahromaděním lehce rozpustných solí z mořské, podzemní nebo závlahové vody. Dalšími faktory působící na míru zasolení mimo faktory okolí je převážně činnost člověka používáním průmyslových hnojiv (Zbiral a kol., 1992).

3.2.1.4 Obsah živin

Vývoj rostlin je ovlivněn řadou vnějších faktorů jako jsou voda, vzduch, teplo a světlo. Rostliny potřebují ke svému životu nejen výše uvedené faktory, ale také živiny. Mimo běžné prvky, které získávají ze vzduchu (C, O), z vody (H) potřebují i živiny z půdy. Ty jsou někdy nazývány minerální živiny a jsou rozděleny na základní živiny – dusík, draslík, fosfor, vápník, hořčík a síra a stopové prvky – železo, mangan, zinek, měď, bor a molybden (Šarapatka, 2014).

3.2.2 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI PŮD

Fyzikální charakteristiky půd představují soubor vlastností, které jsou podmíněné interakcemi mezi pevnou, plynou a kapalnou fází půd (Pokorný a kol., 2007).

Dělíme je na:

- základní fyzikální vlastnosti (zrnitost, měrná a objemová hmotnost, pórovitost a struktura půdy),
- hydrofyzikální a aerační vlastnosti (vlhkost, vodní kapacita, propustnost, vzlínavost, vzdušná kapacita atd.),
- teplotní vlastnosti (tepelná a teplotní vodivost, teplota),
- fyzikálně-mechanické vlastnosti (soudržnost, přilnavost, konzistence, uléhavost, hutnost, hrudkovatění atd.) (Šarapatka, 2014).

3.2.2.1 Zrnitostní složení

Třídění půd podle zrnitosti patří mezi nejstarší klasifikační systémy půdy (Šarapatka, 2014). Zrnitostní frakce ovlivňují téměř všechny ostatní půdní vlastnosti, jako je poměr vody a vzduchu v půdě, poměr kapilárních a nekapilárních pórů, chemické, fyzikálně chemické i biochemické procesy v půdě (Prax a kol., 1995).

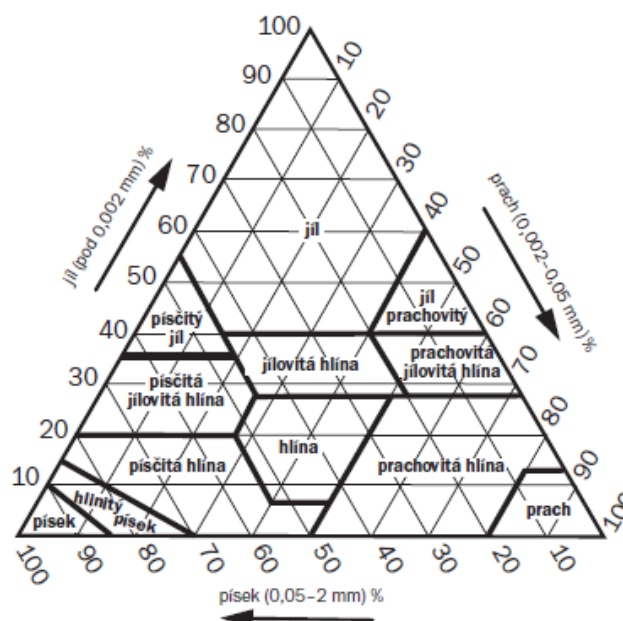
Mezi nejstarší třídění frakcí patří třídění podle Schöneho, které užívá čtyři stupně:

- | | |
|-------------------|--------------|
| ▪ jílnaté částice | < 0,01 mm |
| ▪ prach | 0,01-0,05 mm |
| ▪ práškový písek | 0,05-0,10 mm |
| ▪ písek | 0,10-2,00 mm |

Podle obsahu jednotlivých frakcí se určuje půdní druh (Obr. 3.1), který tvoří skupina konkrétních půd s podobným zastoupením zrnitostních frakcí (Šarapatka, 2014).

Nejrozšířenějším používaným klasifikačním systémem u nás je stupnice podle Nováka, která klasifikuje půdní druhy na základě procenta obsahu částic menších než 0,01 mm do sedmi skupin (Šarapatka, 2014).

Obr. č. 3. 1 Trojúhelníkový diagram zrnitosti půd



Zdroj: (NRSC USDA)

3.2.2.2 Měrná a objemová hmotnost půdy

Měrná hmotnost půdy je definována jako poměr hmotnosti pevných částí půdy bez pórů k objemu za předpokladu, že pevné částice dokonale vyplňují daný prostor. Hodnoty výpočtu jsou závislé na měrné hmotnosti minerální i organické frakce půdy, nejsou však závislé na pórovitosti půd. Hlavní jednotkou je $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-3}$, dílčí jednotka často používaná v pedologii je $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (Šarapatka, 2014). Měrná hmotnost je vždy vyšší než hmotnost objemová.

Objemová hmotnost je hmotnost určitého objemu půdy v přirozeném uložení a vždy v sobě odráží poměr pevných částic půdy a pórovitost. Objemová hmotnost je považována za jednu z nejdůležitějších vlastností půdy charakterizující komplex fyzikálních podmínek v půdě a jako faktor určující její úrodnost. Čím hlouběji položený horizont, tím obvykle vyšší objemová hmotnost, způsobené především nižším obsahem organických látek, menší tvorbou agregátů a utužením jednotlivých vrstev (Šarapatka, 1996). Objemová hmotnost půdy je významným parametrem pro stanovení míry zhutnění. Hlavní jednotkou je $\text{t}\cdot\text{m}^{-3}$ nebo $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ (Sáňka, Materna, 2004).

3.2.2.3 Pórovitost

Póry jsou volné prostory, které vznikají mezi pevnými půdními částicemi. Celkový objem pórů, jejich tvar, velikost a rozmístění vyjadřuje pórovitost půdy. Póry umožňují vnikání vody a vzduch do půdy a tím ovlivňují půdotvorné a zvětrávací procesy. Procento pórovitosti je ovlivněno půdním druhem a obsahem organických látek. U silně humózních půd se může hodnota pórovitosti pohybovat mezi 70-80 %, v utužených podpovrchových horizontech se snižuje až na 25-30 % (Šarapatka, 2014).

V našich podmínkách se půdní pórovitost pohybuje v rozpětí 30 až 62 %, ideální podmínky pro růst rostlin jsou při celkové pórovitosti mezi 55 až 60 % (Špička, 1964). Vedle celkové pórovitosti má velký význam pro funkci pórů, vodní a vzdušný režim i velikost jednotlivých pórů, které dělíme na 2 hlavní skupiny:

- kapilární póry – z důvodu povrchových sil omezují gravitační pohyb vody a zajišťují její vztlínání, ale neumožňují výměnu vzduchu. Velikost pórů se pohybuje pod 0,2 mm,
- nekapilární póry – podílejí se na výměně plynné fáze mezi půdou a ovzduším, dobře propouštějí gravitační vodu. Velikost pórů se pohybuje nad 0,2 mm (Šarapatka, 2014).

3.2.3 HYDRO-FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI PŮD

Voda v půdě ovlivňuje většinu fyzikálních, fyzikálně-chemických, chemických i biologických pochodů, podílí se na změnách půdotvorného substrátu a tvorbě půdy, nemalý význam má i jako základní činitel pro růst rostlin a ostatní organismy žijící v půdě. Půdní vláha vyjadřuje spojitost vody a půdy. Pro půdní vláhu má voda největší význam ve skupenství kapalném, spolu s podzemní vodou tvoří součást podpovrchových vod (Šarapatka, 2014).

3.2.3.1 Retenční čáry půdní vody

Retenční čára půdní vlhkosti tvoří jednu z nejdůležitějších hydrofyzikálních charakteristik, její průběh závisí na zrnitostním a mineralogickém složení půdy, struktuře, objemové hmotnosti, obsahu půdní organické hmoty a kationtů. Retenční čára vyjadřuje vztah mezi půdní vlhkostí a sací tlakovou výškou, vyjadřuje schopnost půdy zadržovat vodu (Šarapatka, 2014).

4. MATERIÁL A METODY

Na rozdílně obhospodařovaném území byly odebrány porušené (kopané) a neporušené půdní vzorky v 5 bodech výškového transektu. Na porušených vzorcích byly stanoveny základní chemické a fyzikální charakteristiky půd. Na neporušených půdních vzorcích odebraných do 100 cm³ (Kopeckého) válečků byla laboratorně stanovena za 1. objemová hmotnost a celková pórovitost, za 2. byly změřeny retenční čáry půdní vlhkosti, vyjádřené parametry retenční čáry půdní vlhkosti a inflexními body této čáry.

4.1 POPIS HOSPODAŘENÍ ZKOUMANÝCH PLOCH

Konvenční zemědělství převzalo degradovanou půdu po hospodaření státního zemědělského podniku v roce 2007. První roky byly výnosy velmi malé, proto se snažili půdu oživit pomocí hnojení vlastním hnojem. Intenzivně hospodaří od roku 2010, kdy se půdní podmínky díky hnojení zlepšily a výnosy a začaly stoupat. Celkem obhospodařují 320 ha vlastní půdy, k tomu mají ještě živočišnou výrobu, cca 300 kusů hovězího dobytka a 700 prasat.

V současné době provádí hlubokou orbu, především kvůli těžkým půdám, které jsou těžké na obdělávání. Úrodnost půdy se snaží zvýšit pomocí hnojení hnojem a minerálními hnojivy, dále používají kombinace postřiků proti škůdcům a plevelům. Osevní postupy pravidelně střídají – kukuřice – ječmen jarní – pšenice – řepka – vojtěška.

Ekologické zemědělství nakoupilo pozemky od konvenčních zemědělců v roce 2006. V přechodném období byly výnosy stejné, jako u konvenčních zemědělců, další roky začaly postupně klesat. Celkem obhospodařují 135 ha půdy, z toho cca 74 ha je orná půda, ostatní jsou trvalé travní porosty a louky.

Pro zvýšení úrodnosti půdy využívají osevní postupy (Tab. 4.1) a hnojení vlastním hnojem. Pro nedostatek vlastního hnojiva museli přihnojování půdy upravit, proto v současné době hnojí častěji, ale v menších dávkách (15-20 t/ha) a využívají povolená hnojiva ekologického zemědělství – melasové výpalky, mleté vápence a

hnojiva s obsahem fosforu (Dolophos). Po letech ekologického hospodaření se výnosy ustálily, půda dle slov zemědělců celkově ožila, pozorují i větší výskyt žížal.

Problém mají stejně jako u konvenčního zemědělství především v obdělávání převážně těžších půd a s přístupem živin k rostlinám. Další problém představují vytrvalé plevele, především Locika setá (*Lactuca sativa L.*), Pýr plazivý (*Elytrigia repens*), Pcháč rolní (*Cirsium arvense*), kde se vláčením prutovými branami snaží regulovat jejich výskyt.

Tab. 4. 1 Používané osevní postupy ekologického zemědělství

2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
ječmen	oves s pod	vojtěška	vojtěška	pšenice	ječmen	luskovina	pšenice	oves	luskovina

4.2 POPIS OBLASTI A MÍSTA ODBĚRU VZORŮ

Oblast, ve které probíhal odběr vzorků půdy a terénní měření se nachází v okrese Nymburk ve Středočeském kraji. Nadmořská výška lokality je 223 m.n.m., území patří do teplé klimatické oblasti s průměrnými ročními teplotami 8 až 9 °C a průměrným ročním úhrnem srážek 500-650 mm (ČHMÚ).

Porovnávány byly vzorky od zástupce konvenčního zemědělství – Dvůr Seletice s polem v obci Košík (Obr. 4.1) a od zástupce ekologického zemědělství – Farma Košík s polem v obci Sovolusky (Obr. 4.2). Obě zájmové lokality jsou od sebe vzdáleny cca 1 kilometr, aby výsledky nebyly zkresleny rozdílnými klimatickými a půdními podmínkami, viz. mapa zájmových lokalit (Obr. 4.3).

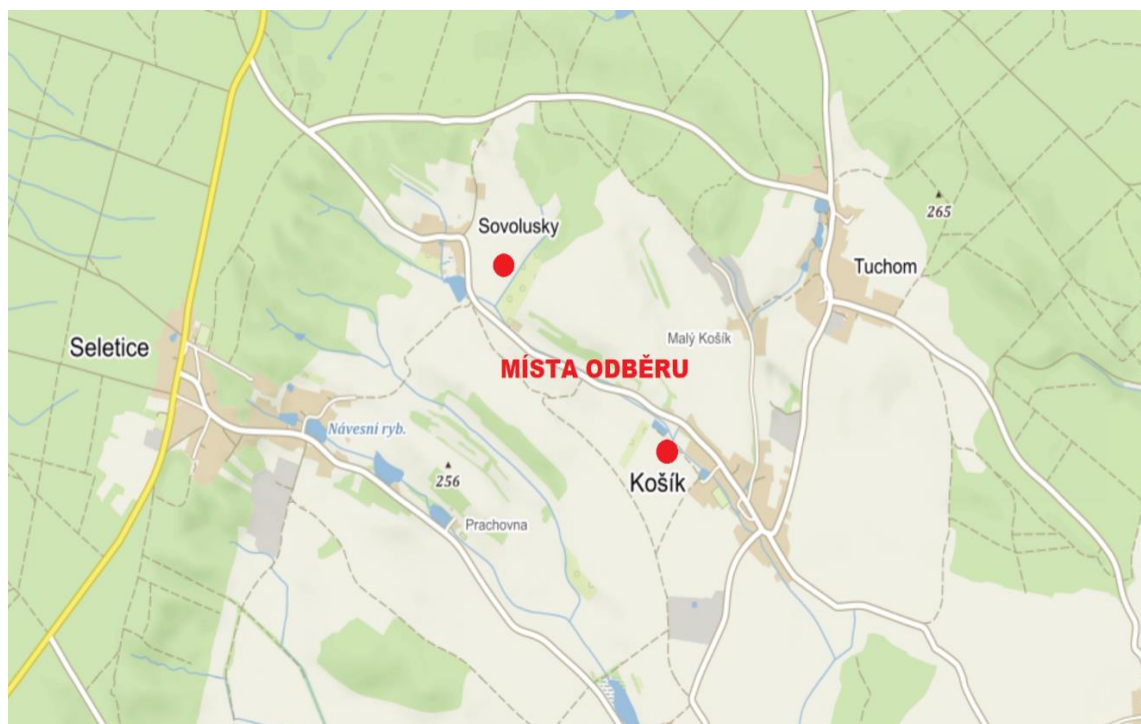
Obr. č. 4. 1 Pole konvenčního zemědělství Farma Dvůr Seletice



Obr. č. 4. 2 Pole ekologického zemědělství Farma Košík



Obr. č. 4. 3 Mapa lokalit odebraných vzorků



Zdroj: <https://mapy.cz>

4.3 ODBĚR VZORKŮ

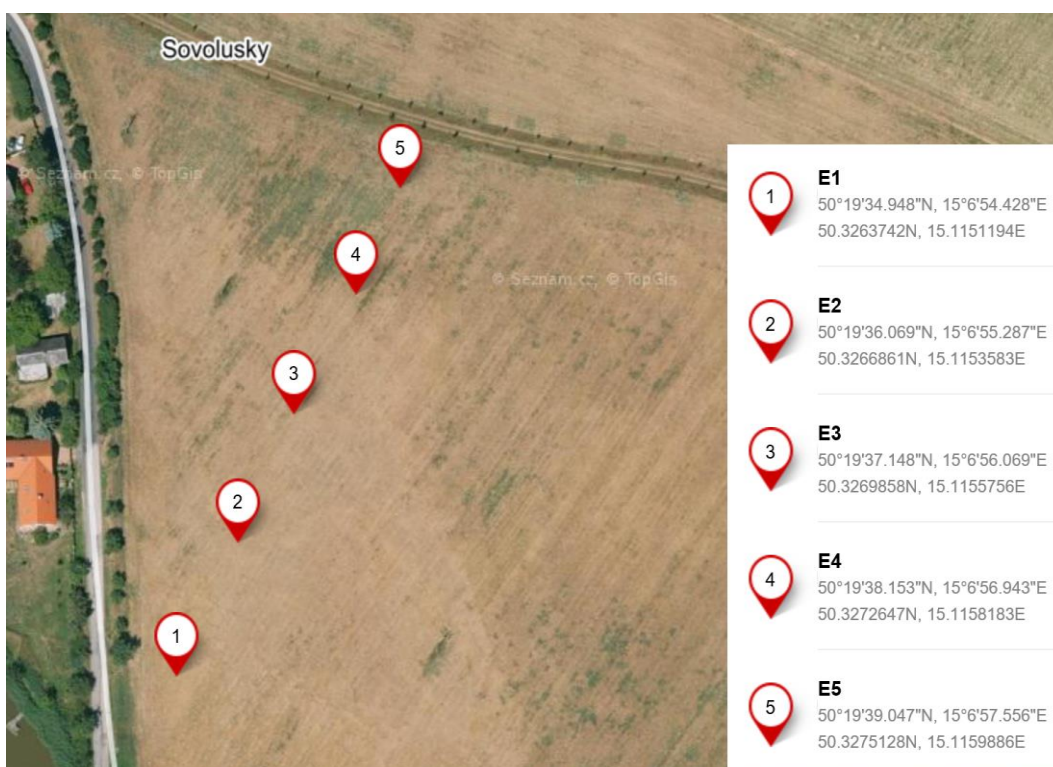
Na obou vybraných lokalitách byl proveden pedologický průzkum. Obě dvě zkoumané lokality jsou v mírném svahu. Pro zjištění vlivu svahu na zkoumané vlastnosti půdy byly vytyčeny tzv. výškové transepty. Výškový transept měl vždy pět bodů. Na konvenčně obdělávaném území byly body transektu označeny K1 až K5 (Obr. 4.4). V ekologicky obhospodařovaném území byly body transektu označeny E1 až E5 (Obr. 4.5). V nejvyšším místě transektu (K5 a E5), kde nedochází k ovlivnění vodní erozí, byl proveden průzkum pomocí sondýrky. Odběr vzorků na obou lokalitách probíhal v červenci 2018 ihned po sklizni ozimého ječmene.

Obr. č. 4. 4 Mapa vybraných bodů-Konvenční zemědělství – pole Košík



Zdroj: <https://mapy.cz>

Obr. č. 4. 5 Mapy vybraných bodů-Ekologické zemědělství – pole Sovolusky



Zdroj: <https://mapy.cz>

Ve všech pěti bodech obou zkoumaných ploch byly odebrány porušené a neporušené půdní vzorky. Porušené (kopané) půdní vzorky byly odebrány z povrchu pomocí rýče a uloženy do popsaných sáčků. Pro určení mocnosti jednotlivých půdních horizontů byla použita ruční žlábková sondýrka, která se zatlačila do požadované hloubky a otočením vratidla se zemina nabrala do žlábku. Fotografie vytažených sondýrek a mocnosti jednotlivých horizontů jsou vidět na Obr. 4.6. Byly popsány následující horizonty půdy Ap – orniční horizont, Bt – organominerální horizont luvický (jílem obohacený horizont) a horizont C – substrát (sprašová hlína).

Hloubky horizontů byly následující:

v konvenčním zemědělství Ap 0 – 26 cm, Bt 26– 50 cm, C 50 cm a níže.

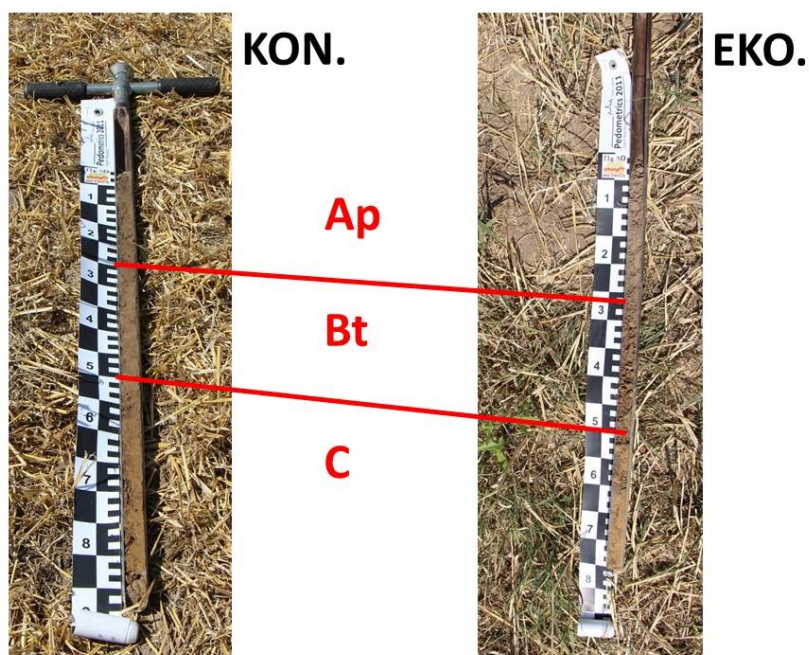
v ekologickém zemědělství Ap 0 – 27 cm, Bt 27– 52 cm, C 52 cm a níže.

Dále byly odebrány neporušené vzorky pomocí Kopeckého válečků o objemu 100 cm³. Válečky byly opatrně vpraveny do země pomocí odběrové hlavy a gumové palice tak, aby nebyla porušena půdní struktura. Po vyjmutí válečků byly nožem seříznuty okraje pro dosažení přesného objemu a uzavřeny víčky z obou stran.

Na základě pedologických map, terénního průzkumu a změřených analytických dat byl určen půdní typ podle Taxonomického systému půd České republiky (Němeček a kol., 2011) – určen jako hnědozem modální.

V terénu byla ve třech bodech transektu (K1, K3, K5 a E1, E3, E5) měřena infiltrace vody a etanolu pomocí minidiskových infiltrometrů. Z těchto dat byly vyhodnoceny nenasycené hydraulické vodivosti a z průběhů infiltrací byly spočteny sorptivity vody a etanolu. Na základě vyjádřených sorptivit byl spočten index repelence.

Obr. č. 4. 6 Popis půdních profilů konvenčně (KON) a ekologicky (EKO) obdělávaného území, kde Ap je orníční horizont, Bt je organominerální luvický horizont a C je půdotvorný substrát.



4.4 ANALÝZA VZORKŮ

4.4.1 PŘÍPRAVA VZORKŮ

Porušené půdní vzorky, jejichž odběr lze vidět na Obr. 4.7 byly po převezení usušeny na vzduchu při laboratorní teplotě, následně rozmělněny v porcelánové třecí misce a přesáty přes síto s průměrem ok 2 mm. Takto získanou jemnozeme jsme použili pro měření základních chemických vlastností půdy (aktivní a výměnné půdní reakce, kvality a kvantity půdní organické hmoty), pro stanovení makro a mikro živin a pro některé základní fyzikální vlastnosti půdy (zrnitostní složení, specifická hmotnost půdy). Základní chemické a fyzikální vlastnosti půdy byl měřeny ve třech opakováních.

Obr. č. 4. 7 Odebrání porušených půdních vzorků



4.4.2 ZÁKLADNÍ CHEMICKÉ VLASTNOSTI

Aktivní půdní reakce pH (H₂O) a potencionální půdní reakce pH (KCl) byly měřeny dle normy ISO 10390:1994. Měření pH (H₂O) byla provedena inoLab Level 1 pH-metrem pomocí skleněné elektrody v suspenzi půdy a vody. Výsledky byly vyhodnoceny podle Tab. 4.2. Měření pH (KCl) byla provedena v roztoku chloridu draselného o koncentraci 1 mol.l⁻¹. Výsledky byly vyhodnoceny podle Tab. 4.3. Oba typy půdních reakcí byly měřeny potenciometricky.

Tab. 4. 2 Hodnotící stupnice pro pH (H₂O)

pH (H₂O)	Hodnocení
< 4,9	silně kyselá
4,9 – 5,9	kyselá
5,9 – 6,9	slabě kyselá
6,9 – 7,1	neutrální
7,1 – 8,0	slabě alkalická
8,0 – 9,4	alkalická
> 9,4	silně alkalická

Zdroj: (Zbiral, 2002)

Tab. 4. 3 Hodnotící stupnice pro pH (KCl)

pH (KCl)	Hodnocení
< 4,5	silně kyselá
4,5 – 5,5	kyselá
5,5 – 6,5	slabě kyselá
6,5 – 7,2	neutrální
> 7,2	alkalická

Zdroj: (Zbiral, 2002)

Obsah organického uhlíku (C_{ox}) byl stanovován standardizovanou laboratorní metodou dle (Skjemstad a Baldock, 2008). Uhlík organické hmoty byl při stanovení zoxidován kyslíkem dvojchromanu draselného v kyselinosírovém prostředí. Poměr zeminy v připraveném vzorku byl k chromsírové směsi 0,2 g : 10 ml. Následně byla takto připravená směs vložena na 45 minut do sušárny vyhřáté na 125 °C. Po vysušení byly do vzorku ponořeny Pt elektrody a vzorek titrován Mohrovou solí až do tzv. mrtvého bodu indikovaného potenciometricky. Výsledky byly vyhodnoceny dle stupnice Tab. 4.4. Ze získaných dat o množství organického uhlíku byl vypočítán obsah humusu podle vztahu: % humusu $C_{ox} \cdot 1,724$ (Zbiral, 2002).

Tab. 4. 4 Hodnotící stupnice pro stanovení množství organického uhlíku a humusu

C_{ox} (%)	Humus (%)	Označení obsahu
< 0,6	< 1,0	Velmi nízký
0,6 – 1,1	1,0 – 2,0	Nízký
1,1 – 1,7	2,0 – 3,0	Střední
1,7 – 2,9	3,0 – 5,0	Vysoký
> 2,9	> 5,0	Velmi vysoký

Zdroj: (Zbiral, 2002)

Salinita, tzv. elektrická konduktivita (EC) půdy byla stanovena v destilované vodě a určena dle Rhoades 1996. Do PVC lahve bylo odměřeno 15 g vzorku připravené jemnozemi a zalito 75 cm³ 50 % etylalkoholu. Takto připravená suspenze se protřepávala dvě hodiny. Po uplynutí stanovené doby protřepávání se zfiltrovala

přes hustý filtr. Ve vzniklém filtrátu byla změřena elektrická vodivost. U běžných nezasolených půd vychází hodnota elektrické vodivosti v $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. Výsledek měření byl vyhodnocen podle Tab. 4.5.

Tab. 4. 5 Hodnotící tabulka salinity

Salinita ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	Půda
> 30	Minimálně zasolená
30 – 60	Bez negativních účinků soli
60 – 120	Zvýšené zatížení solemi
> 120	Vysoké zatížení solemi

Zdroj: (Zbiral, 2002)

4.4.3 STANOVENÍ OSAHU ŽIVIN

Pro detailnější posouzení stavu obou obhospodařovaných ploch byly stanoveny obsahy přístupných živin P, K, Mg a Ca) (Tab. 4.6) a pro S (Tab. 4.7). Obsahy přístupných živin (P, Mg, K, Ca, S) a obsah Cu, Zn, Fe, Mn, B a Al byl stanoven ve výluhu Mehlich III (Mehlich, 1984). Obsahy přístupných živin byly stanoveny ve všech pěti bodech obou transektů, i ze vzorků odebraných do hloubky pomocí žlábkového vrtáku. Stanovení obsahu živin bylo provedeno ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v Praze Ruzyni (VURV). Na základě zrnitostního složení byly výsledky porovnávány pro středně těžké půdy, viz. Tab. 4.8.

Tab. 4. 6 Kritéria hodnocení výsledků zásobenosti přístupnými živinami pro středně těžké půdy (střední) P, K, Mg, Ca podle Mehlicha III

Obsah	FOSFOR (mg.kg ⁻¹)	DRASLÍK (mg.kg ⁻¹)	HOŘČÍK (mg.kg ⁻¹)	VÁPŇÍK (mg.kg ⁻¹)
	PŮDA			
	střední	střední	střední	střední
nízký	do 50	do 105	do 105	do 1100
vyhovující	51-80	106-170	106-160	1101-2000
dobrý	81-115	171-310	161-265	2001-3300
vysoký	116-185	311-420	266-330	3301-5400
velmi vysoký	nad 185	nad 420	nad 460	nad 5400

Zdroj: (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2018)

Tab. 4. 7 Návrh kritérií pro extrakt podle Mehlicha III hodnocení obsahu síry

Kategorie hodnocení	Síra (mg.kg ⁻¹)	Doporučení pro hnojení
velmi nízký - VN	pod 100	potřeba dosycení
nízký - N	11-20	potřeba mírného dosycení
vyhovující - VH	21-30	příznivý obsah
dobrý - D	31-40	není nutné
vysoký - V	nad 40	není nutné

Zdroj: (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2018)

4.4.4 ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

Zrnitost byla měřena pomocí hustoměrné metody. V půdním vzorku byly nejdříve rozrušeny agregáty a byl vypuzen vzduch přidáním 10 ml dispergačního činidla (hexametafosfát Na) na každých 10 gramů navážky půdního vzorku a vařením. Takto připravená suspenze se nechala vychladnout a byla kvantitativně převedena do válce. Válec byl doplněn po rysku 1000 ml. Suspenze byla rozmíchána pomocí míchadla a byl opatrně vložen hustoměr. V jednotlivých časech byly zapisovány hodnoty hustoměru R. Dále byla také zaznamenávána teplota suspenze. V prvních čtyřech časech zůstával hustoměr v suspenzi, mezi ostatními měřeními byl hustoměr ze suspenze vyndán. Naměřené hodnoty byly základem pro konstrukci zrnitostní křivky a stanovení obsahu jednotlivých frakcí (Gee a Or, 2002). Podle Nováka byl klasifikován půdní druh podle procentuálního zastoupení částí půdy menších než 0,01 mm do sedmi frakcí, které charakterizují půdní druhy (Vráblíková a Vráblík, 2006). Tyto frakce jsou zobrazeny v Tab. 4.8.

Tab. 4. 8 Klasifikační stupnice zemin dle Nováka

% obsah částí < 0,01 mm	Označení frakce (zkratka)	Označení druhu půdy
< 10 %	Písčítá (P)	Lehká půda
10 – 20 %	Hlinitopísčítá (HP)	Lehká půda
20 – 30 %	Písčitohlinitá (PH)	Středně těžká půda
30 – 45 %	Hlinitá (H)	Středně těžká půda
45 – 60 %	Jílovitohlinitá (JH)	Těžká půda
60 – 75 %	Jílovitá (JV)	Těžká půda
> 75 %	Jíl (J)	Těžká půda

Zdroj: (Jandák a kol., 2010)

Specifická hmotnost půdy (ρ_z) se stanovuje ze suché zeminy přesáté přes síto s velikostí ok 2 mm. Sušina byla v malé porcelánové misce přelita destilovanou vodou a povařena, čímž došlo k vypuzení zbytkového vzduchu. Pyknometr naplněný destilovanou vodou se temperoval na 20 °C a byl zvážen, poté byl z pyknometru vylit jeho obsah a místo destilované vody do něj byla kvantitativně vpravena vychladlá suspenze. Po vytemperování byl pyknometr opět zvážen, z čehož nám vyšla hodnota ρ_z , vzoreček (1) (Zbíral, 2002).

$$\rho_z = \frac{N_z \times \rho_v}{N_z + PH_2O - P_z} \quad (1)$$

Kde N_z je navážka zeminy, ρ_v je hustota vody, PH_2O značí hmotnost pyknometru s vodou a P_z hmotnost pyknometru se suspenzí.

Objemová hmotnost půdy (ρ_d), vzoreček (2) je charakterizována jako hmotnost zeminy v přirozeném stavu půdy vysušené při 105 °C (G_h) k objemu vzorku (V_s), tedy:

$$\rho_d = G_h / V_s \quad (2)$$

Objemová hmotnost vysušené půdy se pohybuje v rozmezí 1,2 – 1,8 g.cm⁻³. Čím vyšší je výsledná hodnota objemové hmotnosti ρ_d , tím méně je v půdě pórů a tím je utuženější.

Z výsledných hodnot objemové hmotnosti půdy a specifické hmotnosti půdy byla vypočtena celková pórovitost půdy (P) podle následujícího vzorečku:

$$P = \frac{\rho_z - \rho_d}{\rho_d} \times 100 \quad (3)$$

4.4.5 STANOVENÍ HYDRAULICKÝCH VLASTNOSTÍ

V přetlakovém aparátu (Obr. 4.8) byla analyzována retenční čára půdní vlhkosti a její parametry: nasycená vlhkost půdy (θ_s) a residuální vlhkost půdy (θ_R). Dále byly stanoveny parametry zakřivení retenční čáry půdní vlhkosti (α , n). Neporušené půdní vzorky odebrané v terénu byly převezeny do laboratoře. Vzorky byly v laboratoři

nasyceny vodou do celkového nasycení vzorku, umístěny na polopropustnou keramickou membránu v přetlakovém hrnci a v několika postupných tlakových krocích drénovány. Jednotlivé body retenčních čar jsou dány objemovými vlhkostmi vzorků zjištěných gravimetricky a odpovídajícími tlakovými výškami danými hodnotou přetlaku vzduchu (Kodešová a spol., 2015).

Obr. č. 4. 8 Přetlakový aparát



Dále byly z tvaru retenčních čar půdních vlhkostí vypočteny takzvané inflexní body a jejich parametry (H_{INF} , θ_{INF} a S_{INF}). Jedná se o tlakovou výšku (H_{INF}) a k ní odpovídající objemovou vlhkost (θ_{INF}), kde se mění tvar retenční čáry půdní vlhkosti z konkávního na konvexní. Tyto parametry se dají vyjádřit podle následujících rovnic (Dexter, 2004 a Dexter a Czyz, 2008) následovně:

$$h_{inf} = \frac{1}{\alpha} \left(\frac{1}{m} \right)^{\frac{1}{n}} \quad (4)$$

$$\theta_{inf} = (\theta_s - \theta_r) \left(1 + \frac{1}{m} \right)^{-m} + \theta_r \quad (5)$$

$$S_{inf} = -n(\theta_s - \theta_r) \left(1 + \frac{1}{m}\right)^{-(1+m)} \quad (6)$$

Tyto parametry inflexního bodu mohou být použity pro vyhodnocení kvality půdy z fyzikálního hlediska (Tab. 4.9), jak bylo popsáno již dříve (Dexter, 2004a, Dexter, 2004b, Dexter, 2004c, Dexter a Cryz, 2008 a Jirků a kol., 2013).

Tab. 4. 9 Hodnocení kvality půdy z fyzikálního hlediska

Kategorie hodnocení	Kvalita půdy
$S_{INF} \geq 0,05$	velmi dobrá
$0,05 > S_{INF} \geq 0,035$	dobrá
$0,035 > S_{INF} \geq 0,02$	špatná
$0,02 > S_{INF}$	velmi špatná

Zdroj: (Dexter, 2004)

4.4.6 TERENNÍ MĚŘENÍ

V terénu byla pomocí minidisk infiltrometrů (Decagon, 2012) měřena infiltrace vody a etanolu do půdy (Obr. 4.9). Tlaková výška na infiltrometru byla během měření nastavena na hodnotu -2 cm (limit mezi gravitačními a kapilárními póry). Povrch půdy, kde probíhalo měření, byl vyrovnán a vytvořena 1 mm vrstva ze stejné proseté půdy sítem 2 mm za účelem těsného kontaktu půdy s membránou minidisk infiltrometru (Kodešová a kol., 2010, 2011). Infiltrace byly měřeny ve třech bodech transektu (K1, K3, K5, respektive E1, E3, E5). Měření bylo prováděno ve čtyřech opakováních jak pomocí vody, tak pomocí etanolu.

Obr. č. 4. 9 Měření infiltrace vody a etanolu do půdy pomocí minidisc infiltrometrů



Nenasycená hydraulická vodivost byla vypočtena z průběhu intilrací pomocí dvou metod a to podle Zhanga (1997) a pomocí Woodinga (1968).

Pomocí metody podle Zhanga (1997) byla nenasycená hydraulická vodivost $K(h_0)$ pro $h_0 = -2$ cm vyjádřena tak, že kumulativní infiltrace I [L] v čase t [T] byla vyhodnocena pomocí následující rovnice:

$$I = C_1 t + C_2 t^{1/2} \quad (7)$$

kde parametr C_1 popisující hydraulickou vodivost [$L T^{-1}$] a C_2 je parametr popisující sorptivitu půdy [$L T^{-1/2}$].

$$C_1(h_0) = A_1 K(h_0) \quad \text{a} \quad C_2(h_0) = A_2 S(h_0) \quad (8)$$

kde A_1 [LT^{-1}] a A_2 [LT^{-1}] jsou bezrozměrné konstanty. Hodnota $K(h_0)$ byla vypočtena pomocí rovnice (8) a následující výrazy pro konstantu A_1 :

$$A_1 = \frac{11.65(n^{0.1} - 1)\exp[2.92(n - 1.9)\alpha h_0]}{(\alpha r_0)^{0.91}} \text{ pro } n \geq 1.9 \quad (9)$$

$$A_1 = \frac{11.65(n^{0.1} - 1)\exp[7.5(n - 1.9)\alpha h_0]}{(\alpha r_0)^{0.91}} \text{ pro } 1.35 < n < 1.9 \quad (10)$$

Další způsob vyhodnocení nenasyčené hydraulické vodivosti měřené diskovým infiltrometrem byl navržen Woodingem (1968):

$$Q = \pi r_0^2 K(h_0) \left(1 + \frac{4}{\pi r_0 \alpha_G} \right) \quad (11)$$

kde Q je stabilní tok vody [$L^3 T^{-1}$], r_0 je průměr disku (2,22 cm), h_0 je aplikovaná tlaková výška (-2 cm), α_G [L^{-1}] je konstanta v Gardnerově rovnici (1958), popisující vztah mezi nenasyčenou hydraulickou vodivostí a tlakovou výškou.

Následně byly spočteny sorptivity vody (S_w) respektive etanolu (S_E) z průběhů infiltrací vody a etanolu podle rovnic:

$$S_w(-2\text{cm}) = I / t^{1/2} \quad (12)$$

$$S_E(-2\text{cm}) = I / t^{1/2}$$

Z výsledných sorptivit byl vyjádřen Index repelence (RI), tak že byly použity kombinace všech (m) měření sorptivit vody a (n) měření sorptivit etanolem podle Pekárové a kol. (2015):

$$RI = 1,95 S_e / S_w \quad (13)$$

Výsledné hodnoty indexu repelence byly zařazeny do kategorií navržených v práci Iovino a kol. (2018), kde jsou hodnoty RI rozděleny do pěti kategorií viz. Tab. 4.10.

Tab. 4. 10 Klasifikační stupnice indexu repelence (RI)

Kategorie	Kategorie hodnoty indexu repelence (RI)	Zařazení půd
1	$< 1,95$	smáčivé půdy
2	$1,95 \leq RI < 10$	slabě repelentní půdy
3	$10 \leq RI < 50$	silně repelentní půdy
4	$50 \leq RI < 110$	těžce repelentní půdy
5	$110 \leq RI$	extrémně repelentní půdy

Zdroj: (Iovino a kol., 2018)

4.4.7 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ

Pro změřené výsledky půdních analýz byly spočteny průměrné hodnoty a jejich směrodatné odchylky. Dále byla použita statistická metoda ANOVA hlavních efektů bez interakcí pro statistické zhodnocení vlivu hospodaření na jednotlivé půdní vlastnosti i s ohledem na pozici ve svahu.

5. VÝSLEDKY

5.1 VÝNOS Z HOSPODAŘENÍ

V celkovém porovnání obou zkoumaných lokalit bylo provedeno i zhodnocení výnosu pěstované plodiny. Od zemědělců konvenčního i ekologického hospodaření byly dodány výnosy ječmene jarního.

Konvenční-výnos ječmene jarního, který byl naset v době odběru vzorků byl 4,5 t/ha. Výnos ječmene vyšší než v ekologickém hospodaření, ale z celkového pohledu konvenčního zemědělce byl výnos nižší než v ostatních letech díky velmi suchému období.

Ekologické-výnos ječmene jarního, který byl naset v době odběru vzorků byl 4,1 t/ha. Dle údajů získaných od ekologického zemědělce je výnos relativně vysoký oproti jiným rokům, ale jen díky předplodině pšenice na semenářské účely s výdrolem vojtěšky.

5.2 CHEMICKÉ VLASTNOSTI

Výsledné průměrné hodnoty základních chemických vlastností a jejich směrodatné odchylky jsou v Tab. 5.1.

Tab. 5. 1 Výsledné hodnoty základních chemických půdních vlastností, výměnné půdní reakce (pH KCl), aktivní půdní reakce (pH H₂O), salinita (EC H₂O), obsah karbonátů (CaCO₃), obsah oxidovatelného uhlíku (Cox) a kvality organické hmoty (Q4/6) a jejich směrodatné odc

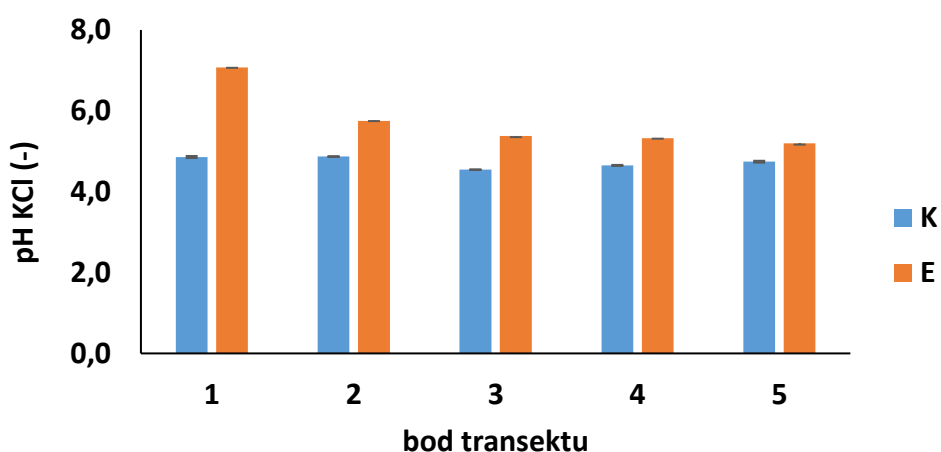
vzorek	pH KCl (-)	pH H ₂ O (-)	EC H ₂ O (mS cm ⁻¹)	CaCO ₃ (%)	Cox (%)	Q4/6 (-)
K1	4.86±0,025	5.53±0,032	78.4±0,289	0	1.35±0,015	3.74±0,367
K2	4.87±0,005	5.64±0,032	61.6±0,721	0	1.16±0,017	3.70±0,060
K3	4.54±0,003	5.17±0,053	72.2±1,601	0	1.23±0,020	3.89±0,141
K4	4.65±0,013	5.38±0,025	67.3±0,379	0	1.28±0,018	3.68±0,423
K5	4.74±0,023	5.41±0,016	77.0±1,510	0	1.23±0,044	3.41±0,103
E1	7.08±0,012	7.71±0,038	102.9±1,815	0	1.15±0,037	3.00±0,063
E2	5.75±0,007	6.48±0,057	51.1±1,311	0	1.23±0,040	2.92±0,247
E3	5.38±0,028	6.12±0,028	48.0±0,265	0	0.89±0,045	3.08±0,020
E4	5.33±0,014	6.12±0,030	41.9±1,002	0	0.90±0,029	3.11±0,189
E5	5.20±0,033	5.93±0,018	45.4±3,522	0	0.88±0,019	3.29±0,142

Z grafu (Obr. 5.1) vyplývá, že hodnoty výměnné půdní reakce (pH KCl) v ekologickém zemědělství jsou celkově vyšší než v konvenčním zemědělství. Nejvyšší hodnota výměnné půdní reakce (pH KCl) v ekologickém zemědělství, odebrána v transektu (E1) je 7,08 nejnižší hodnota (E5) je 5,20, v konvenčním zemědělství je nejvyšší hodnota (K2) 4,87, nejnižší (K3) pak 4,54.

Hodnoty výměnné půdní reakce (pH KCl) v konvenčním zemědělství se pohybují v rozmezí 4,54 - 4,87, tyto hodnoty značí půdy kyselé.

Hodnoty výměnné půdní reakce (pH KCl) v ekologickém zemědělství se pohybují v rozmezí 5,20 – 7,08, tyto hodnoty značí půdy slabě kyselé až neutrální.

Obr. č. 5. 1 Graf výsledných hodnot výměnné půdní reakce pH (KCl)

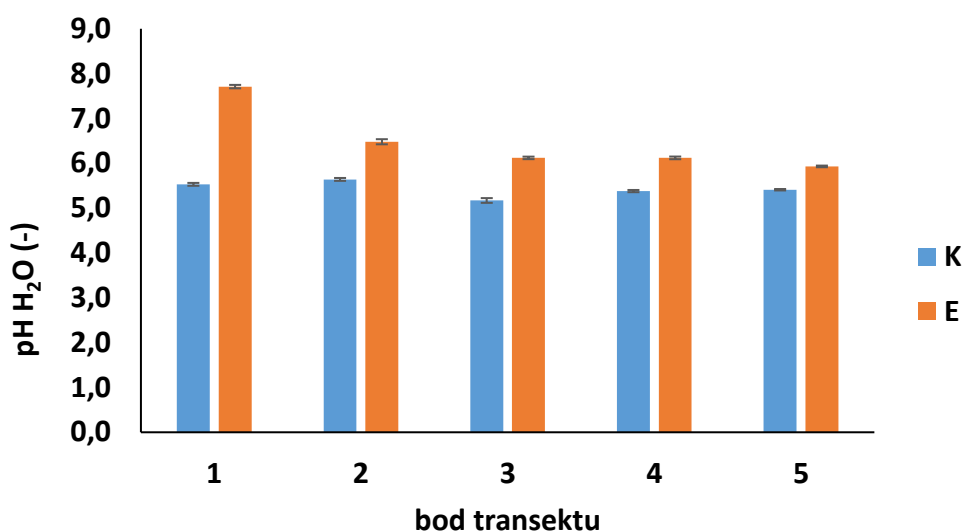


Z grafu (Obr. 5.2) vyplývá, že hodnoty aktivní půdní reakce pH (H₂O) v ekologickém zemědělství jsou také celkově vyšší než v konvenčním zemědělství. Nejvyšší hodnota aktivní půdní reakce pH (H₂O) v ekologickém zemědělství (E1) je 7,71 nejnižší hodnota (E5) je 5,93, v konvenčním zemědělství je nejvyšší hodnota (K2) 5,64, nejnižší (K3) 5,17.

Hodnoty aktivní půdní reakce pH (H₂O) v konvenčním zemědělství se pohybují v rozmezí 5,17 – 5,64, tyto hodnoty značí půdy kyselé.

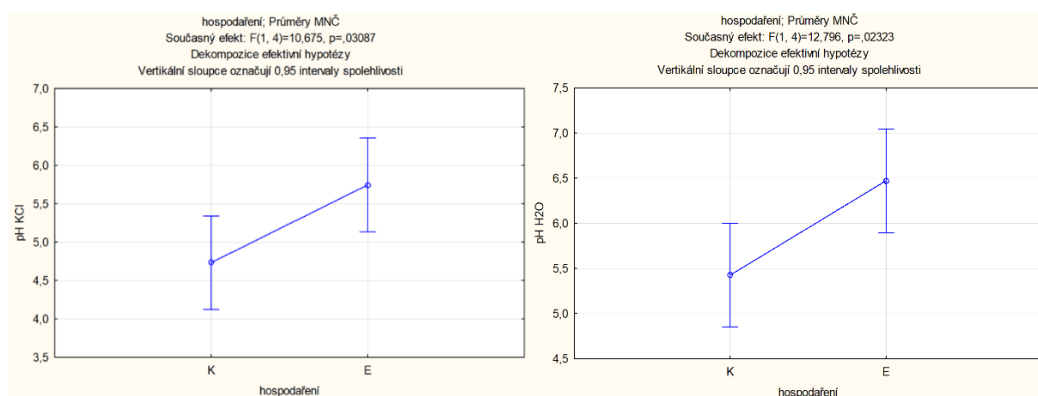
Hodnoty aktivní půdní reakce pH (H₂O) v ekologickém zemědělství se pohybují v rozmezí 5,93 – 7,71, tyto hodnoty značí půdy slabě kyselé až neutrální.

Obr. č. 5. 2 Graf výsledků hodnot aktivní půdní reakce pH (H₂O)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že výměnné i aktivní půdní reakce jsou nižší v konvenčně obdělávaném hospodaření než v ekologickém. Tyto rozdíly byly statisticky významné (hodnota $p = 0,030870$ (pH KCl) respektive hodnota $p = 0,023227$ (pH H₂O)). Výsledné tabulky statistického šetření jsou v příloze 1 a 2. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami různých hospodaření (Obr. 5.3).

Obr. č. 5. 3 Porovnání výsledků výměnné (a) a aktivní (b) půdní reakce pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



a)

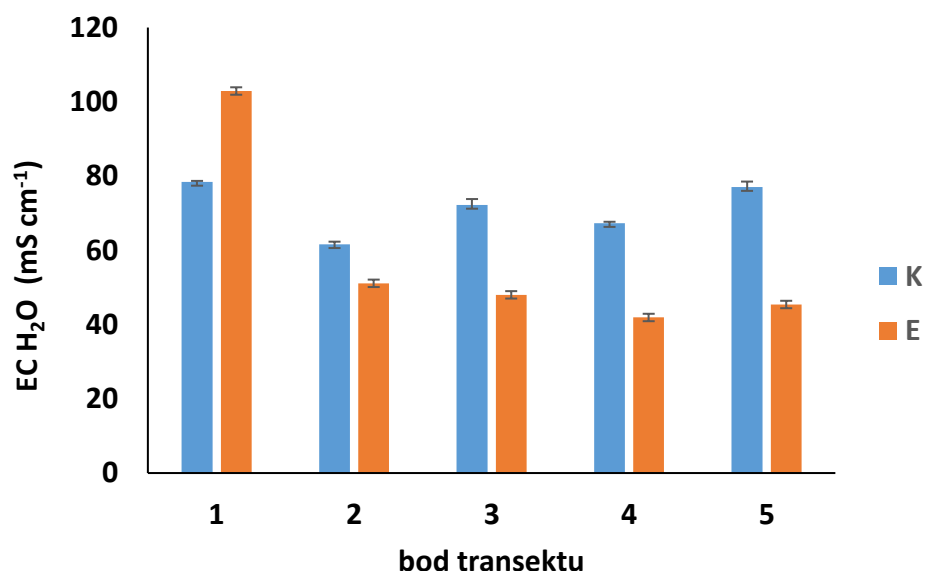
b)

Výsledky grafu (Obr. 5.4) ukazují, že nejvyšší hodnota salinity EC (H₂O) 102,9 (mS cm⁻¹) byla naměřena v ekologickém zemědělství (E1), ostatní hodnoty se však pohybují níže než v konvenčním zemědělství. Průměrné hodnoty EC (H₂O) v konvenčním zemědělství se pohybují v rozmezí (K2) 61,6– 78,4 (mS cm⁻¹) (K1).

Z rozmezí hodnot salinity EC (H₂O) v konvenčním zemědělství vyplývají půdy zvýšené zatížení solemi.

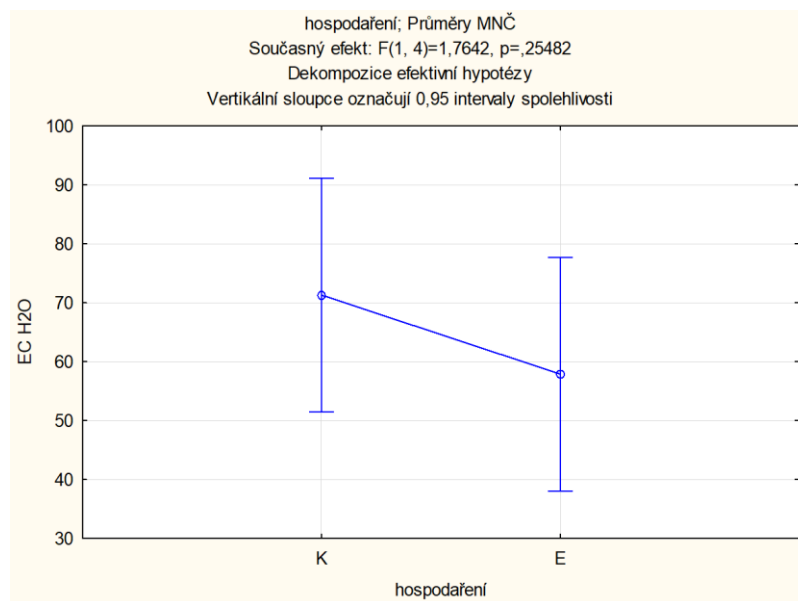
Z rozmezí hodnot salinity EC (H₂O) v ekologickém zemědělství vyplývají půdy bez negativních účinků soli.

Obr. č. 5. 4 Graf výsledných hodnot salinity EC (H₂O)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že salinita je nižší v konvenčně obdělávaném hospodaření než v ekologickém. Tyto rozdíly nebyly statisticky významné. Výsledné tabulky statistického šetření jsou v příloze 3. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami různých hospodaření (Obr.5.5).

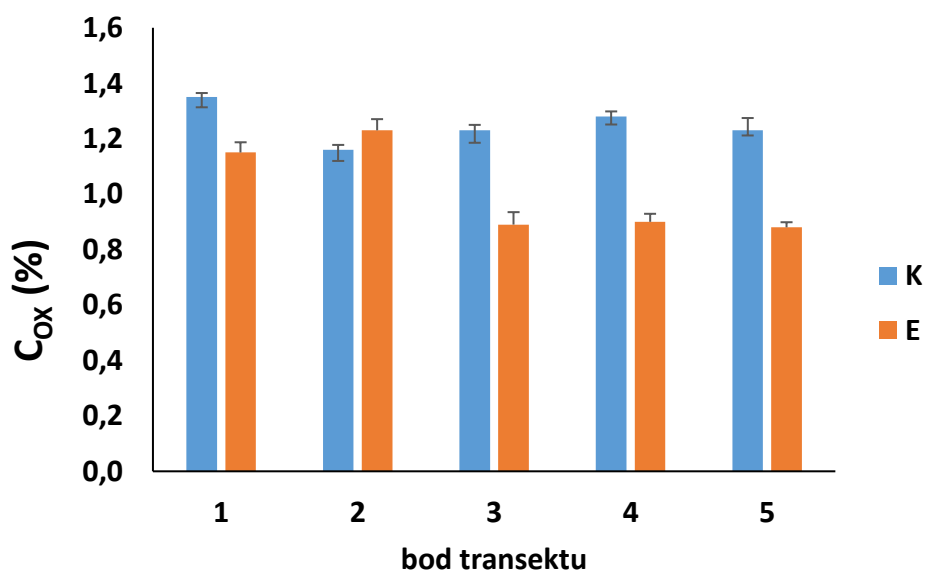
Obr. č. 5. 5 Porovnání výsledků salinity pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



Hodnoty oxidovatelného uhlíku C_{ox} v grafu (Obr. 5.6) se v konvenčním zemědělství pohybují v rozmezí 1,16 % (K2) – 1,35 % (K1) a celkově jsou vyšší než v zemědělství ekologickém, kde se výsledné hodnoty pohybují v rozmezí 0,88 % (E5) – 1,23 % (E2).

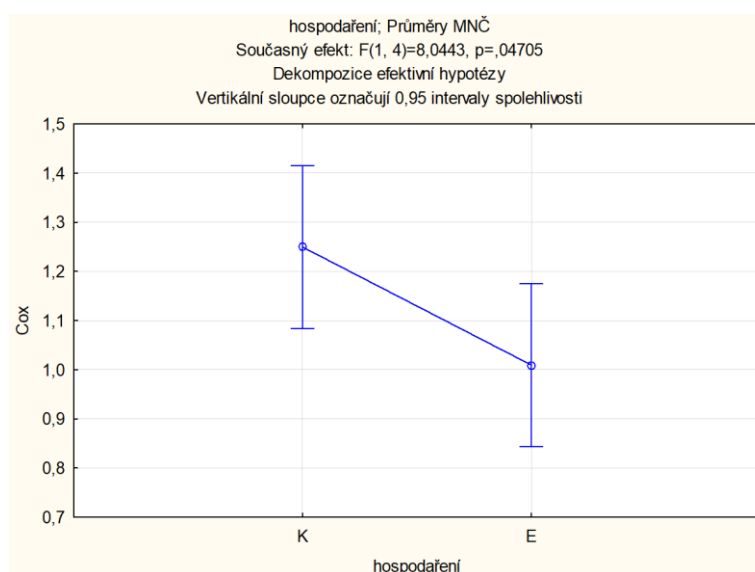
Výsledné hodnoty u obou zemědělství jsou si velmi podobné a půdy mají nízký až střední obsah organického uhlíku C_{ox} .

Obr. č. 5. 6 Graf výsledných hodnot oxidovatelného uhlíku C_{ox}



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že obsah oxidovatelného dusíku je vyšší v konvenčně obdělávaném hospodaření než v ekologickém. Tyto rozdíly byly statisticky významné (hodnota $p = 0,047046$). Výsledná tabulka statistického šetření je v příloze 4. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami různých hospodaření (Obr. 5.7).

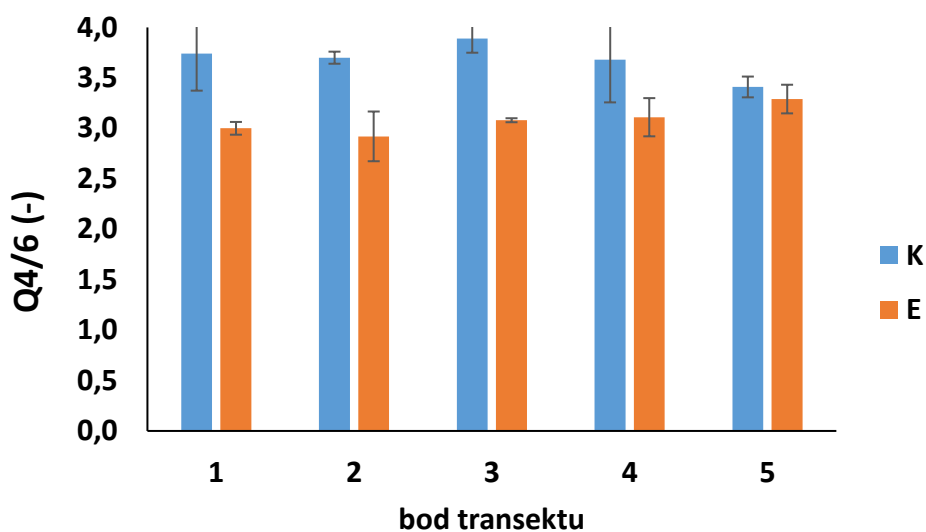
Obr. č. 5. 7 Porovnání výsledků oxidovatelného uhlíku pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



Výsledky grafu (Obr. 5.8) ukazují, že nejvyšší hodnota kvality organické hmoty Q4/6 3,89 byla naměřena v konvenčním zemědělství (K3), nejvyšší hodnota v ekologickém zemědělství (E5) je 3,29. Všechny naměřené hodnoty jak v konvenčním, tak v ekologickém zemědělství jsou si velmi podobné.

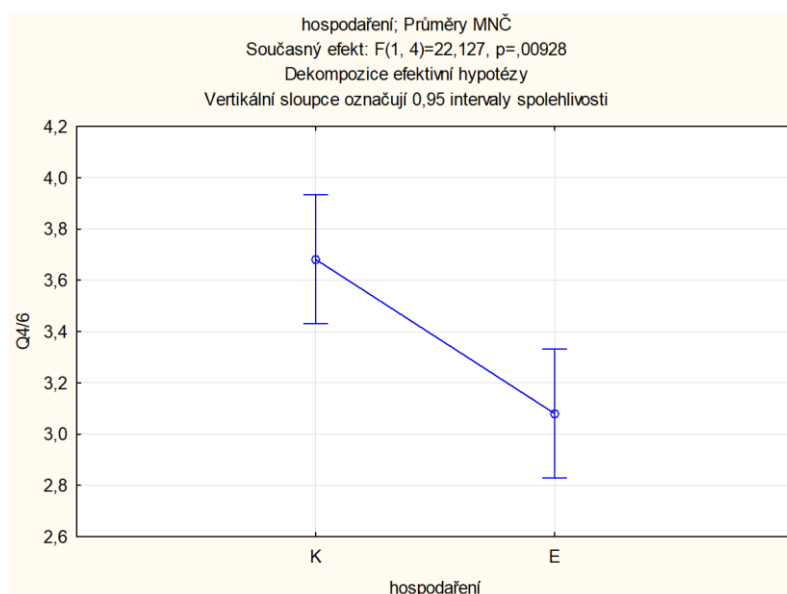
Dle hodnotící stupnice stanovení obsahu humusu mají obě zemědělské půdy vysoký obsah půdní organické hmoty.

Obr. č. 5. 8 Graf výsledných hodnot kvality organické hmoty Q4/6



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že obsah kvality organické hmoty je vyšší v konvenčně obdělávaném hospodaření než v ekologickém. Tyto rozdíly byly statisticky významné (hodnota $p = 0,009281$). Výsledná tabulka statistického šetření je v příloze 5. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami různých hospodaření (Obr. 5.9).

Obr. č. 5. 9 Porovnání výsledku kvality organické hmoty pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



5.3 STANOVENÍ OBSAHU ŽIVIN

Výsledné hodnoty obsahu živin jsou v Tab. 5.2.

Tab. 5. 2 Výsledné hodnoty obsahu živin prvků-fosforu (P), draslíku (K), hořčíku (Mg), vápníku (Ca) a síry (S)

vzorek	P	Mg	K	Ca	S
	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)
K1	87.37	107.4	260.6	924.2	10.68
K2	78.43	137.5	231.1	1 098	9.079
K3	71.04	109.2	206.6	912.2	12.32
K4	65.79	131.6	259.3	1 088	12.46
K5	58.61	152.2	218.2	1 434	12.77
E1	50.75	81.01	197.5	3 492	8.545
E2	47.99	148.2	168.6	1 667	7.581
E3	37.71	113.0	152.0	1 254	7.486
E4	28.95	131.6	125.6	1 322	7.494
E5	28.30	114.8	185.9	1 261	11.15

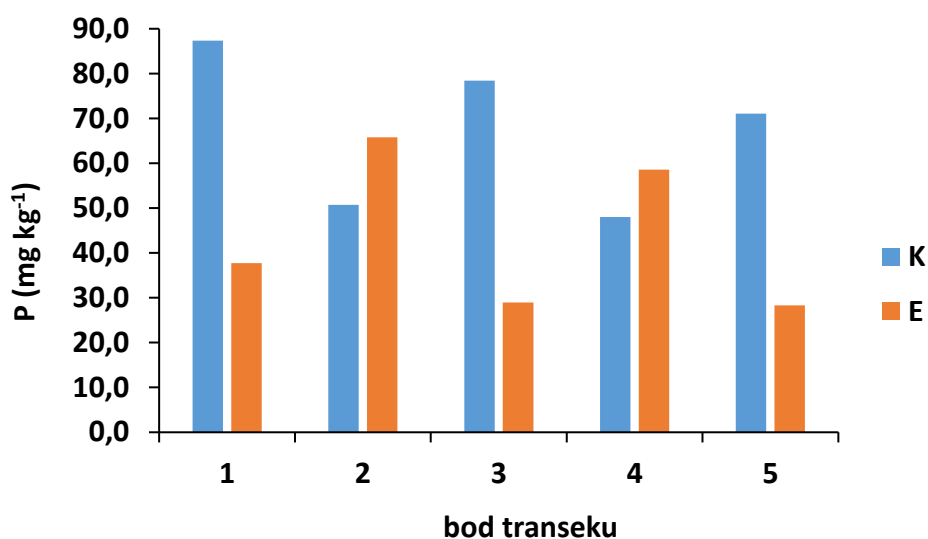
Z následujících grafů (Obr. 5.10-5.18) vyplývají hodnoty obsahu jednotlivých živin P, K, Mg, Ca a S.

Naměřené koncentrace fosforu (P) jsou v konvenčním zemědělství vyšší než v ekologickém zemědělství (Obr. 5.10). Nejvyšší hodnota koncentrace fosforu (P) v konvenčním zemědělství (K1) je 87,37 mg.kg⁻¹, nejnižší koncentrace naměřená v transektu K5 je 58,61 mg.kg⁻¹. V ekologickém zemědělství je nejvyšší naměřená koncentrace (E1) 50,75 mg.kg⁻¹, nejnižší hodnota (E5) je 28,30 mg.kg⁻¹.

Hodnoty koncentrace fosforu (P) v konvenčním zemědělství se pohybují v rozmezí 58,61-87,37 mg.kg⁻¹, obsah této živiny v půdě je dle Tab. 4.6 hodnocen jako dobrý, v nejvyšší naměřené koncentraci pak vyhovující.

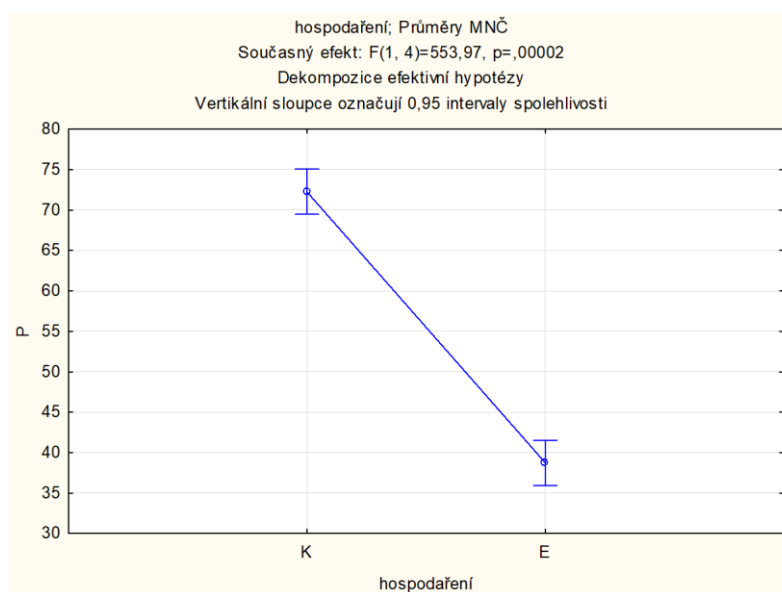
Hodnoty koncentrace fosforu (P) v ekologickém zemědělství se pohybují v rozmezí 28,30-50,75 mg.kg⁻¹, obsah této živiny v půdě je dle Tab. 4.6 hodnocen jako nízký.

Obr. č. 5. 10 Graf výsledných hodnot fosforu (P)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že koncentrace fosforu je vyšší v konvenčně obdělávaném hospodaření než v ekologickém. Tyto rozdíly byly statisticky významné (hodnota $p = 0,00019$) jak pro hospodaření, tak i pro vliv pozice ve svahu (hodnota $p = 0,001399$). Výsledná tabulka statistického šetření je v příloze 6. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami různých hospodaření (Obr. 5.11).

Obr. č. 5. 11 Porovnání výsledku koncentrace fosforu (P) pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce

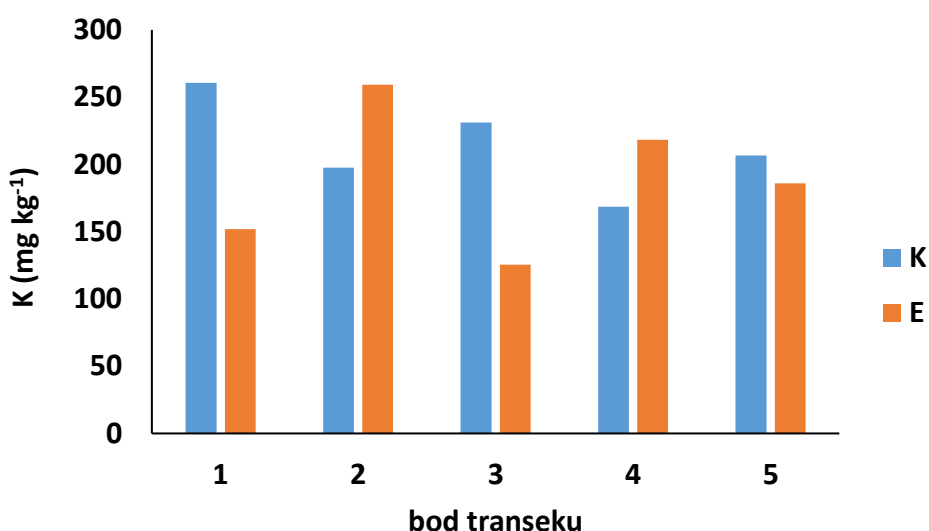


V grafu (Obr. 5.12) vidíme, že naměřené koncentrace draslíku (K) jsou v konvenčním zemědělství vyšší než v ekologickém zemědělství. Nejvyšší hodnota koncentrace draslíku (K) v konvenčním zemědělství (K1) je $260,6 \text{ mg.kg}^{-1}$, nejnižší naměřená koncentrace (K3) je $206,6 \text{ mg.kg}^{-1}$. V ekologickém zemědělství je nejvyšší naměřená koncentrace (E1) $197,5 \text{ mg.kg}^{-1}$, nejnižší hodnota (E4) je $125,6 \text{ mg.kg}^{-1}$.

Hodnoty koncentrace draslíku (K) v konvenčním zemědělství obsahem této živiny v půdě odpovídají dle Tab. 4.6 hodnocení dobrý.

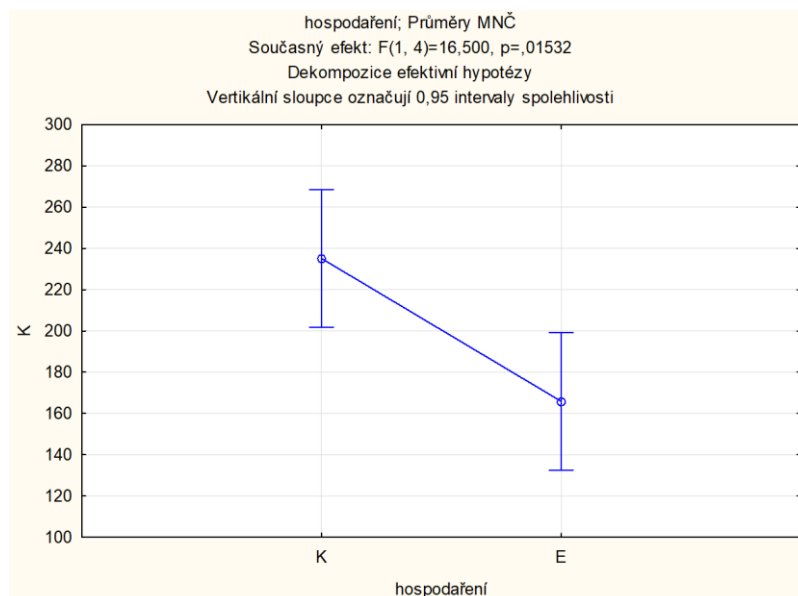
Hodnoty koncentrace draslíku (K) v ekologickém zemědělství obsahem této živiny v půdě odpovídají dle Tab. 4.6 hodnocení vyhovující až dobrý.

Obr. č. 5. 12 Graf výsledných hodnot draslíku (K)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že koncentrace draslíku je vyšší v konvenčně obdělávaném hospodaření než v ekologickém. Tyto rozdíly byly statisticky významné (hodnota $p = 0,015324$). Výsledná tabulka statistického šetření je v příloze 7. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami různých hospodaření (Obr. 5.13).

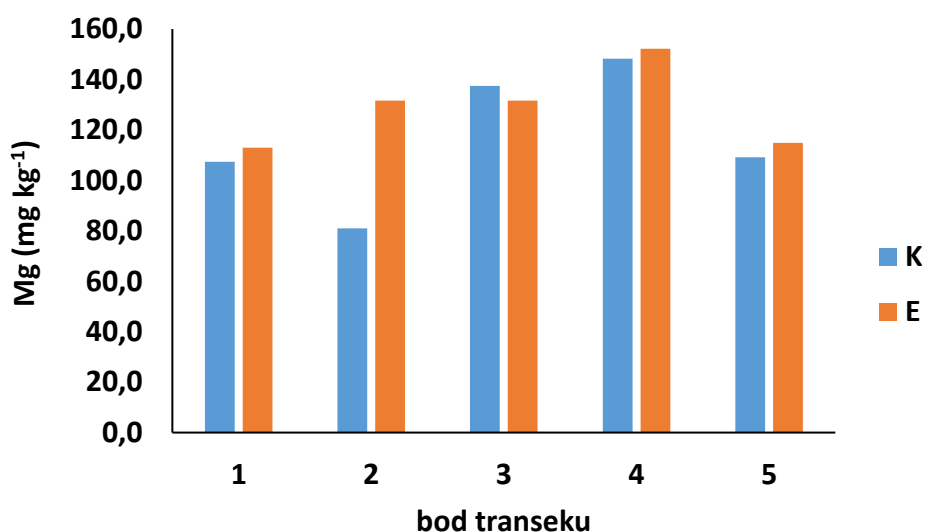
Obr. č. 5. 13 Porovnání výsledku koncentrace draslíku (K) pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



Naměřené koncentrace hořčíku (Mg) jsou v konvenčním zemědělství vyšší než v ekologickém zemědělství (Obr. 5.14). Nejvyšší hodnota koncentrace hořčíku (Mg) v konvenčním zemědělství (K5) je 152,2 mg.kg⁻¹, nejnižší naměřená koncentrace (K1) je 107,4 mg.kg⁻¹. V ekologickém zemědělství je nejvyšší naměřená koncentrace (E2) 148,2 mg.kg⁻¹, nejnižší hodnota (E1) je 81,01 mg.kg⁻¹.

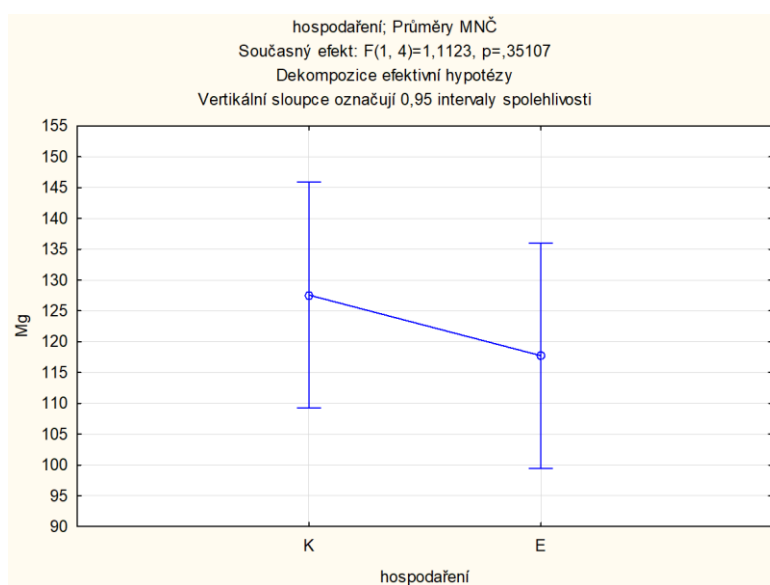
Výsledné koncentrace u konvenčního i ekologického hospodaření mají podobné hodnoty a obsahem této živiny v půdě se dle Tab. 4.6 hodnotí jako vyhovující.

Obr. č. 5. 14 Graf výsledných hodnot hořčíku (Mg)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že koncentrace hořčíku je vyšší v konvenčně obdělávaném hospodaření než v ekologickém. Tyto rozdíly nebyly statisticky významné. Výsledná tabulka statistického šetření je v příloze 8. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami různých hospodaření (Obr. 5.15).

Obr. č. 5. 15 Porovnání výsledku koncentrace hořčíku (Mg) pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce

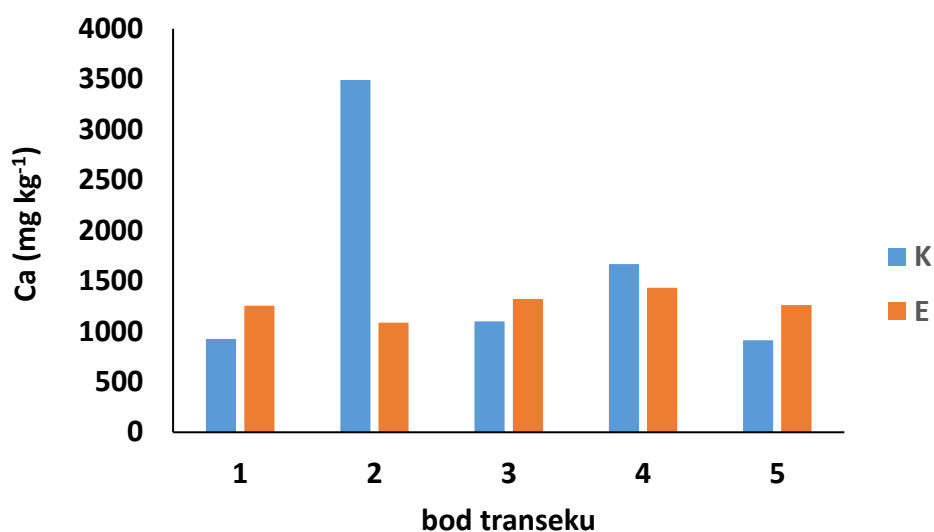


Hodnoty koncentrace vápníku (Ca) v grafu (Obr. 5.16) se v ekologickém zemědělství pohybují v rozmezí 1254 (E3) – 3492 mg.kg⁻¹ (E1) a celkově jsou vyšší než v zemědělství konvenčním, kde se výsledné hodnoty pohybují v rozmezí 912,2 (K3) – 1434 mg.kg⁻¹ (K5).

Hodnoty koncentrace vápníku (Ca) v konvenčním zemědělství obsahem této živiny v půdě odpovídají dle Tab. 4.6 hodnocení vyhovující.

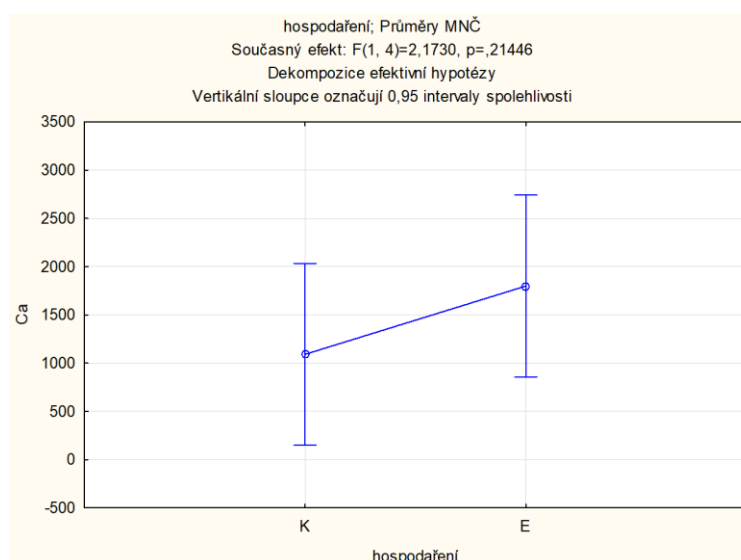
Hodnoty koncentrace vápníku (Ca) v ekologickém zemědělství obsahem této živiny v půdě odpovídají dle Tab. 4.6 hodnocení dobrý, v nejvyšší naměřené koncentraci pak vysoký.

Obr. č. 5. 16 Graf výsledných hodnot vápníku (Ca)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že koncentrace vápníku je vyšší v konvenčně obdělávaném hospodaření než v ekologickém. Tyto rozdíly byly statisticky významné (hodnota $p = 0,017980$). Výsledná tabulka statistického šetření je v příloze 9. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami různých hospodaření (Obr. 5.17).

Obr. č. 5. 17 Porovnání výsledku koncentrace vápníku (Ca) pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



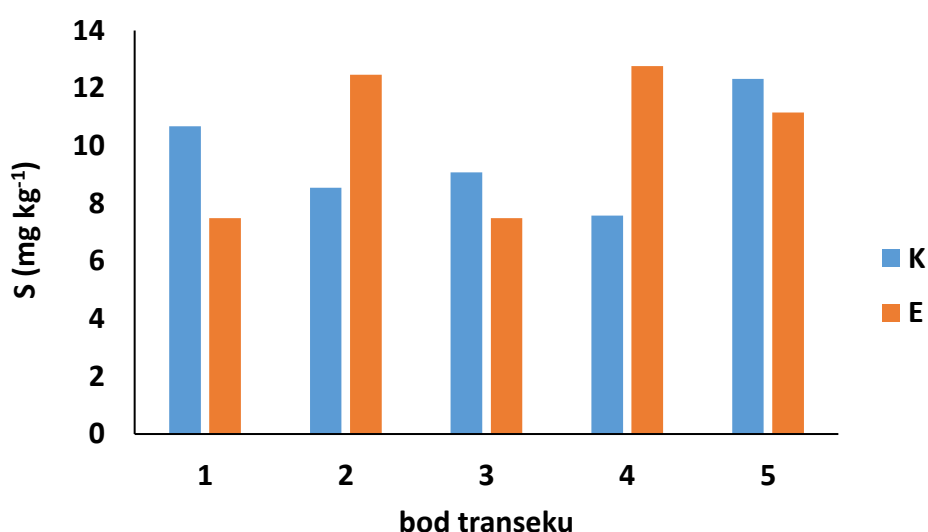
Naměřené koncentrace síry (S) jsou v konvenčním zemědělství vyšší než v ekologickém zemědělství (Obr. 5.18). Nejvyšší hodnota koncentrace síry (S)

v konvenčním zemědělství (K4) je $12,46 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, nejnižší naměřená koncentrace (K2) je $9,079 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. V ekologickém zemědělství je nejvyšší naměřená koncentrace (E1) $8,545 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, nejnižší hodnota (E3) je $7,486 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$.

Hodnoty koncentrace síry (S) v konvenčním zemědělství obsahem této živiny v půdě odpovídají dle Tab. 4.7 hodnocení nízký - N.

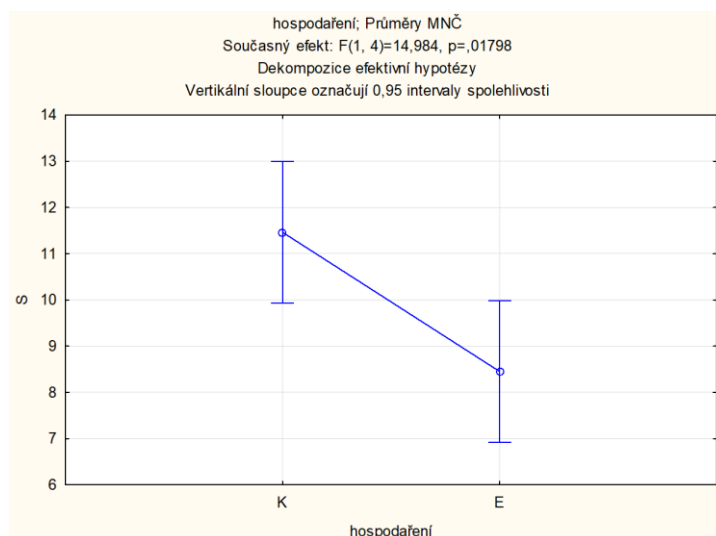
Hodnoty koncentrace síry (S) v ekologickém zemědělství obsahem této živiny v půdě odpovídají dle Tab. 4.7 hodnocení velmi nízký - VN.

Obr. č. 5. 18 Graf výsledných hodnot síry (S)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že koncentrace síry je vyšší v konvenčně obdělávaném hospodaření než v ekologickém. Tyto rozdíly byly statisticky významné (hodnota $p = 0,017980$). Výsledná tabulka statistického šetření je v příloze 10. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami různých hospodaření (Obr. 5.19).

Obr. č. 5. 19 Porovnání výsledku koncentrace síry (S) pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



5.4 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

Výsledné průměrné hodnoty základních fyzikálních vlastností a jejich směrodatné odchylky jsou v Tab. 5.3.

Tab. 5. 3 Výsledné hodnoty specifické hmotnosti (ρz), objemové hmotnosti (ρD), pórovitosti, zrnitosti a určení půdního druhu

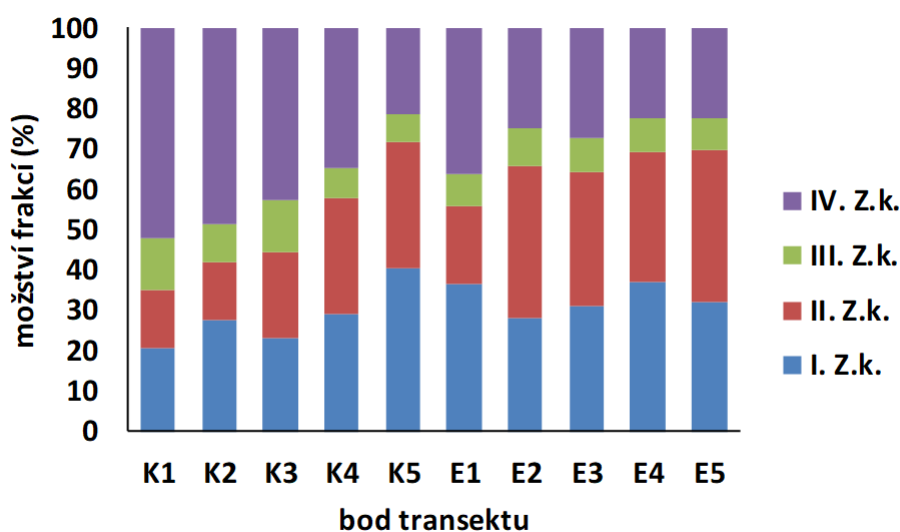
vzorek	ρz (g cm ⁻¹)	ρD (g cm ⁻¹)	P (-)	půdní druh	I. z.k. (<0,01 mm) (%)	II. z.k. (0,01 - 0,05 mm) (%)	III. z.k. (0,05 - 0,1 mm) (%)	IV. z.k. (0,1 - 2 mm) (%)
K1	2.541±0.023	1.66±0,040	0.35±0,015	písčitohlinitá	20.55	14.46	12.95	52.03
K2	2.451±0.000	1.43±0,105	0.41±0,040	písčitohlinitá	27.72	14.24	9.21	48.81
K3	2.513±0.018	1.29±0,071	0.49±0,027	písčitohlinitá	23.16	21.05	13.13	42.64
K4	2.482±0.061	1.25±0,075	0.50±0,028	písčitohlinitá	29.27	28.33	7.67	34.71
K5	2.488±0.035	1.40±0,094	0.44±0,036	hlinitá	40.29	31.55	6.66	21.48
E1	2.504±0.058	1.35±0,126	0.46±0,048	hlinitá	36.59	19.41	7.94	36.04
E2	2.500±0.018	1.43±0,045	0.43±0,017	písčitohlinitá	28.3	37.49	9.61	24.59
E3	2.497±0.031	1.36±0,054	0.45±0,020	hlinitá	31.09	33.21	8.46	27.22
E4	2.528±0.005	1.32±0,127	0.48±0,048	hlinitá	37.09	32.33	8.23	22.33
E5	2.532±0.018	1.40±0,116	0.45±0,044	hlinitá	32.08	37.46	8.09	22.35

Naměřené hodnoty zrnitostního složení částic u konvenčního a ekologického zemědělství ukazuje graf (Obr. 5.20). Naměřené hodnoty částic menších než 0,01 mm určené dle Nováka v konvenčním zemědělství jsou pro (K1) 20,55 %, pro (K2) 27,72 %, pro (K3) 23,16 %, pro (K4) 29,27 % a pro (K5) 40,29 %. Naměřené hodnoty částic menších než 0,01 mm dle Nováka v ekologickém zemědělství jsou pro (E1) 36,59 %, pro (E2) 28,3 %, pro (E3) 31,09 %, pro (E4) 37,09 % a pro (E5) 32,08 %.

Výsledná klasifikace půdního vzorku v konvenčním zemědělství zařazuje půdy dle Tab. 4.8 dle frakcí na písčitohlinitá, dle procentuálního hodnocení 20-30 % pak druh půdy jako středně těžké půdy.

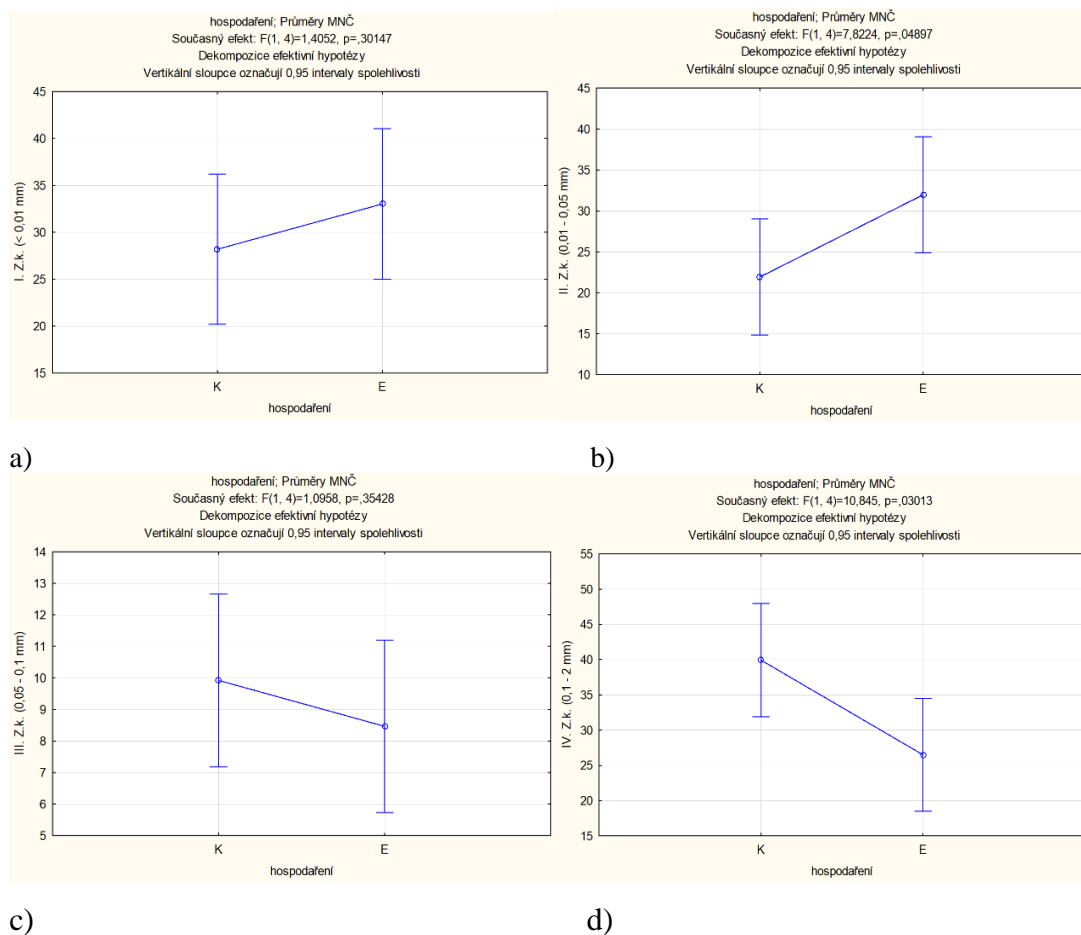
Výsledná klasifikace půdního vzorku v konvenčním zemědělství zařazuje půdy dle Tab. 4.8 dle frakcí na hlinitá, dle procentuálního hodnocení 30-40 % pak druh půdy jako středně těžké půdy.

Obr. č. 5. 20 Graf výsledných hodnot zrnitosti (Z.k. I.-IV.)



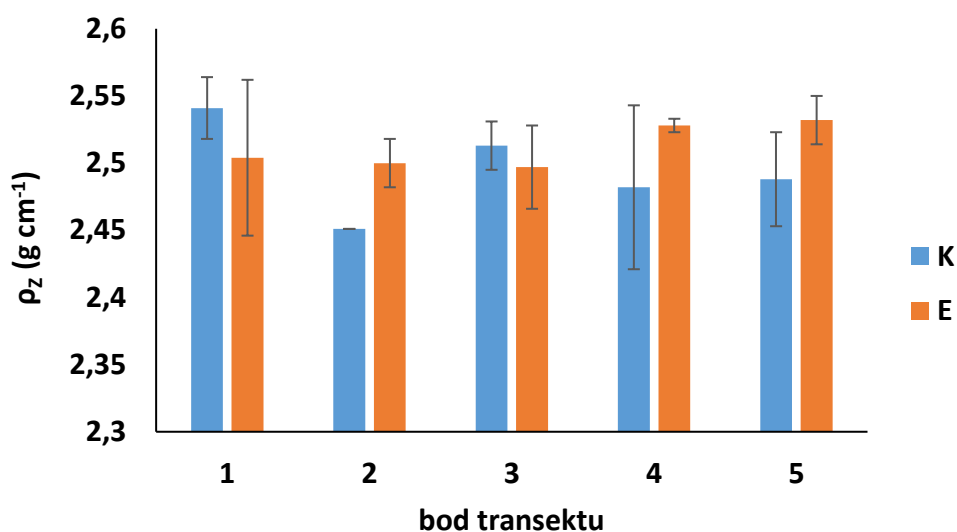
Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že hodnoty zrnitostního složení jsou pro I. (< 0,01 mm) a II. Z.k (0,01-0,05 mm) nižší v konvenčně obdělávaném hospodaření, pro III. (0,05-0,1 mm) a IV. Z.k (0,01-2 mm) naopak v konvenčně obdělávaném hospodaření vyšší než v ekologickém. Tyto rozdíly byly pro II. a IV. Z.k statisticky významné. Pro II. Z.k (hodnota $p = 0,048968$) a (hodnota $p = 0,030126$) pro IV. Z.k Výsledné tabulky statistického šetření jsou v příloze 11-14. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami obou hospodaření (Obr. 5.21).

Obr. č. 5. 21 Porovnání výsledků zrnitosti Z.k. I (a), Z.k. II (b), Z.k. III (c), Z.k. IV (d), pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



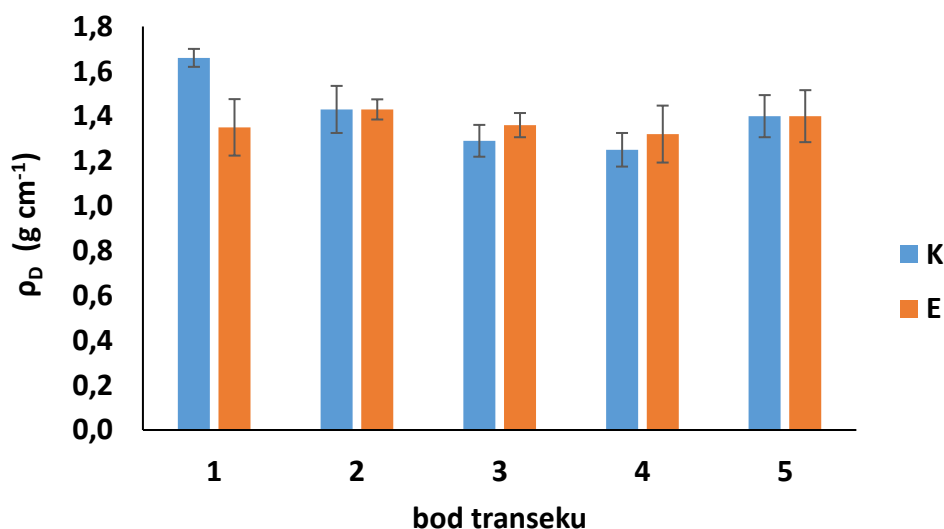
Výsledky grafu (Obr. 5.22) ukazují, že nejvyšší hodnota specifické hmotnosti (ρ_z) 2,541 byla naměřena v konvenčním zemědělství (K1), nejvyšší hodnota v ekologickém zemědělství (E5) je 2,532. Všechny naměřené hodnoty jak v konvenčním, tak ekologickém zemědělství jsou si velmi podobné.

Obr. č. 5. 22 Graf výsledných hodnot specifických hmotností (ρ_z)



Výsledky grafu (Obr. 5.23) ukazují, že hodnoty objemové hmotnosti (ρ_d) v konvenčním zemědělství se pohybují ve stejných hodnotách, jako v ekologickém zemědělství. Nejvyšší hodnota objemové hmotnosti (ρ_d) v konvenčním zemědělství (K1) je 1,66 nejnižší hodnota (K4) je 1,25, v ekologickém zemědělství je nejvyšší hodnota (E2) 1,43, nejnižší (E4) pak 1,32.

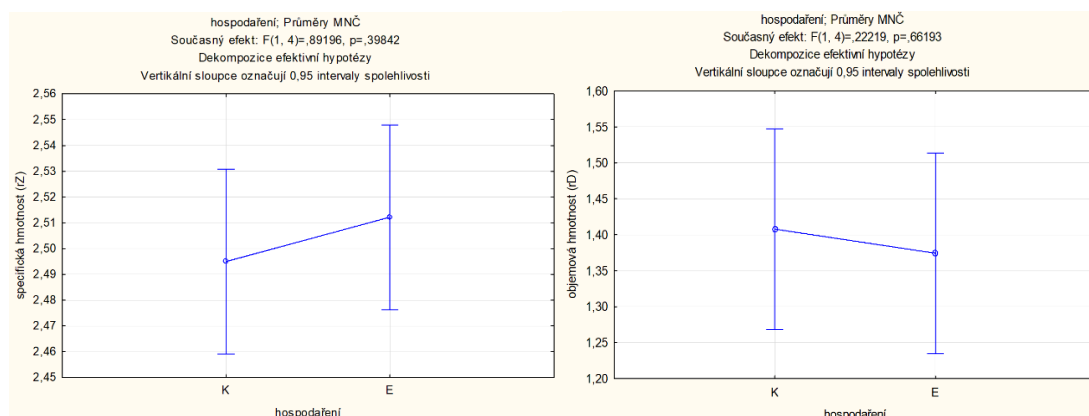
Obr. č. 5. 23 Graf výsledných hodnot objemových hmotností (ρ_d)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že hodnota specifické hmotnosti je nižší v konvenčně

obdělávaném hospodaření než v ekologickém a hodnota objemové hmotnosti je vyšší v konvenčně obdělávaném hospodaření než v ekologickém. Tyto rozdíly nebyly statisticky významné. Výsledné tabulky statistického šetření jsou v příloze 15 a 16. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami obou hospodaření (Obr. 5.24).

Obr. č. 5. 24 Porovnání výsledků specifické (a) a objemové (b) hmotnosti pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce

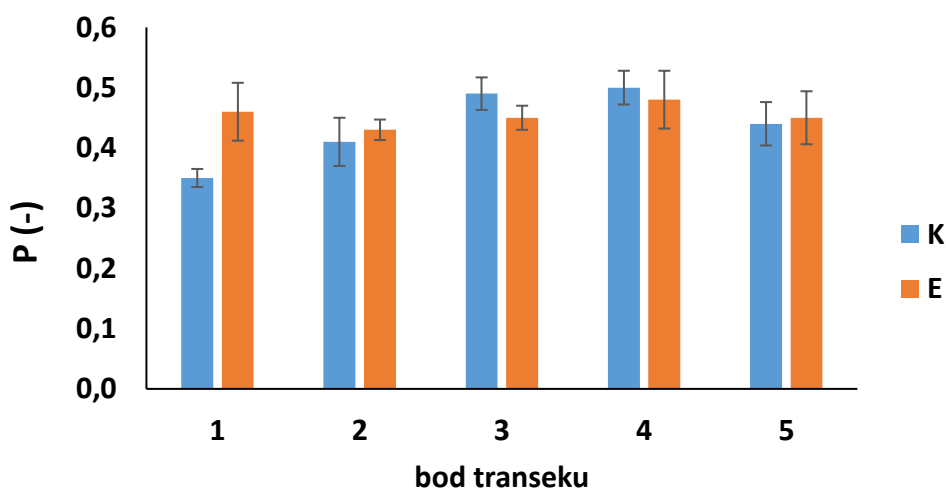


a)

b)

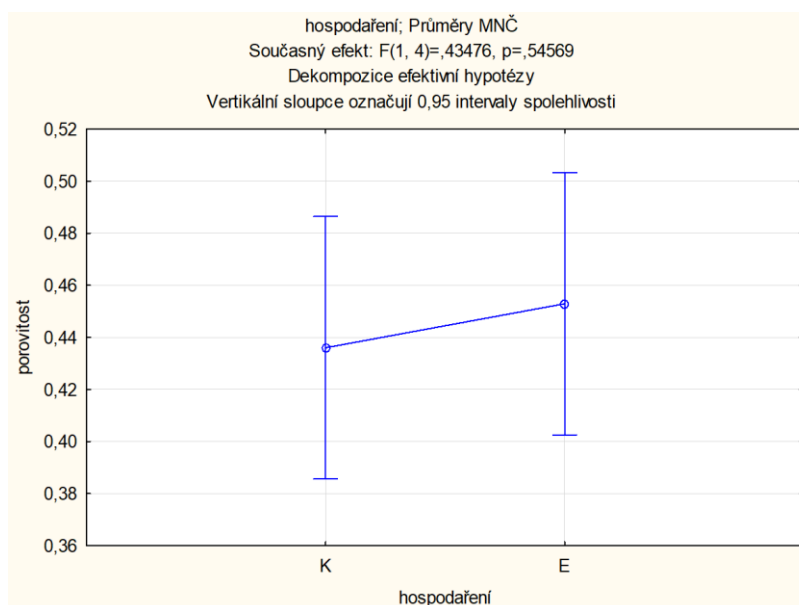
Výsledky grafu (Obr. 5.25) ukazují, že nejvyšší hodnota pórovitosti (P) 0,50 byla naměřena v konvenčním zemědělství (K4), nejvyšší hodnota v ekologickém zemědělství (E4) je 0,48. Všechny naměřené hodnoty jak v konvenčním, tak ekologickém zemědělství jsou si velmi podobné.

Obr. č. 5. 25 Graf výsledných hodnot pórovitosti (P)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že hodnota pórovitosti je vyšší v ekologicky obdělávaném hospodaření než v konvenčně obdělávaném hospodaření. Tyto rozdíly nebyly statisticky významné. Výsledná tabulka statistického šetření je v příloze 17. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami obou hospodaření (Obr. 5.26).

Obr. č. 5. 26 Porovnání výsledků pórovitosti pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



5.5 HYDRO-FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

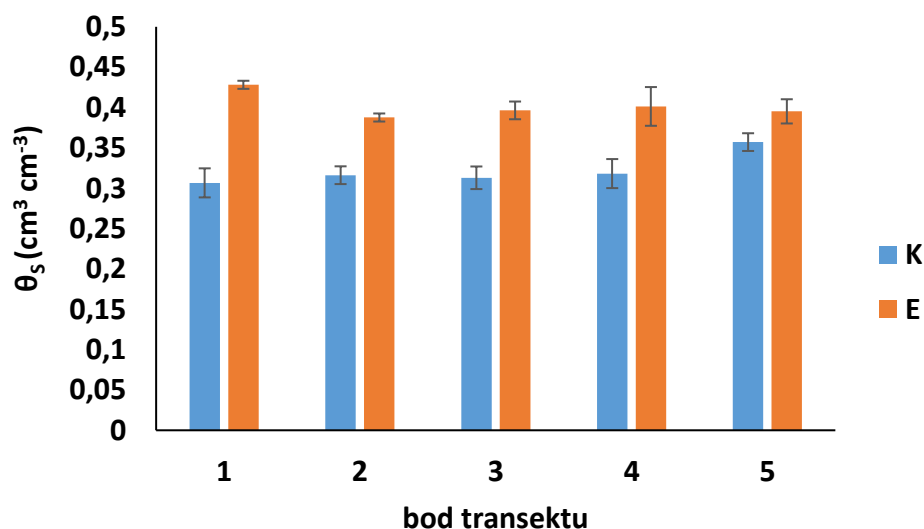
Výsledné průměrné hodnoty parametrů retenčních čar půdní vlhkosti a vypočtené inflexní body a jejich směrodatné odchylky jsou v Tab. 5.4.

Tab. 5. 4 Výsledné průměrné hodnoty nasycené půdní vlhkosti (θ_s), residuální vlhkosti půdy (θ_R), retenční čáry půdní vlastnosti (α) a (n), inflexních bodů (H_{INF}), (θ_{INF}) a (S_{INF})

θ_R ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	θ_s ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	α (-)	n (-)	H_{INF} (cm)	θ_{INF} ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	S_{INF} (-)
0.1816±0,005	0.3066±0,018	0.0103±0,003	1.6515±0,230	170.7	0.2576	0.0355
0.1761±0,015	0.3161±0,011	0.0242±0,005	1.6485±0,135	72.8	0.2612	0.0396
0.1726±0,015	0.3129±0,014	0.0251±0,003	1.5220±0,038	80.6	0.2604	0.0341
0.1766±0,016	0.3181±0,018	0.0315±0,005	1.3869±0,058	79.7	0.2692	0.0280
0.2138±0,009	0.3571±0,011	0.0223±0,005	1.3828±0,052	113.4	0.3076	0.0281
0.2207±0,011	0.4281±0,005	0.0180±0,003	1.5758±0,085	105.4	0.3489	0.0540
0.2076±0,014	0.3876±0,005	0.0142±0,006	1.4704±0,123	152.8	0.3220	0.0408
0.2125±0,004	0.3964±0,011	0.0166±0,003	1.5558±0,072	116.5	0.3266	0.0467
0.1860±0,019	0.4013±0,024	0.0198±0,006	1.5286±0,243	101.4	0.3206	0.0529
0.1991±0,014	0.3952±0,015	0.0252±0,007	1.4140±0,155	94.8	0.3260	0.0407

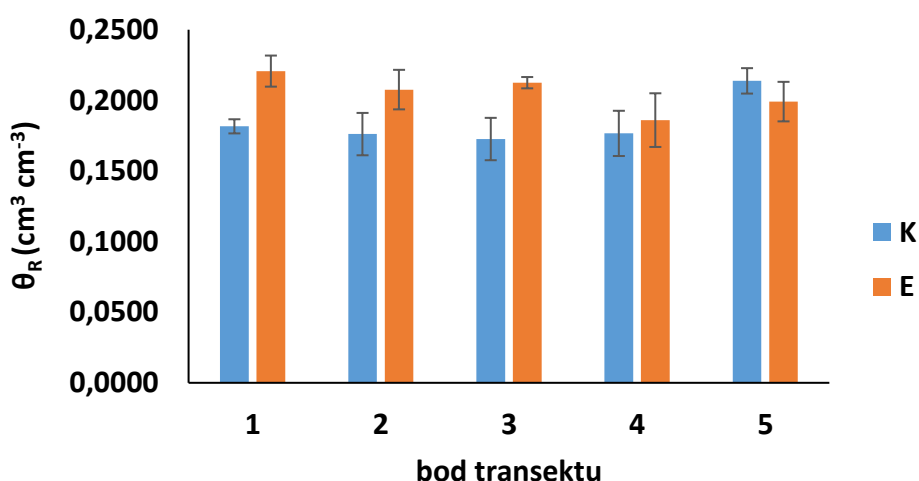
Z grafu (Obr. 5.27) vyplývá, že hodnoty nasycené půdní vlhkosti (θ_s) v ekologickém zemědělství jsou celkově vyšší než v konvenčním zemědělství. Nejvyšší hodnota nasycené vlhkosti půdy (θ_s) v ekologickém zemědělství, odebrána v transektu (E1) je 0,4281 nejnižší hodnota (E2) je 0,3876, v konvenčním zemědělství je nejvyšší hodnota (K5) 0,3571, nejnižší (K1) pak 0,3066.

Obr. č. 5. 27 Graf výsledných hodnot nasycené půdní vlhkosti (θ_s)



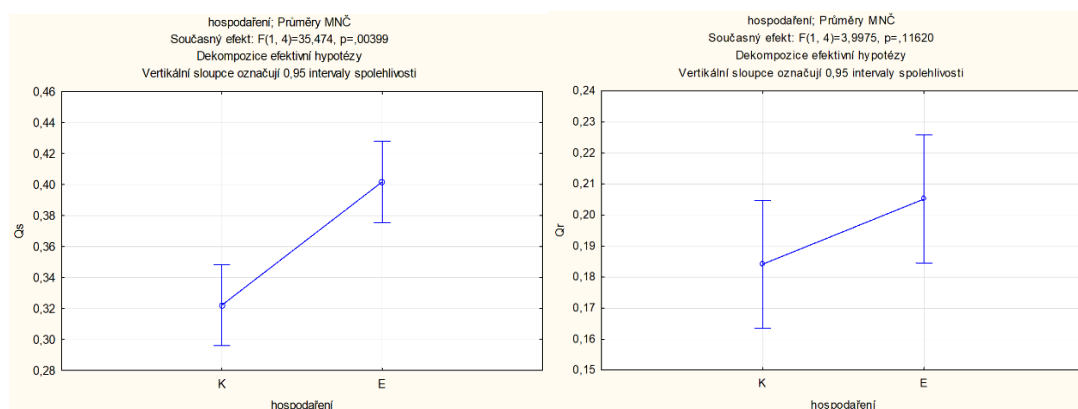
Z grafu (Obr. 5.28) vyplývá, že hodnoty residuální vlhkost půdy (θ_R) v ekologickém zemědělství jsou také celkově vyšší než v konvenčním zemědělství. Nejvyšší hodnota residuální vlhkost půdy (θ_R) v ekologickém zemědělství (E1) je 0,2207 nejnižší hodnota (E4) je 0,1860, v konvenčním zemědělství je nejvyšší hodnota (K5) 0,2138, nejnižší (K3) 0,1726.

Obr. č. 5. 28 Graf výsledných hodnot reziduální vlhkost půdy (θ_R)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že nasycená půdní vlhkost i reziduální vlhkost půdy jsou nižší v konvenčně obdělávaném hospodaření než v ekologickém. Tyto rozdíly byly statisticky významné v nasycené půdní vlhkosti (hodnota $p = 0,003989$), pro reziduální vlhkost statisticky významné nebyly. Výsledné tabulky statistického šetření jsou v příloze 18 a 19. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami obou hospodaření (Obr. 5.29).

Obr. č. 5. 29 Porovnání výsledků nasycené (a) a reziduální (b) půdní vlhkosti pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce

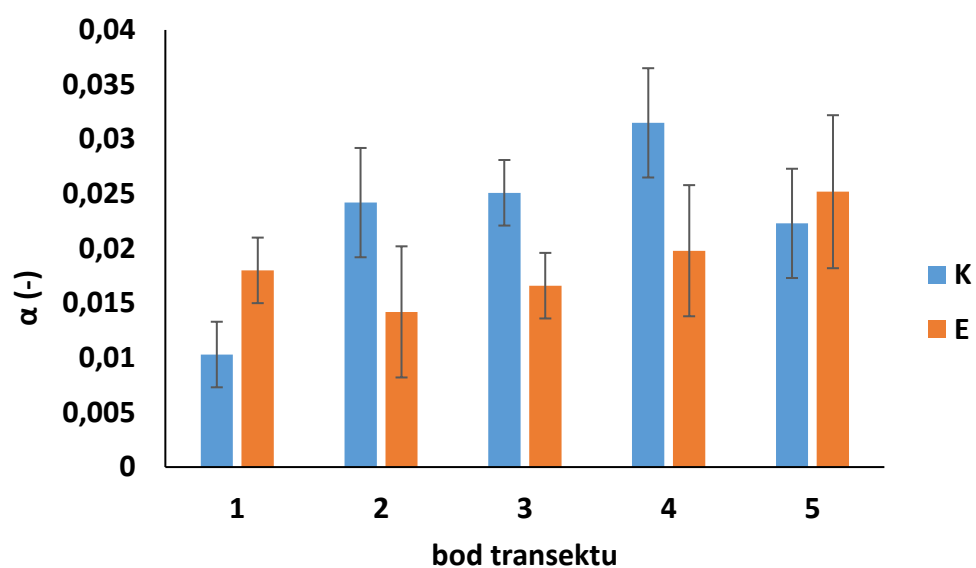


a)

b)

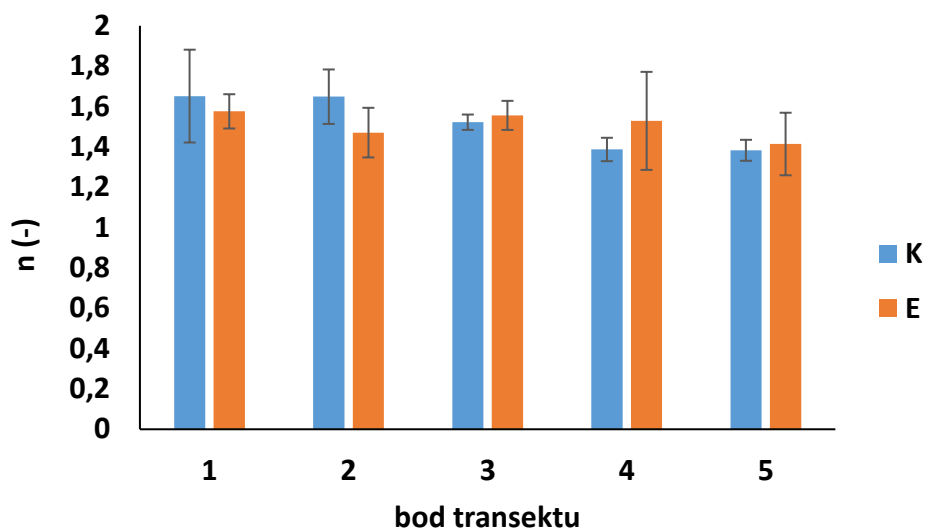
Výsledky grafu (Obr. 5.30) ukazují, že nejvyšší hodnota parametru zakřivení retenční čáry půdní vlhkosti (α) naměřená v konvenčním zemědělství (K4) je 0,0315, nejvyšší hodnota v ekologickém zemědělství (E5) je 0,0252. Nejnižší naměřená hodnota v konvenčním zemědělství (K1) je 0,0103 a v ekologickém (E2) 0,0142. Naměřené hodnoty parametru zakřivení retenční čáry půdní vlhkosti v konvenčním zemědělství jsou celkově vyšší než v ekologickém.

Obr. č. 5. 30 Graf výsledných parametrů zakřivení retenční čáry půdní vlhkosti (α)



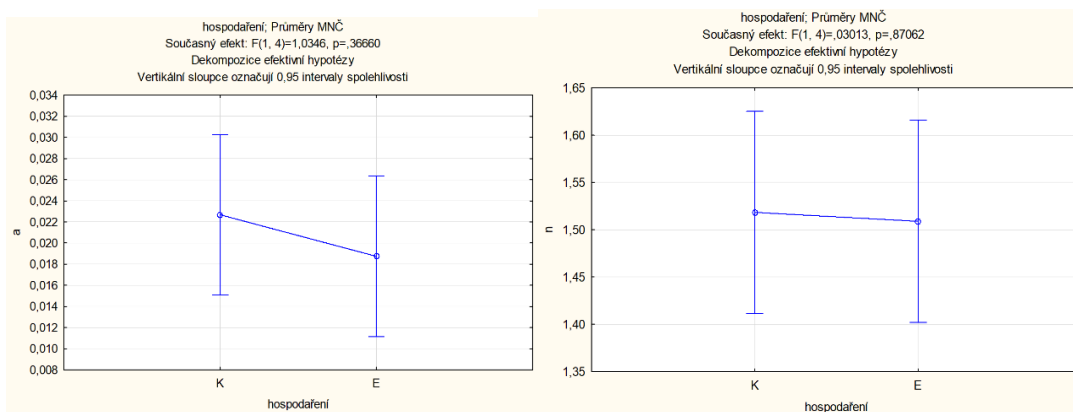
Výsledky grafu (Obr. 5.31) ukazují, že nejvyšší hodnota parametru zakřivení retenční čáry půdní vlhkosti (α) naměřená v konvenčním zemědělství (K4) je 0,0315, nejvyšší hodnota v ekologickém zemědělství (E5) je 0,0252. Nejnižší naměřená hodnota v konvenčním zemědělství (K1) je 0,0103 a v ekologickém (E2) 0,0142. Naměřené hodnoty parametru zakřivení retenční čáry půdní vlhkosti v konvenčním zemědělství jsou celkově vyšší než v ekologickém.

Obr. č. 5. 31 Graf výsledných parametrů zakřivení retenční čáry půdní vlhkosti (n)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že parametry zakřivení retenční čáry půdní vlhkosti (α) a (n) jsou vyšší v konvenčně obdělávaném hospodaření. Tyto rozdíly nebyly statisticky významné. Výsledné tabulky statistického šetření jsou v příloze 20 a 21. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami obou hospodaření (Obr. 5.32).

Obr. č. 5. 32 Porovnání parametrů zakřivení retenční čáry půdní vlhkosti (α) (a) a (n) (b) pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce

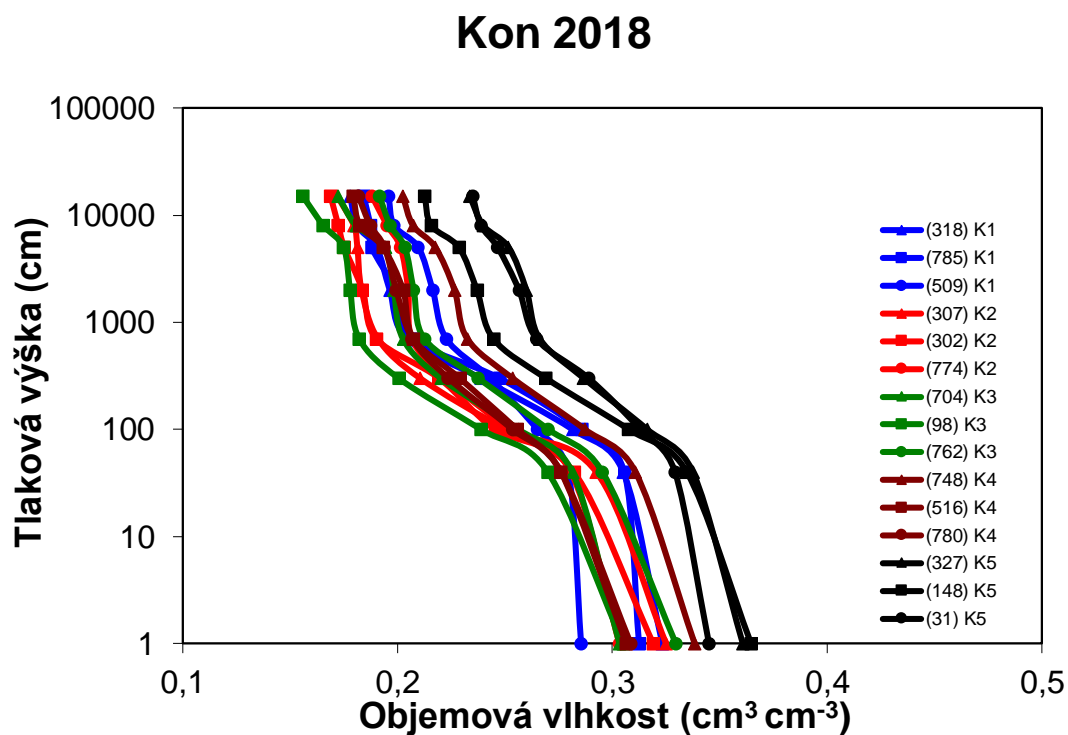


a)

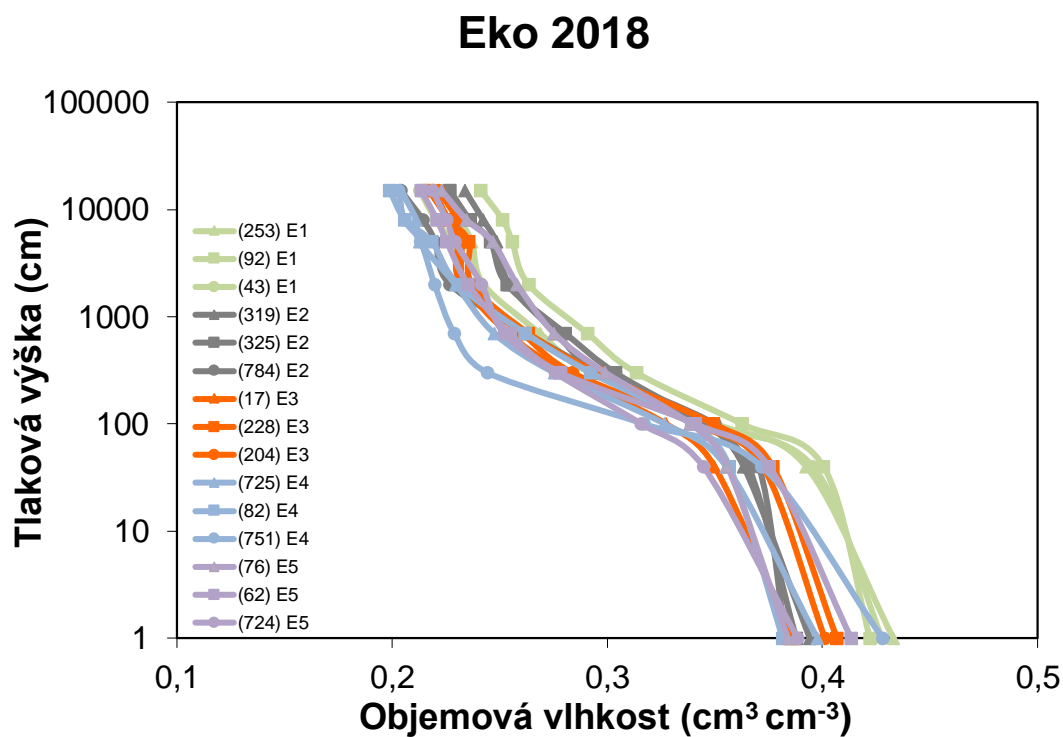
b)

Rozdílné tvary retenčních čar konvenčního a ekologického zemědělství jsou na Obr. 5.33 a Obr. 5.34.

Obr. č. 5. 33 Tvary retenčních čar půdní vlhkosti v konvenčním zemědělství

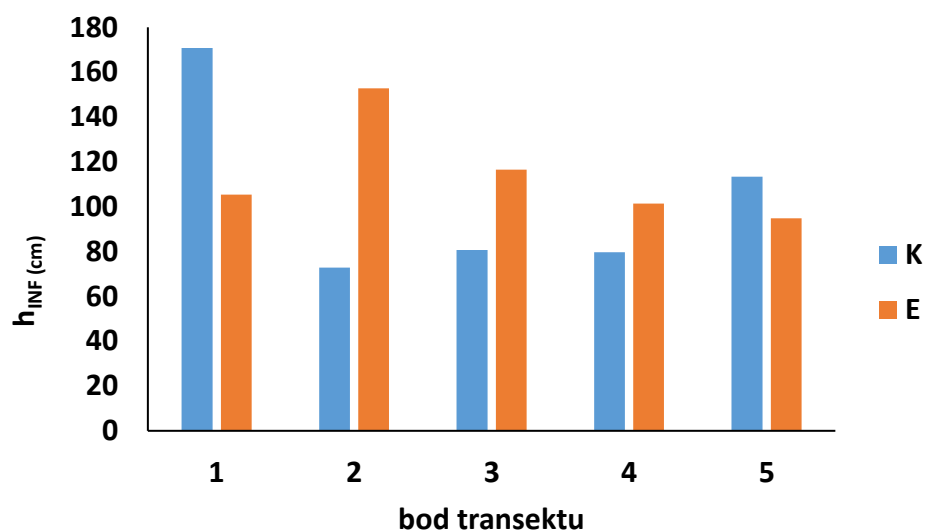


Obr. č. 5. 34 Tvary retenčních čar půdní vlhkosti v ekologickém zemědělství



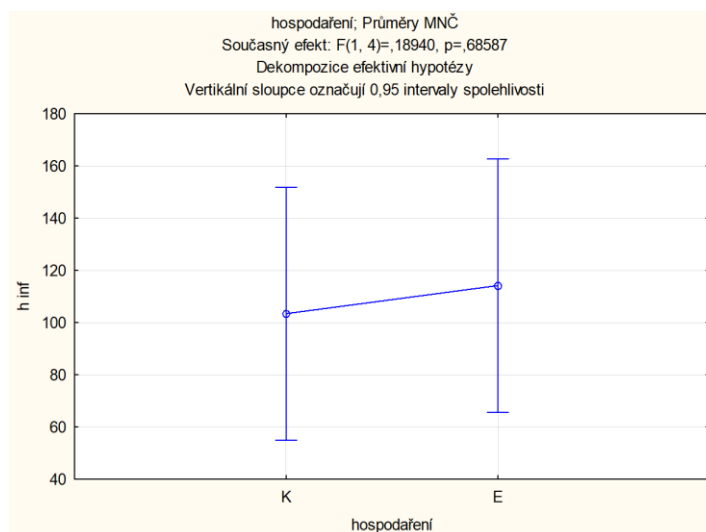
Výsledky grafu (Obr. 5.35) ukazují, že nejvyšší hodnota parametru inflexních bodů (H_{INF}) naměřená v konvenčním zemědělství (K1) je 170,7 (cm), nejvyšší hodnota v ekologickém zemědělství (E2) je 152,8 (cm). Nejnižší naměřená hodnota v konvenčním zemědělství (K2) je 72,8 (cm) a v ekologickém (E5) 94,8 (cm). Průměrné hodnoty parametru inflexních bodů (H_{INF}) v konvenčním zemědělství jsou ale celkově nižší než v zemědělství ekologickém.

Obr. č. 5. 35 Graf výsledných parametrů inflexních bodů (H_{INF})



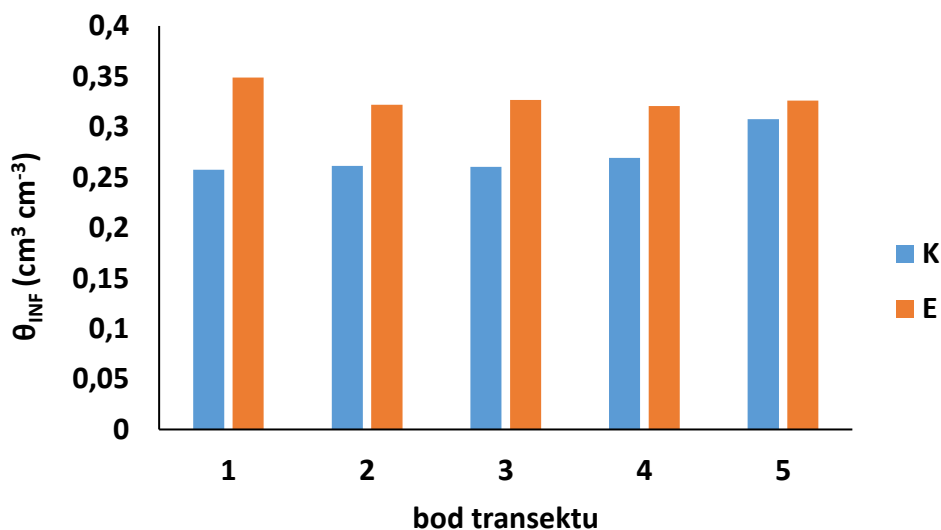
Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že parametry inflexních bodů (H_{INF}) jsou vyšší v ekologicky obdělávaném hospodaření. Tyto rozdíly nebyly statisticky významné. Výsledná tabulka statistického šetření je v příloze 22. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami obou hospodaření (Obr. 5.36).

Obr. č. 5. 36 Porovnání parametrů inflexních bodů (H_{INF}) pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



Výsledky grafu (Obr. 5.37) ukazují, že nejvyšší hodnota parametru inflexních bodů (θ_{INF}) naměřená v ekologickém zemědělství (E1) je $0,3489 \text{ (cm}^3 \text{ cm}^{-3}\text{)}$, nejvyšší hodnota v konvenčním zemědělství (K5) je $0,3076 \text{ (cm}^3 \text{ cm}^{-3}\text{)}$. Nejnižší naměřená hodnota v konvenčním zemědělství (K1) je $0,2576 \text{ (cm}^3 \text{ cm}^{-3}\text{)}$ a v ekologickém (E5) $0,3206 \text{ (cm}^3 \text{ cm}^{-3}\text{)}$. Naměřené hodnoty parametru inflexních bodů (θ_{INF}) v ekologickém zemědělství jsou celkově vyšší než v zemědělství konvenčním.

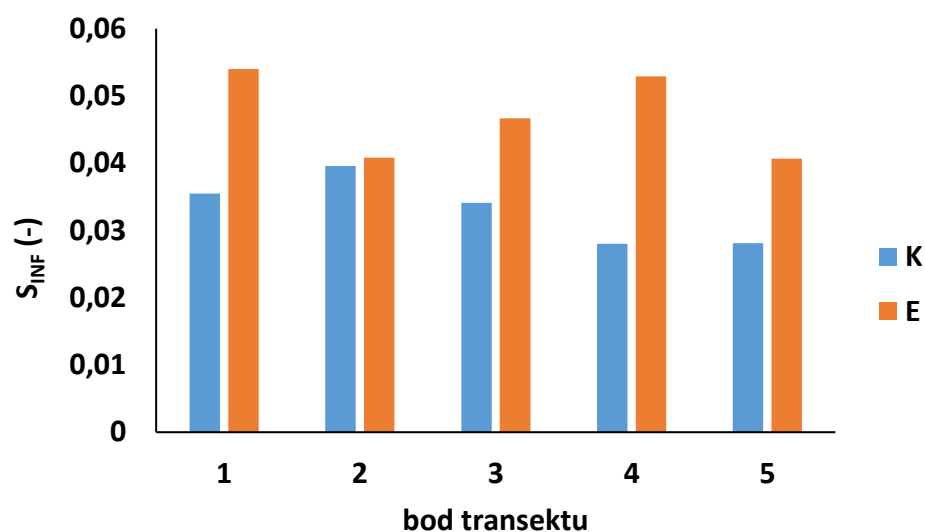
Obr. č. 5. 37 Graf výsledných parametrů inflexních bodů (θ_{INF})



Výsledky grafu (Obr. 5.38) ukazují, že nejvyšší hodnota parametru inflexních bodů (S_{INF}) naměřená v ekologickém zemědělství (E1) je $0,0540$, nejvyšší hodnota

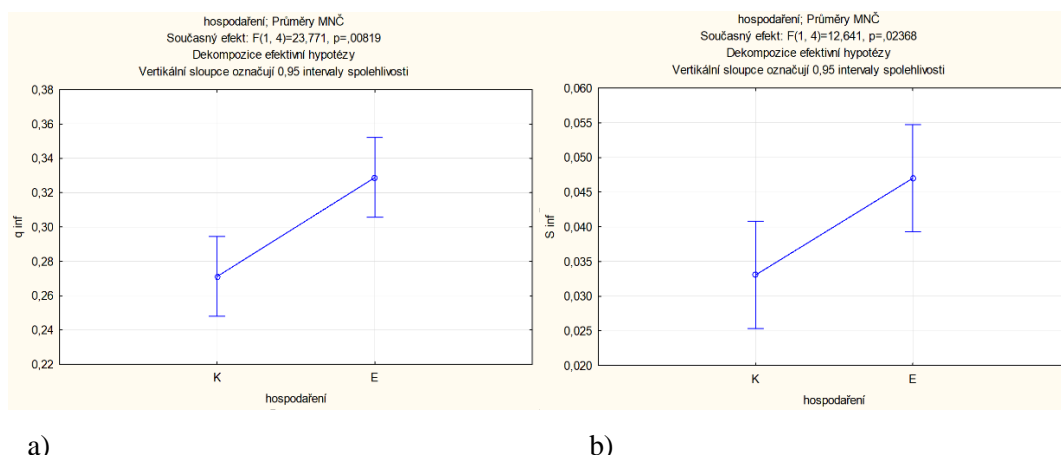
v konvenčním zemědělství (K2) je 0,0396. Nejnižší naměřená hodnota v konvenčním zemědělství (K4) je 0,0280 a v ekologickém (E5) 0,0407. Naměřené hodnoty parametru inflexních bodů (S_{INF}) v ekologickém zemědělství jsou celkově vyšší než v zemědělství konvenčním. Na základě výsledných hodnot byla fyzikální kvalita půdy v ekologickém zemědělství zařazena do kategorie velmi dobrá, v konvenčním zemědělství do kategorie špatná (Tab. 4.9).

Obr. č. 5. 38 Graf výsledných parametrů inflexních bodů (S_{INF})



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že parametry inflexních bodů (θ_{INF}) a (S_{INF}) jsou vyšší v ekologicky obdělávaném hospodaření. Tyto rozdíly byly statisticky významné - parametry inflexních bodů (θ_{INF}) (hodnota $p = 0,008187$) a parametry inflexních bodů (S_{INF}) (hodnota $p = 0,023685$). Výsledné tabulky statistického šetření jsou v příloze 23 a 24. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami obou hospodaření (Obr. 5.38).

Obr. č. 5. 39 Porovnání parametrů inflexních bodů (θ_{INF}) (a) a (S_{INF}) (b) pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



5.6 TERÉNNÍ MĚŘENÍ

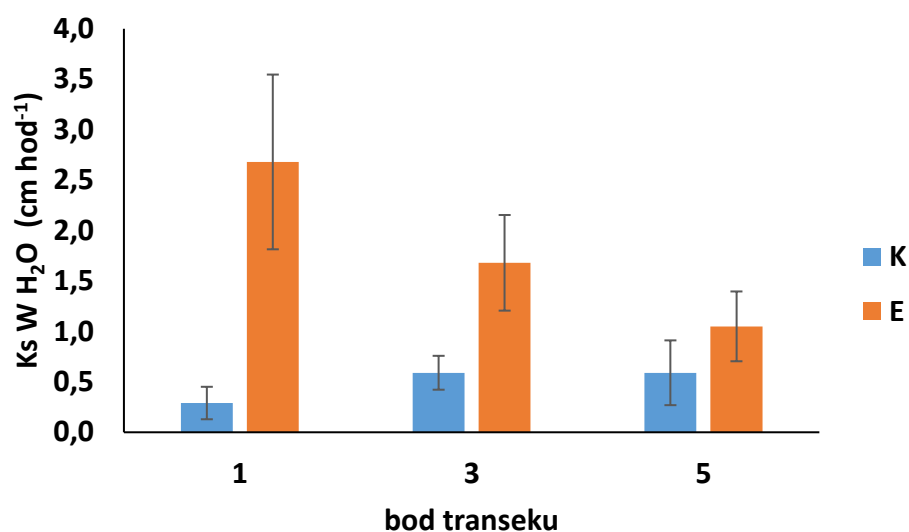
Výsledné průměrné hodnoty terénních měření a jejich směrodatné odchylky jsou v Tab. 5.5.

Tab. 5. 5 Výsledné hodnoty nenasyčené hydraulické vodivosti dle Woodinga ($K_s W H_2O$) a dle Zhanga ($K_s Z H_2O$) a indexu repelence (RI)

Vzorek	$K_s W H_2O$ (cm hod ⁻¹)	$K_s Z H_2O$ (cm hod ⁻¹)	RI (-)
K1	0.29±0,161	0.03±0,011	1.00±0.902
K3	0.59±0,168	0.16±0,095	3.40±1.813
K5	0.59±0,321	0.33±0,188	15.79±7.653
E1	2.68±0,866	1.32±0,348	15.74±16.714
E3	1.68±0,474	0.80±0,268	32.52±29.976
E5	1.05±0,346	0.79±0,355	8.46±3.925

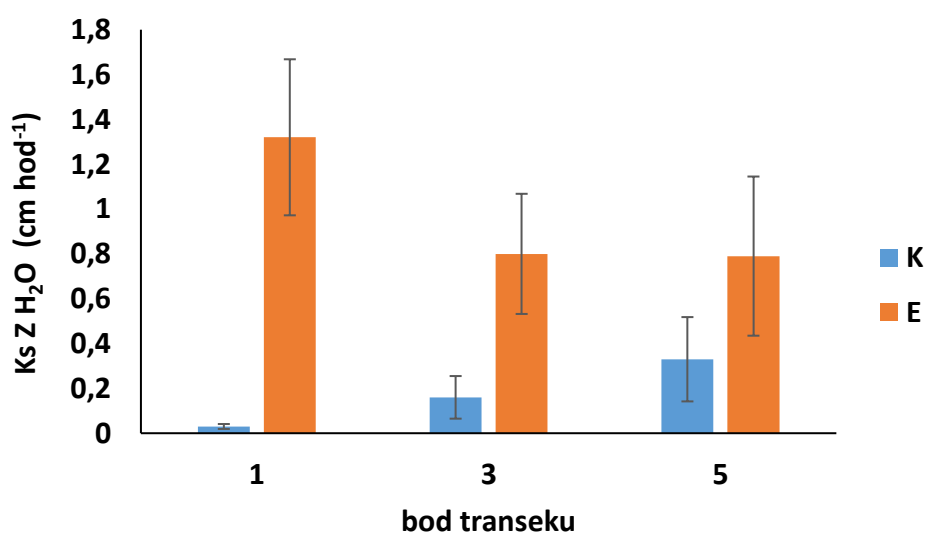
Z grafu (Obr. 5.40) vyplývá, že hodnoty nenasyčené hydraulické vodivosti ($K_s W H_2O$) dle Woodinga (1968) v ekologickém zemědělství jsou podstatně vyšší než v konvenčním zemědělství. Nejvyšší hodnota nenasyčené hydraulické vodivosti v ekologickém zemědělství (E1) je 2,68 (cm hod⁻¹) nejnižší hodnota (E5) je 1,05 (cm hod⁻¹), v konvenčním zemědělství jsou nejvyšší hodnoty shodné u K3 a K5 0,59 (cm hod⁻¹), nejnižší (K1) 0,29 (cm hod⁻¹).

Obr. č. 5. 40 Graf výsledných hodnot nenasyčené hydraulické vodivosti ($K_s W H_2O$)



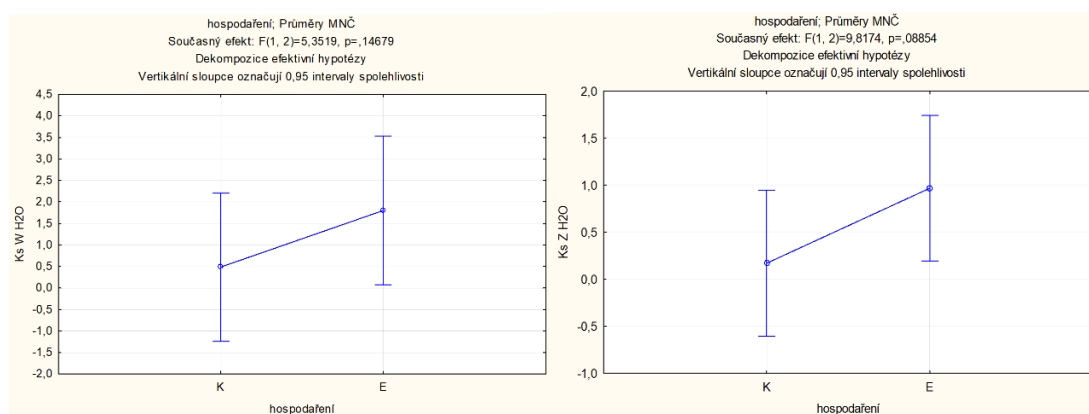
Z grafu (Obr. 5.41) vyplývá, že hodnoty nenasyčené hydraulické vodivosti ($K_s Z H_2O$) dle Zhanga (1993) v ekologickém zemědělství jsou podstatně vyšší než v konvenčním zemědělství. Nejvyšší hodnota nenasyčené hydraulické vodivosti v ekologickém zemědělství (E1) je 2,68 (cm hod⁻¹) nejnižší hodnota (E5) je 1,05 (cm hod⁻¹), v konvenčním zemědělství jsou nejvyšší hodnoty shodné u K3 a K5 0,59 (cm hod⁻¹), nejnižší (K1) 0,29 (cm hod⁻¹).

Obr. č. 5. 41 Graf výsledných hodnot nenasyčené hydraulické vodivosti ($K_s Z H_2O$)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že hodnoty nenasycené hydraulické vodivosti ($K_s W H_2O$) a ($K_s Z H_2O$) jsou vyšší v ekologicky obdělávaném hospodaření. Tyto rozdíly nebyly statisticky významné. Výsledné tabulky statistického šetření jsou v příloze 25 a 26. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami obou hospodaření (Obr. 5.42).

Obr. č. 5. 42 Porovnání parametrů inflexních bodů (θ_{INF}) (a) a (S_{INF}) (b) pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



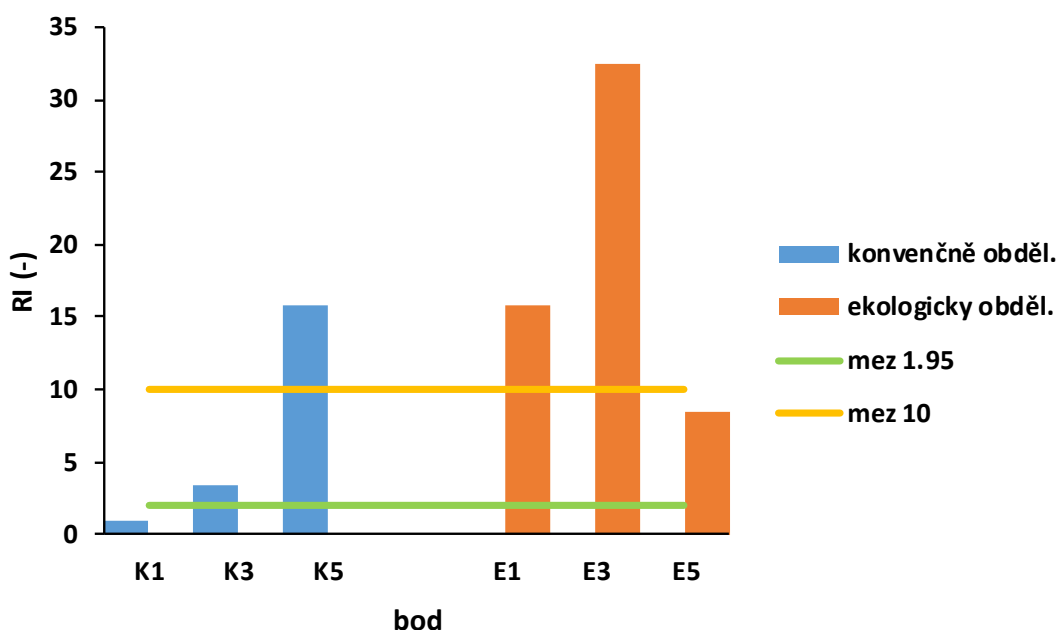
a)

b)

Z grafu (Obr. 5.43) vyplývá, že hodnoty parametru indexu repelence v ekologickém zemědělství jsou vyšší než v konvenčním zemědělství. Nejvyšší hodnota parametru indexu repelence v ekologickém zemědělství (E2) je 32,52 nejnižší hodnota (E3) je 8,46, v konvenčním zemědělství je nejvyšší hodnota (K3) 15,79, nejnižší (K1) 1,00.

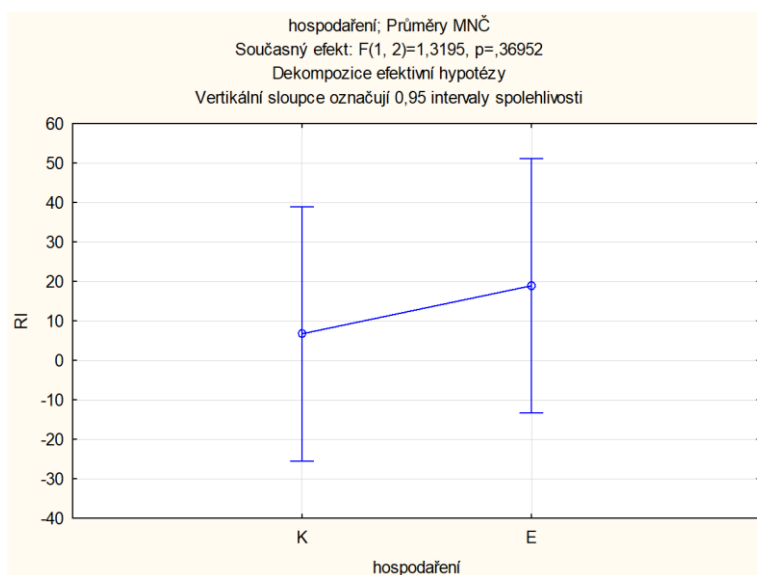
Výsledné hodnoty u konvenčního i ekologického hospodaření se řadí do kategorie silně repelentní půdy.

Obr. č. 5. 43 Graf parametrů indexu repelence (RI)



Na základě statistického šetření pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakcí bylo zjištěno, že parametry indexů repelence (RI) jsou vyšší v ekologicky obdělávaném hospodaření. Tyto rozdíly nebyly statisticky významné. Výsledná tabulka statistického šetření je v příloze 27. Rozdíly mezi naměřenými hodnotami obou hospodaření (Obr. 5.44).

Obr. č. 5. 44 Porovnání parametrů indexu repelence (RI) pomocí statistické metody ANOVA hlavních komponent bez interakce



6. DISKUZE

Hypotézou této diplomové práce bylo zjistit, zda má greeningové (ekologické) zemědělství pozitivnější vliv na půdu a její vlastnosti. Pro účely zjištění platnosti této hypotézy byly porovnávány výsledné hodnoty vybraných půdních vlastností ze dvou různě obhospodařovaných lokalit. První lokalitou byla plocha obhospodařovaná konvenčním způsobem (Dvůr Seletice s polem v obci Košík) druhou plochou bylo pole začleněné v ekologickém zemědělství (Farma Košík s polem v obci Sovolusky). Sledovaná pole jsou v těsné blízkosti (cca 1 km) od sebe. Na základě pedologického průzkumu bylo zjištěno, že pedologické podmínky na obou lokalitách jsou totožné. Půdní typ byl určen podle českého klasifikačního systému půd (Němeček a kol., 2011) jako hnědozem modální a půdotvorný substrát sprašová hlína. Vzhledem k tomu, že půdní vlastnosti obecně jsou velmi variabilní v čase (Jirků a kol., 2013, Strudley a kol., 2008) bylo provedeno terénní měření a odběr porušených a neporušených půdních vzorků ihned po sklizni. Pěstovanou rostlinou byl na obou polích ječmen jarní. Výnosy ječmene na konvenčně obhospodařovaném poli byly 4,5 t/ha. Tyto výnosy jsou nižší než publikované průměrné výnosy ječmene v evropských zemích (Oelofse a kol., 2015 nebo Rötter a kol., 2012). Z celkového pohledu konvenčního zemědělce byl výnos nižší než v ostatních letech díky velmi suchému roku (2018). Výnos ječmene na ekologicky obhospodařovaném poli byl 4,1 t/ha. Dle údajů získaných od ekologického zemědělce je tento výnos relativně vysoký oproti jiným rokům (díky předplodině pšenice na semenářské účely s výdřelem vojtěšky).

Vzhledem k tomu, že obě pole jsou v mírném svahu, bylo vzorkování půd provedeno ve výškovém transektu čítající 5 bodů, a to z toho důvodu, že některé půdní vlastnosti se mohou měnit v důsledku vodní eroze, jak bylo dokumentováno například v práci Zádorová a kol., (2011a,b); Jakšík a kol., (2015) nebo Fér a kol., (2018). Ve všech bodech byly na obou lokalitách odebrány porušené a neporušené půdní vzorky. Dále bylo ve třech bodech (v nejvyšším bodě, v nejvyšším svahu a v dolní části svahu) provedeno terénní měření nenasycených hydraulických vodivostí pomocí vody a etanolu a byl vyjádřen index repelence.

Při porovnání základních chemických vlastností bylo zjištěno, že aktivní i výměnná půdní reakce je nižší na konvenčně obhospodařovaném poli, což je nejspíše dáno aplikací minerálních hnojiv, které snižují půdní reakci. Podobné výsledky aktivní

a výměnné půdní reakce byly publikovány v článku Krol a kol., (2011). Hodnoty půdní reakce na zmíněném poli jsou podobné, což je dáno hlubokou orbou a častými pojezdy těžké mechanizace. Na výsledcích výměnné i aktivní půdní reakce je vidět, že se hodnoty pH zvyšují se snižující se polohou odběru. To může být způsobeno právě vodní erozí, díky které dochází k transportu některých, zvláště labilních látek (Wiaux a kol., 2014). Podobné výsledky aktivní a výměnné půdní reakce změněné vlivem vodní eroze byly zjištěny například v práci Fér a kol., (2018) nebo Jakšík a kol., (2015). Stupeň zasolení je vyšší na půdních vzorcích odebraných z konvenčního zemědělství, což je dáno aplikací minerálních hnojiv, které zasolují půdní prostředí. Na sledovaných polích nebyly stanoveny žádné karbonáty a půdy byly klasifikovány jako bezkarbonátové. Z pohledu kvantity půdní organické hmoty bylo zjištěno, že je vyšší množství organické hmoty na konvenčně obdělávaném poli než na poli v ekologickém hospodaření. Toto zjištění je v rozporu s výsledky práce Gajda a kol., (2015), kde byl zjištěn pravý opak. Na druhou stranu bylo zjištěno, že půdní organická hmota je kvalitnější na ekologicky obhospodařovaném poli.

Při porovnání základních fyzikálních vlastností (specifická hmotnost zeminy, objemová hmotnost zeminy a pórovitost) nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi konvenčním a ekologickým způsobem obhospodařování. Odebrané půdní vzorky z obou polí měli i podobné zrnitostní složení. Většina půdních vzorků z konvenčně obdělávaného pole má zrnitostní složení písčitohlinité. Většina půdních vzorků z ekologicky obhospodařovaného pole má zrnitostní složení hlinité. Tyto rozdíly jsou dány statickým rozdílem obsahu frakce prachu (nižší obsah ve vzorcích z konvenčního zemědělství) a obsahu frakce písku (vyšší obsah písčitých částic v konvenčním zemědělství).

Dále byly porovnány obsahy vybraných přístupných makro prvků (fosfor, hořčík, draslík, vápník a síra) metodou Mehlich III (Mehlich 2003). Vyšší obsah následujících prvků (fosfor, hořčík, draslík a síra) bylo změřeno na konvenčně obdělávaném území. Tyto rozdíly byly staticky průkazné pro fosfor, draslík a síru. Na ekologicky obhospodařovaném poli byl zjištěn nízký obsah fosforu oproti kategorii vyhovující na konvenčně obdělávaném pozemku (Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, 2018). Nižší obsah živin, jako je fosfor, dusík a jednoduché uhlíkové látky potvrzují absenci hnojení vlastním hnojem v každé sezoně pro nedostatek vlastního hnoje

v ekologickém zemědělství. Důsledkem toho se pak tyto živiny v obdobích bez hnojení rychle vyčerpávají (Kalinová a kol., 2007). Co se týče fosforu, tam byl zjištěn i staticky průkazný vliv terénu na jeho distribuci. Množství fosforu stoupalo se snižující se pozicí ve svahu, lze tedy říct, že distribuce fosforu na poli je ovlivněna i vodní erozí.

V neporušených půdních vzorcích byly změřeny retenční čáry půdní vlhkosti (RČPV) a vyjádřeny jejich parametry nasycená, residuální vlhkost a tvarové charakteristiky (θ_s , θ_R , α , n). Zajímavé je, že pro stejnou pórovitost (pórovitosti byly podobné ve všech měřených vzorcích) byla změřena vyšší nasycená i residuální vlhkost ve vzorcích z ekologického zemědělství. Z těchto výsledků lze usoudit, že ekologicky obhospodařované pole dokáže udržet více vody ve svém pórovém systému. Výsledné hodnoty parametrů retenčních čar (α , n) nijak nevybočují svými hodnotami při porovnání s jinými pracemi zabývající se stejnou problematikou (Fér a kol., 2016; Jirků a kol., 2013; Kodešová a kol., 2009). Dále byly spočteny parametry inflexních bodů (H_{INF} , θ_{INF} a S_{INF}). Jeden z nejzajímavějších výsledků této diplomové práce je porovnání faktorů S_{INF} , inflexního bodu retenčních čar pro oba zkoumané pozemky. Tento parametr inflexního bodu může být použit pro vyhodnocení kvality půdy z fyzikálního hlediska, jak bylo popsáno již dříve (Dexter, 2004a, Dexter, 2004b, Dexter, 2004c, Dexter a Cryz 2008 a Jirků a kol., 2013). Vyšší hodnota tohoto parametru ukazuje na vyšší kvalitu půdy. Bylo statisticky prokázáno, že na ekologicky obhospodařovaném území jsou tyto hodnoty vyšší (0,0407 – 0,0540), než na konvenčně obdělávaném poli (0,0280 – 0,0396). Výsledné hodnoty odpovídají výsledkům v práci Fér a kol., (2018) nebo Magalhaes a kol., (2018). Fyzikální kvalita půdy je tedy vyšší na ekologicky obhospodařovaném poli.

V terénu byly měřeny nenasyčené hydraulické vodivosti minidisk infiltrametrem a to jak pomocí vody, tak pomocí etanolu. Byly vyjádřeny nenasyčené hydraulické vodivosti (KS) pro infiltrace měřené vodou podle dvou standartních metod, a to podle Zhanga (1998) a Woodinga (1968). Výsledné hodnoty nenasyčených hydraulických vodivostí spočtených podle Zhanga byly nižší (0,03 – 0,33 cm hod⁻¹) v konvenčním zemědělství, než v ekologickém zemědělství (0,8 – 1,32 cm hod⁻¹). Stejně výsledky byly získány i pro nenasyčené hydraulické vodivosti spočtené podle Woodinga: konvenční zemědělství (0,29 – 0,59 cm hod⁻¹) a ekologické zemědělství (1,05 – 2,68

cm hod^{-1}). Změřené hodnoty nenasyčených hydraulických vodivostí v konvenčním zemědělství jsou podobné nenasyčeným hydraulickým vodivostem zjištěných v jiných pracích věnujících se stejné problematice (Kodešová a kol., 2011; Jirků a kol., 2013 nebo Fér a kol., 2018). Naopak v práci Lipiec a kol., (2006) byly publikovány vyšší nenasyčené hydraulické vodivosti pro konvenčně obdělávané pole. Výsledné hodnoty nenasyčených hydraulických vodivostí spočtených metodou Zhang, vyšly nižší ve všech případech než při výpočtu metodou Wooding, stejně jako v práci Kodešová a kol., (2011). Opačný trend byl zjištěn v práci Fér a kol., (2016). Tento fakt je ale nejspíše dán jinou distribucí pórů ve zkoumaném prostředí, která nebyla řešena v této diplomové práci.

Z výsledných hodnot kumulativních infiltrací v čase byla spočtena sorptivita, a z těchto dat byl vyjádřen index repelence (RI), na základě doporučené metodiky podle Pekárové a kol., (2015). Index repelence se používá k hodnocení, zda je půda voděodpudivá (repelentní), nebo smáčivá. Výsledné hodnoty indexu repelence jsou vyšší na ekologicky obhospodařovaném poli: 15,74; 32,52 a 8,46 oproti hodnotám změřených na konvenčně obhospodařovaném poli: 1,00; 3,40 a 15,79, (výsledky nejsou statisticky rozdílné). Výsledné hodnoty RI ukazují, že půdy na ekologicky obhospodařovaném poli jsou ve dvou případech silně vodě odpudivé ($10 \leq \text{RI} \leq 50$) a v jednom případě slabě vodě odpudivé ($1,95 \leq \text{RI} \leq 10$). Výsledky byly hodnoceny podle nově navrženého hodnocení dle Iovino a kol., (2018). Oproti tomu výsledné hodnoty RI na konvenčně obhospodařovaném poli jsou mnohem menší než u ekologicky obhospodařovaného pole. Opačný trend byl zjištěn v práci Krol a kol., (2013), kde byly publikovány nižší hodnoty indexu repelence změřené na ekologicky obhospodařovaném poli. Na konvenčně obhospodařovaném poli je možné pozorovat trend snižujícího se indexu repelence v závislosti na poloze v terénu. Výsledné hodnoty indexu repelence jsou podobné, jako byly publikovány v práci Alagna a kol., (2017). Ve většině dostupných publikovaných prací vychází RI mnohonásobně vyšší, což je dáno místem měření. Tato metoda se často používá pro hodnocení půd postižených požáry (Beaty a kol., 2013; Buzcko a kol., 2005, 2006) anebo na písčitých půdách, které jsou ze své podstaty vodoodpudivé (Lichner a kol., 2012; Orfánus a kol., 2008).

7. ZÁVĚR

Cílem práce je na základě vybraných půdních charakteristik porovnat odebrané vzorky půd na polích s různými druhy obhospodařování: jedno s konvenčním a druhé s ekologickým způsobem hospodaření a jejich možné působení na kvalitu půdy. Pro porovnání půdních vlastností rozdílných druhů hospodaření byly odebrány porušené a neporušené půdní vzorky v konvenčním a ekologickém zemědělství. Obě zájmové lokality byly vybrány tak, aby výsledky nebyly ovlivněny rozdílnými klimatickými a půdními podmínkami. Půdním typem na obou lokalitách je hnědozem modální, půdotvorný substrát sprašová hlína. Z odebraných vzorků byly vyhodnoceny základní chemické vlastnosti (výměnná a aktivní půdní reakce, salinita, obsah oxidovatelného uhlíku a kvalita organické půdní hmoty), fyzikální vlastnosti (zrnitost, specifická a objemová hmotnost, pórovitost) a hydrofyzikální vlastnosti (nasycená a reziduální vlhkost půdy, retenční čáry půdní vlhkosti, inflexní body), pro detailnější posouzení stavu půdních podmínek byly v externí laboratoři vyhodnoceny výsledky živin. V terénu byla změřena nenasycená hydraulická vodivost a vyjádřen index repelence. Naměřené hodnoty byly dále statisticky vyhodnoceny pomocí metody ANOVA hlavních komponent bez interakce.

Z chemických vlastností byly za statisticky průkazné vyhodnoceny aktivní i výměnná půdní reakce s vyššími hodnotami v ekologickém zemědělství, oxidovatelný uhlík a kvalita půdní organické hmoty byly vyšší v konvenčním zemědělství. Zvýšené zasolení půdy v konvenčním zemědělství je důsledkem používání minerálních hnojiv, půdy v ekologickém zemědělství jsou bez zatížení solemi. Při vyhodnocení obsahů vybraných přístupných živin makro prvků (fosfor, hořčík, draslík, vápník a síra), byl vyšší obsah prvků (fosfor, hořčík, draslík a síra) změřen na konvenčně obdělávaném území. Staticky průkazné rozdíly pak byly zjištěny pro fosfor, draslík a síru. Celkově nižší obsah živin na ekologicky obhospodařovaném poli je způsoben nedostatkem vlastního hnoje, který je naopak dostatečně aplikován v konvenčním zemědělství. U fosforu byl zjištěn staticky průkazný i vliv terénu na jeho distribuci. Množství fosforu stoupalo se snižující se pozicí ve svahu, lze tedy říct, že distribuce fosforu na poli je ovlivněna i vodní erozí.

Při porovnání základních fyzikálních vlastností (specifická hmotnost zeminy, objemová hmotnost zeminy a pórovitost) nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly mezi konvenčním a ekologickým způsobem obhospodařování. Pórovitosti byly podobné ve všech měřených vzorcích ekologického i konvenčního zemědělství, hodnoty nasycené i residuální vlhkosti ve vzorcích z ekologického zemědělství byly ale podstatně vyšší, z čehož lze usoudit, že ekologicky obhospodařované pole dokáže ve svém pórovém systému zadržet více vody pro potřeby vegetace.

V terénu byla změřena infiltrace vody a etanolu pomocí minidisk infiltrometru. Z dat kumulativních infiltrací byla vyjádřena nenasycená hydraulická vodivost podle standartních metod Wooding (1968) a Zhang (1998) a index repelence. Výsledné hodnoty nenasycených hydraulických vodivostí byly zjištěny vyšší na ekologicky obhospodařovaném poli. Při porovnání obou metod byly výsledné hodnoty nenasycené hydraulické vodivosti změřené metodou Wooding vyšší než hodnoty změřené metodou Zhang. Hodnoty indexu repelence jsou vyšší v ekologickém hospodaření, tyto výsledky však nebyly staticky průkazné. Mezi nejzajímavější výsledky této diplomové práce patří porovnání faktorů S_{INF} , inflexního bodu retenčních čar. Bylo statisticky prokázáno, že na ekologicky obhospodařovaném území je fyzikální kvalita půdy jednoznačně vyšší (kategorie velmi dobrá), než v konvenčním zemědělství (kategorie špatná kvalita půdy). Je třeba podotknout, že rok 2018 byl extrémně suchý, což mohlo ovlivnit některé měřené charakteristiky půd.

Na základě měřených a vyhodnocených výsledků lze potvrdit, že greenigové (ekologické) zemědělství má pozitivní vliv na většinu půdních vlastností. Půdy v ekologickém zemědělství prokazatelně vykazují vyšší kvalitu oproti zemědělství konvenčnímu. Hospodaření v ekologickém zemědělství v ČR může na základě dlouholetých zkušeností z okolních zemí fungovat dlouhodobě se stabilními výnosy a bez poklesu zásoby přístupných živin v půdě. Tato práce předkládá výsledky porovnání dvou typů hospodaření. Ukázalo se, že některé půdní vlastnosti, které se běžně neměří při kategorizaci půd do ekologického zemědělství, by mohli být do budoucna užitečné pro podrobnější hodnocení těchto půd. Jedná se například o retenční čáru půdní vlhkosti a její parametry, nebo terénní měření nenasycené hydraulické vodivosti.

8. SEZNAM LITERATURY

Seznam použitých zdrojů

ALAGNA, V., IOVINO, M., BAGARELLO, V., MATAIX-SOLERA, J., LICHNER, L., (2017): Application of minidisk infiltrometer to estimate water repellency in Mediterranean pine forest soils. *J. Hydrol. Hydromech.*, 65, 254–363.

ANON, (2008): *Ekologické zemědělství a GMO – Otázky koexistence*. Bioinstitut o.p.s. Praha. 37 s., ISBN: 978-80-904174-6-5.

BEATTY, S.M., SMITH, J.E., (2013): Dynamic soil water repellency and infiltration in post-wildfire soils. *Geoderma*, 192, 160–172.

BIOINSTITUT, o. p. s., (2013): *Základy půdní úrodnosti. Utváření vztahu k půdě*. Bioinstitut, o. p. s., Olomouc, 31 s., ISBN: 978-80-87371-22-0.

BUCZKO, U., BENS, O., HÜTTTL, R.F., (2005): Variability of soil water repellency in sandy forest soils with different stand structure under Scots pine (*Pinus sylvestris*) and beech (*Fagus sylvatica*). *Geoderma*, 126, 317–336.

BUCZKO, U., BENS, O., HÜTTTL, R.F., (2006): Water infiltration and hydrophobicity in forest soils of a pine–beech transformation chronosequence. *J. Hydrol.*, 331, 383–395.

DECAGON, (2012): *Mini Disk Infiltrometer User's Manual, Version 10*. Decagon Devices, Inc., Pullman, 18 p.

DEXTER, A.R., (2004): Soil physical quality: Part II. Friability, tillage, tilth and hard-setting *Geoderma* 120, 215–225.

DEXTER, A.R., (2004a). Soil physical quality. Part I. Theory, effect of soil texture, density and organic matter, and effect on root growth. *Geoderma*. 120, 201–214.

DEXTER, A.R., (2004b). Soil physical quality. Part II. Friability, tillage, tilth and hard-setting. *Geoderma*, 120, 215–226.

DEXTER, A.R., (2004c). Soil physical quality. Part III. Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. *Geoderma*, 120, 227–239.

DEXTER, A.R., CZYZ, E.A., (2007). Application of S-theory in study of soil physical degradation and its consequences. *Land Degradation & Development*, 18, 369–381.

FÉR, M., KODEŠOVÁ, R., NIKODEM, A., JIRKŮ, V., JAKŠÍK, O., NĚMEČEK, K., (2016): The land use impact on hydraulic properties of Haplic Cambisol. *Biologia* 71(10): 1144-1150.

FÉR, M., KODEŠOVÁ, R., NIKODEM, A., JELENOVÁ, K., KLEMENT, A., (2018): Influence of soil–water content on CO₂ efflux within the elevation transect heavily impacted by erosion. *Ecohydrology*. 2018e, 1989.

GAJDA, M. A., CZYZ, A. E., DEXTER, R., (2015): Effects of long-term use of different farming systems on some physical, chemical and microbiological parameters of soil quality. *Int. Agrophys.*, 30, 165-172.

GARDNER, W. R., (1958): Some steady state solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. *Soil Science*, 85, 228-232. doi:10.1097/00010694-195804000-00006

GEE, G.W., OR, D., (2002): Particle-size analysis. Pages 255-294 in Dane JH, Topp GC, editors. *Methods of Soil Analysis. Part 4 – Physical Methods*. Soil Science Society of America, Inc., Madison.

HATFIELD, J.L., (1993): *Sustainable Agriculture Systems*, 1993, CRC Press, 316 s.

HRABALOVÁ, A., LEIBL, M., VALEŠKA, J., KETTNEROVÁ, M., (2012): *Ročenka ekologického zemědělství v České republice*. Ministerstvo zemědělství, Praha.

HRABALOVÁ, A., DARMOVZALOVÁ I., WOLLMUTHOVÁ P., (2013):
Statistická šetření ekologického zemědělství – Základní statistické údaje (2012).
Ústav zemědělské ekonomiky a informací: Brno.

JANDÁK, J., POKORNÝ, E., PRAX, A., (2010): Půdoznalství. 3. přeprac.
vyd., Brno: Mendelova univerzita v Brně, 143 s., ISBN 978-80-7375-445-7.

JAKŠÍK, O., KODEŠOVÁ, R., KUBIŠ, A., STEHLÍKOVÁ, I., DRÁBEK,
O., KAPIČKA, A., (2015). Soil aggregate stability within morphologically
diverse areas, *Catena*, 127. 287-299.

JANDÁK, J., (2014): Vliv půdních pomocných látek na fyzikální a chemické
vlastnosti půdy: Influence of soil conditioners on soil physical and chemical
properties: původní vědecká práce. Brno: Mendelova univerzita v Brně. *Folia
Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. ISBN 978-
80-7375-986-5.

JIRKŮ, V. KODEŠOVÁ, R. NIKODEM, A. MÜHLHANSELOVÁ, M. a
ŽIGOVÁ, A., (2013). Temporal variability of structure and hydraulic properties
of topsoil of three soil types. *Geoderma*, 204-205, 43-58.

KALINOVÁ, J., MOUDRÝ, J., KONVALINA, P., MOUDRÝ, J., (2007):
Půdní úrodnost, výživa a hnojení rostlin v ekologickém zemědělství. ZF JU,
České Budějovice, 41 s., ISBN 978-80-7394-029-4.

KODEŠOVÁ, R., NIKODEM, A., JAKŠÍK, O., KLEMENT, a., FÉR, M.,
(2015): Metodika průzkumu hydroopedologických podmínek na území
ovlivněném erozí, Česká zemědělská universita v Praze, 40 s., ISBN 978-80-
213-2601-9.

KODEŠOVÁ, R., ŠIMŮNEK, J., NIKODÉM, a., JIRKŮ, V., (2010):
Estimation of parameters of the radially-symmetric dual-permeability model
using tension disc infiltrometer and Guelph permeameter experiments. *Vadose
Zone Journal*, ISSN: 1539-1663.

KODEŠOVÁ, R., JIRKŮ, V., KODEŠ, V., MÜHLHANSELOVÁ, M.,
NIKODEM, A., ŽIGOVÁ, A., (2011): Soil Structure and Soil Hydraulic

Properties of Haplic Luvisol used as Arable Land and Grassland, *Soil and Tillage Research*, 111 (2), 154-161.

KRÓL, A., LIPIEC, J., TURSKI, M., a KUS, J., (2011): Effects of organic and conventional management on physical properties of soil aggregates. *Int. Agrophys.*, 27, 15-21.

LICHNER, Ľ., HOLKO, L., ZHUKOVA, N., SCHACHT, K., RAJKAI, K., FODOR, N., SÁNDOR, R., (2012): Plants and biological soil crust influence the hydrophysical parameters and water flow in an aeolian sandy soil. *J. Hydrol. Hydromech.*, 60, 309–318.

LIEBHARDT, B., (2003): What is organic agriculture? What I learned from my transition. In *Organic agriculture - sustainability, markets, and policie*. Paris: Cabi Publishing. 408 s. ISBN: 92-64-10150-0.

LIPIEC, J., KUŚ, J., SLOWIŃSKA – JURKUIEWICZ, A., NOSALEWICZ, A., (2005): Soil porosity and water infiltration as influenced by tillage methods. *Soil and Tillage* 89, 210–220.

LIPSON, E., (2001): *The Organic Foods Sourcebook*. McGraw-Hill Professional. 224 s. ISBN 978-087-983-978-9.

MASSIMO, I., PEKÁROVÁ, P., HALLETT, D. P., PEKÁR, J., LICHNER, L., SOLERA, M. J., ALAGNA, V., WALSH, R., RAFFAN, A., SCHACHT, K., RODNÝ, M., (2018): Extent and persistence of soil water repellency induced by pines in different geographic regions. *J. Hydrol. Hydromech.*, 66, 2018, 4, 360–368.

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

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, (2008): *Ekologické zemědělství v ČR*, Praha: Ministerstvo zemědělství, Bioinstitut, Olomouc, 2018, 80 s., ISBN: 978-80-7434-470-1 (Mze), ISBN: 978-80-87371-34-3 (Bioinstitut).

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, (2018): Organic farming in the Czech Republic. Praha: Ministry of Agriculture of the Czech Republic. 42 s., ISBN: 978-80-7084-754-1.

MOUDRÝ, J. a kol., (2007): Základní principy ekologického zemědělství: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7394-041-6.

NĚMEČEK, J., MÜHLHANSELOVÁ, M., MACKŮ, J., VOKOUN, J., VAVŘÍČEK, D., NOVÁK, P., (2011): Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. ČZU Praha, Praha.

NOVÁK, B., (1991): Biotechnologie v zemědělství. Min. zemědělství ČR, 105 s., ISBN 80-7084-036-6.

OELOFSEA, M., MARKUSSEN B., KNUDSENC L., SCHELDED, K., OLESEND, J. E., JENSENA S. L., BRUUNA S., (2015): Do soil organic carbon levels affect potential yields and nitrogen use efficiency? An analysis of winter wheat and spring barley field trials. *European Journal of Agronomy* 66, 62-73.

ORFÁNUS, T., HALLETT, P.D., BEDRNA, Z., LICHNER, Ľ., KŇAVA, K., SEBÍŇ, M., (2008): Small-scale variation of hydraulic properties in pine forest soil near Sekule, southwestern Slovakia. *Soil Water Res.*, 3, S123–S129.

PEKÁROVÁ, P., PEKÁR, J., LICHNER, Ľ., (2015): A new method for estimating soil water repellency index. *Biologia*, 70, 1450–1455.

PETR, J., DLOUHÝ, J., a kol., (1992): Ekologické zemědělství. *Brazda*, 305 s., ISBN 80-209-0233-3.

POKORNÝ, E., ŠARAPATKA, B., HEJÁTKOVÁ, K., (2007): Hodnocení kvality půdy v ekologicky hospodařícím podniku: metodická pomůcka. Náměšť nad Oslavou: ZERA-Zemědělská a ekologická regionální agentura. ISBN 8090354858.

PRAX, A. JANDÁK, J., POKORNÝ, E., (1995): Půdoznalství. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno, 156 stran, ISBN 80-7157-145-8.

RHOADES, J.D., (1996): Salinity: electrical conductivity and total dissolved solids. Pages 417-435 in Sparks DL, Page AL, Helmke PA, Loeppert RH, Sultantpour PN, Tabatabai MA et al., editors. Methods of soil analysis, Part 3 - Chemical methods. Soil Science Society of America, Inc., Madison.

RÖTTER, P. R., PALOSUO, T., KERSEBAUM, CH. K., ANGULO, C., BINDI, M., EWERT, F., FERRISE, R., HLAVINKA, P., MORIONDO, M., NENDEL, C., OLESEN E. J., PATIL, H. R., RUGET, F., TAKÁČ, J., TRNKA, M., (2012): Simulation of spring barley yield in different climatic zones of Northern and Central Europe: A comparison of nine crop models. Field Crops Research 133, 23 – 36.

SÁŇKA, M., MATERNA, J., (2004): Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR. Edice PLANETA (2004): Odborný časopis pro životní prostředí-MŽP. 84 s. ISSN 1213-3393.

SKJEMSTAD, J.O., BALDOCK, J.A., (2008): Total and organic carbon. In: Carter, M.R., Gregorch, E.G. (eds.), Soil Sampling and Method of Analysis. Canadian Society of Soil Science. Taylor and Francis Group, USA, pp. 225–237.

SMATANOVÁ, M., (2018): Metodický pokyn č. 9/SZV, Pracovní postupy pro agrochemické zkoušení zemědělských půd v České republice v období 2017-2022, 4. vydání, 1-25 str. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský.

STRUDLEY, W.M., GREEN, T.R., ASCOUGH, J.C., (2008): Tillage effects on soil hydraulic properties in space and time: State of the science. Soil and Tillage Research 99, 4-48.

ŠARAPATKA, B. (1996): Pedologie. 1. vyd. Univerzita Palackého v Olomouci, 1996. 235 s. ISBN 80-7067-590.

ŠARAPATKA, B., (2014): Pedologie a ochrana půdy. Universita Palackého v Olomouci, 2014, 232 s., ISBN 978-80-244-3736-1.

ŠIMEK, M., (2004): Základy nauky o půdě, 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, 2004. 224 s. ISBN 80-7040-667-4.

ŠIMEK, M., (2007): Základy nauky o půdě, 1-3. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Biologická fakulta, 160 str., ISBN 80-704-0747-6.

ŠPIČKA, A., (1964): Vlastnosti půdy a její zpracování. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Rostlinná výroba.

VONDRÁŠKOVÁ, Š., (2006): Vývojové trendy ekologického zemědělství. Praha: ÚZPI.

VRÁBLÍKOVÁ, J., VRÁBLÍK, P., (2006): Základy pedologie. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, 2006. ISBN 80-7044-805-9.

WELLINGTON, DE A. M., ONÃ, DA S. F., FLÁVIO, J. W., FABIANO, A. P., RENAN, F. R. T., (2018): Soil water retention curve and s index as soil physical quality indicators for integrated production systems. Engenharia agricola., 1809-4430.

WIAUX, F., VANCLOOSTER, M., CORNELIS, J.-T., VAN OST, K., (2014): Factors controlling soil organic carbon persistence along eroding hillslope on the loess belt. Soil Biology and Biochemistry, 77, 187-196.

WOODING, R., (1968): Steady infiltration from a shallow circular pond. Water Resour. Res. 4, 1259–1273.

ZÁDOROVÁ, T., JAKŠÍK, O., KODEŠOVÁ, R., PENÍŽEK, V., (2011a): Influence of terrain attributes and soil properties on soil aggregate stability. Soil and Water Research, 6(3), 111-119.

ZÁKON č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství, v platném znění.

ZÁKON č. 252/1997 Sb., o zemědělství, v platném znění.

ZBÍRAL, J., (2002): Analýzy půd I – Jednotné pracovní postupy. ÚKZÚZ, Laboratorní odbor, Brno.

ZHANG, R. D., (1997): Determination of soil sorptivity and hydraulic conductivity from the disk infiltrometer. Soil Sci. Soc. Am. J. 61, 1024–1030.

Seznam použitých internetových zdrojů

AGRIS.CZ – Bilance živin-základ funkčního ekologického zemědělství (online) [cit. 2019.01.09], dostupné z: <http://www.agris.cz/clanek/107707/bilance-zivin-zaklad-funkcniho-ekologickeho-zemedelstvi>

ANONYM, Trvale udržitelné zemědělství (online) [cit. 2016.03.16], dostupné z: http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif_zemedelstvi/frvs_pdf/2_TUZ.pdf

ANONYM, Ekologické zemědělství, Modernizace výuky odborných předmětů Reg. č. projektu: CZ.1.07/1.1.08/03.0032 (online) [cit. 2016.03.16], dostupné z: <https://docplayer.cz/1323168-Ekologicke-zemedelstvi.html>

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV (online) [cit. 2018.12.10], dostupné z: <http://portal.chmi.cz/>

KOLEKTIV AUTORŮ: Ekolist, Společné prohlášení odborníků k péči o půdu a vodní zdroje (online) [cit. 2019.02.15], dostupné z: <https://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/kolektiv-autoru-spolecne-prohlaseni-odborniku-k-peci-o-pudu-a-vodni-zdroje>

STATSOFT, INC., (2013): Statistica (data analysis software system), version 12. (online) [cit. 2018.02.02], dostupné z: <http://www.statsoft.com>

ZÁDOROVÁ, T., PENÍŽEK, V., ŠEFRNA, L., ROHOŠKOVÁ, M., BORŮVKA, L. (2011b): Spatial delineation of organic carbon-rich Colluvial soils in Chernozem regions by Terrain analysis and fuzzy classification. *Catena*, 85, 22-33. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2010.11.006>

9. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Seznam tabulek

TAB. 3. 1. PŘEHLED VÝZNAMNÝCH DŮSLEDKŮ INTENZIVNÍHO PĚSTOVÁNÍ ROSTLIN	5
TAB. 3. 2 CHARAKTERISTIKA KONVENČNÍHO A EKOLOGICKÉHO CHÁPÁNÍ VZTAHU ČLOVĚKA K PŘÍRODĚ.....	7
TAB. 4. 1 POUŽÍVANÉ OSEVNÍ POSTUPY EKOLOGICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ.....	14
TAB. 4. 2 HODNOTÍCÍ STUPNICE PRO PH (H ₂ O)	20
TAB. 4. 3 HODNOTÍCÍ STUPNICE PRO PH (KCL)	21
TAB. 4. 4 HODNOTÍCÍ STUPNICE PRO STANOVENÍ MNOŽSTVÍ ORGANICKÉHO UHLÍKU A HUMUSU ...	21
TAB. 4. 5 HODNOTÍCÍ TABULKA SALINITY.....	22
TAB. 4. 6 KRITÉRIA HODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ZÁSOBENOSTI PŘÍSTUPNÝMI ŽIVINAMI PRO STŘEDNĚ TĚŽKÉ PŮDY (STŘEDNÍ) P, K, MG, CA PODLE MEHLICHA III.....	23
TAB. 4. 7 NÁVRH KRITÉRIÍ PRO EXTRAKT PODLE MEHLICHA III HODNOCENÍ OBSAHU SÍRY	23
TAB. 4. 8 KLASIFIKAČNÍ STUPNICE ZEMIN DLE NOVÁKA	24
TAB. 4. 9 HODNOCENÍ KVALITY PŮDY Z FYZIKÁLNÍHO HLEDISKA.....	27
TAB. 4. 10 KLASIFIKAČNÍ STUPNICE INDEXU REPELENCE (RI).....	30
TAB. 5. 1 VÝLEDNÉ HODNOTY ZÁKLADNÍCH CHEMICKÝCH PŮDNÍCH VLASTNOSTÍ, VÝMĚNNÉ PŮDNÍ REAKCE (PH KCL), AKTIVNÍ PŮDNÍ REAKCE (PH H ₂ O), SALINITA (EC H ₂ O), OBSAH KARBONÁTŮ (CaCO ₃), OBSAH OXIDOVATELNÉHO UHLÍKU (COX) A KVALITY ORGANICKÉ HMOTY (Q4/6) A JEJICH SMĚRODATNÉ ODC.....	31
TAB. 5. 2 VÝLEDNÉ HODNOTY OBSAHU ŽIVIN PRVKŮ-FOSFORU (P), DRASLÍKU (K), HOŘČÍKU (MG), VÁPNIKU (CA) A SÍRY (S)	38
TAB. 5. 3 VÝLEDNÉ HODNOTY SPECIFICKÉ HMOTNOSTI (PZ), OBJEMOVÉ HMOTNOSTI (PD), PÓROVITOSTI, ZRNITOSTI A URČENÍ PŮDNÍHO DRUHU	45
TAB. 5. 4 VÝLEDNÉ PRŮMĚRNÉ HODNOTY NASYČENÉ PŮDNÍ VLHKOSTI (Θ _s), RESIDUÁLNÍ VLHKOSTI PŮDY (Θ _R), RETENČNÍ ČÁRY PŮDNÍ VLASTNOSTI (A) A (N), INFLEXNÍCH BODŮ (H _{INF}), (Θ _{INF}) A (S _{INF})	51
TAB. 5. 5 VÝLEDNÉ HODNOTY NENASYČENÉ HYDRAULICKÉ VODIVOSTI DLE WOODINGA (KS W H ₂ O) A DLE ZHANGA (KS Z H ₂ O) A INDEXU REPELENCE (RI)	59

Seznam obrázků

OBR. Č. 3. 1 TROJÚHELNÍKOVÝ DIAGRAM ZRNITOSTI PŮD	11
OBR. Č. 4. 1 POLE KONVENČNÍHO ZEMĚDĚLSTVÍ FARMA DVŮR SELETICE	15
OBR. Č. 4. 2 POLE EKOLOGICKÉHO ZEMĚDĚLSTVÍ FARMA KOŠÍK.....	15
OBR. Č. 4. 3 MAPA LOKALIT ODEBRANÝCH VZORKŮ.....	16
OBR. Č. 4. 4 MAPA VYBRANÝCH BODŮ-KONVENČNÍ ZEMĚDĚLSTVÍ – POLE KOŠÍK.....	17
OBR. Č. 4. 5 MAPY VYBRANÝCH BODŮ-EKOLOGICKÉ ZEMĚDĚLSTVÍ – POLE SOVOLUSKY.....	17
OBR. Č. 4. 6 POPIS PŮDNÍCH PROFILŮ KONVENČNĚ (KON) A EKOLOGICKY (EKO) OBDĚLÁVANÉHO ÚZEMÍ, KDE AP JE ORNIČNÍ HORIZONT, BT JE ORGANOMINERÁLNÍ LUVICKÝ HORIZONT A C JE PŮDOTVORNÝ SUBSTRÁT.	19
OBR. Č. 4. 7 ODEBRÁNÍ PORUŠENÝCH PŮDNÍCH VZORKŮ	20
OBR. Č. 4. 8 PŘETLAKOVÝ APARÁT	26
OBR. Č. 4. 9 MĚŘENÍ INFILTRACE VODY A ETANOLU DO PŮDY POMOCÍ MINIDISC INFILTROMETRŮ .	28
OBR. Č. 5. 1 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT VÝMĚNNÉ PŮDNÍ REAKCE PH (KCL).....	32
OBR. Č. 5. 2 GRAF VÝSLEDKŮ HODNOT AKTIVNÍ PŮDNÍ REAKCE PH (H ₂ O).....	33
OBR. Č. 5. 3 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ VÝMĚNNÉ (A) A AKTIVNÍ (B) PŮDNÍ REAKCE POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	33
OBR. Č. 5. 4 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT SALINITY EC (H ₂ O).....	34
OBR. Č. 5. 5 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ SALINITY POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	35
OBR. Č. 5. 6 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT OXIDOVATELNÉHO UHLÍKU COX	35
OBR. Č. 5. 7 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ OXIDOVATELNÉHO UHLÍKU POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	36
OBR. Č. 5. 8 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT KVALITY ORGANICKÉ HMOTY Q4/6.....	37
OBR. Č. 5. 9 POROVNÁNÍ VÝSLEDKU KVALITY ORGANICKÉ HMOTY POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	37
OBR. Č. 5. 10 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT FOSFORU (P).....	39
OBR. Č. 5. 11 POROVNÁNÍ VÝSLEDKU KONCENTRACE FOSFORU (P) POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	39
OBR. Č. 5. 12 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT DRASLÍKU (K)	40
OBR. Č. 5. 13 POROVNÁNÍ VÝSLEDKU KONCENTRACE DRASLÍKU (K) POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	41
OBR. Č. 5. 14 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT HOŘČÍKU (MG)	41

OBR. Č. 5. 15 POROVNÁNÍ VÝSLEDKU KONCENTRACE HOŘČÍKU (MG) POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	42
OBR. Č. 5. 16 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT VÁPNIKU (CA)	43
OBR. Č. 5. 17 POROVNÁNÍ VÝSLEDKU KONCENTRACE VÁPNIKU (CA) POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	43
OBR. Č. 5. 18 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT SÍRY (S).....	44
OBR. Č. 5. 19 POROVNÁNÍ VÝSLEDKU KONCENTRACE SÍRY (S) POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	45
OBR. Č. 5. 20 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT ZRNITOSTI (Z.K. I.-IV.)	46
OBR. Č. 5. 21 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ ZRNITOSTI Z.K. I (A), Z.K. II (B), Z.K. III (C), Z.K. IV (D), POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	47
OBR. Č. 5. 22 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT SPECIFICKÝCH HMOTNOSTÍ (PZ).....	48
OBR. Č. 5. 23 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT OBJEMOVÝCH HMOTNOSTÍ (PD).....	48
OBR. Č. 5. 24 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ SPECIFICKÉ (A) A OBJEMOVÉ (B) HMOTNOSTI POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	49
OBR. Č. 5. 25 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT PÓROVITOSTI (P)	49
OBR. Č. 5. 26 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ PÓROVITOSTI POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	50
OBR. Č. 5. 27 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT NASYČENÉ PŮDNÍ VLHKOSTI (Θ_s)	51
OBR. Č. 5. 28 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT REZIDUÁLNÍ VLHKOST PŮDY (Θ_r)	52
OBR. Č. 5. 29 POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ NASYČENÉ (A) A REZIDUÁLNÍ (B) PŮDNÍ VLHKOSTI POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	52
OBR. Č. 5. 30 GRAF VÝSLEDNÝCH PARAMETRŮ ZAKŘIVENÍ RETENČNÍ ČÁRY PŮDNÍ VLHKOSTI (A)	53
OBR. Č. 5. 31 GRAF VÝSLEDNÝCH PARAMETRŮ ZAKŘIVENÍ RETENČNÍ ČÁRY PŮDNÍ VLHKOSTI (N).....	54
OBR. Č. 5. 32 POROVNÁNÍ PARAMETRŮ ZAKŘIVENÍ RETENČNÍ ČÁRY PŮDNÍ VLHKOSTI (A) (A) A (N) (B) POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	54
OBR. Č. 5. 33 TVARY RETENČNÍCH ČAR PŮDNÍ VLHKOSTI V KONVENČNÍM ZEMĚDĚLSTVÍ.....	55
OBR. Č. 5. 34 TVARY RETENČNÍCH ČAR PŮDNÍ VLHKOSTI V EKOLOGICKÉM ZEMĚDĚLSTVÍ.....	55
OBR. Č. 5. 35 GRAF VÝSLEDNÝCH PARAMETRŮ INFLEXNÍCH BODŮ (H_{INF})	56
OBR. Č. 5. 36 POROVNÁNÍ PARAMETRŮ INFLEXNÍCH BODŮ (H_{INF}) POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	57
OBR. Č. 5. 37 GRAF VÝSLEDNÝCH PARAMETRŮ INFLEXNÍCH BODŮ (Θ_{INF})	57
OBR. Č. 5. 38 GRAF VÝSLEDNÝCH PARAMETRŮ INFLEXNÍCH BODŮ (S_{INF})	58
OBR. Č. 5. 39 POROVNÁNÍ PARAMETRŮ INFLEXNÍCH BODŮ (Θ_{INF}) (A) A (S_{INF}) (B) POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE.....	59
OBR. Č. 5. 40 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT NENASYČENÉ HYDRAULICKÉ VODIVOSTI ($K_S W H_2O$).....	60
OBR. Č. 5. 41 GRAF VÝSLEDNÝCH HODNOT NENASYČENÉ HYDRAULICKÉ VODIVOSTI ($K_S Z H_2O$)	60

OBR. Č. 5. 42 POROVNÁNÍ PARAMETRŮ INFLEXNÍCH BODŮ (Θ_{INF}) (A) A (S_{INF}) (B) POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE.....	61
OBR. Č. 5. 43 GRAF PARAMETRŮ INDEXU REPELENCE (RI)	62
OBR. Č. 5. 44 POROVNÁNÍ PARAMETRŮ INDEXU REPELENCE (RI) POMOCÍ STATISTICKÉ METODY ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE	62

Seznam příloh

PŘÍLOHA Č. 1 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO VÝMĚNOU PŮDNÍ REAKCI.....	82
PŘÍLOHA Č. 2 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO AKTIVNÍ PŮDNÍ REAKCI.....	82
PŘÍLOHA Č. 3 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO SALINITU	82
PŘÍLOHA Č. 4 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO OXIDOVATELNÝ UHLÍK.....	82
PŘÍLOHA Č. 5 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO OBSAH KVALITY ORGANICKÉ HMOTY	83
PŘÍLOHA Č. 6 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO FOSFOR	83
PŘÍLOHA Č. 7 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO DRASLÍK	83
PŘÍLOHA Č. 8 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO HOŘČÍK	83
PŘÍLOHA Č. 9 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO VÁPŇÍK.....	84
PŘÍLOHA Č. 10 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO SÍRU	84
PŘÍLOHA Č. 11 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO ZRNITOST – Z.K. I.	84
PŘÍLOHA Č. 12 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO ZRNITOST – Z.K. II.	84
PŘÍLOHA Č. 13 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO ZRNITOST – Z.K. III.	85
PŘÍLOHA Č. 14 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO ZRNITOST – Z.K. IV.	85

PŘÍLOHA Č. 15 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO SPECIFICKOU HMOTNOST	85
PŘÍLOHA Č. 16 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO OBJEMOVOU HMOTNOST	85
PŘÍLOHA Č. 17 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO PÓROVITOST	86
PŘÍLOHA Č. 18 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO NASYCENOU PŮDNÍ VLHKOST	86
PŘÍLOHA Č. 19 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO REZIDUÁLNÍ VLHKOST PŮDY	86
PŘÍLOHA Č. 20 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO RETENČNÍ ČÁRU PŮDNÍ VLHKOSTI A	86
PŘÍLOHA Č. 21 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO RETENČNÍ ČÁRU PŮDNÍ VLHKOSTI N	87
PŘÍLOHA Č. 22 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO INFLEXNÍ BODY H_{INF}	87
PŘÍLOHA Č. 23 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO INFLEXNÍ BODY Θ_{INF}	87
PŘÍLOHA Č. 24 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO INFLEXNÍ BODY S_{INF}	87
PŘÍLOHA Č. 25 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO NENASYCENOU HYDRAULICKOU VODIVOST (WOODING, 1968)	88
PŘÍLOHA Č. 26 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO NENASYCENOU HYDRAULICKOU VODIVOST (ZHANG, 1997)	88
PŘÍLOHA Č. 27 VÝSLEDNÁ TABULKA STATISTICKÉHO ŠETŘENÍ METODOU ANOVA HLAVNÍCH KOMPONENT BEZ INTERAKCE PRO PARAMETRY INDEXU REPELENCE	88

10. PŘÍLOHY

Příloha č. 1 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro výměnou půdní reakci

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro pH KCl (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	274,4642	1	274,4642	1141,284	0,000005
hospodaření	2,5671	1	2,5671	10,675	0,030870
svah	1,4956	4	0,3739	1,555	0,339692
Chyba	0,9619	4	0,2405		

Příloha č. 2 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro aktivní půdní reakci

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro pH H ₂ O (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	353,8465	1	353,8465	1656,791	0,000002
hospodaření	2,7328	1	2,7328	12,796	0,023227
svah	1,3353	4	0,3338	1,563	0,337901
Chyba	0,8543	4	0,2136		

Příloha č. 3 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro salinitu

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro EC H ₂ O (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	41714,38	1	41714,38	163,6122	0,000215
hospodaření	449,79	1	449,79	1,7642	0,254821
svah	1756,42	4	439,11	1,7223	0,305682
Chyba	1019,84	4	254,96		

Příloha č. 4 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro oxidovatelný uhlík

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Cox (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	12,75747	1	12,75747	711,9806	0,000012
hospodaření	0,14414	1	0,14414	8,0443	0,047046
svah	0,05931	4	0,01483	0,8274	0,570609
Chyba	0,07167	4	0,01792		

Příloha č. 5 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro obsah kvality organické hmoty

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Q4/6 (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	114,3086	1	114,3086	2795,539	0,000001
hospodaření	0,9048	1	0,9048	22,127	0,009281
svah	0,0347	4	0,0087	0,212	0,918734
Chyba	0,1636	4	0,0409		

Příloha č. 6 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro fosfor

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro P (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	30795,70	1	30795,70	6077,865	0,000000
hospodaření	2806,88	1	2806,88	553,968	0,000019
svah	911,45	4	227,86	44,971	0,001399
Chyba	20,27	4	5,07		

Příloha č. 7 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro draslík

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro K (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	402153,9	1	402153,9	553,5535	0,000019
hospodaření	11986,8	1	11986,8	16,4995	0,015324
svah	2658,3	4	664,6	0,9148	0,533359
Chyba	2906,0	4	726,5		

Příloha č. 8 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro hořčík

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Mg (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	150402,9	1	150402,9	691,6132	0,000012
hospodaření	241,9	1	241,9	1,1123	0,351066
svah	3093,9	4	773,5	3,5567	0,123343
Chyba	869,9	4	217,5		

Příloha č. 9 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro vápník

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Ca (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	20887926	1	20887926	36,23427	0,003837
hospodaření	1252679	1	1252679	2,17302	0,214461
svah	1567832	4	391958	0,67993	0,641166
Chyba	2305875	4	576469		

Příloha č. 10 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro síru

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro S (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	991,3937	1	991,3937	654,6530	0,000014
hospodaření	22,6907	1	22,6907	14,9835	0,017980
svah	13,5637	4	3,3909	2,2392	0,227080
Chyba	6,0575	4	1,5144		

Příloha č. 11 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro zrnitost – Z.k. I.

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro I. Z.k. (<0,01 mm) (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	9372,170	1	9372,170	225,6191	0,000114
hospodaření	58,371	1	58,371	1,4052	0,301469
svah	121,505	4	30,376	0,7313	0,615489
Chyba	166,159	4	41,540		

Příloha č. 12 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro zrnitost – Z.k. II.

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro II. Z.k. (0,01 - 0,05 mm) (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	7264,642	1	7264,642	224,8731	0,000115
hospodaření	252,707	1	252,707	7,8224	0,048968
svah	340,024	4	85,006	2,6313	0,185738
Chyba	129,222	4	32,306		

Příloha č. 13 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro zrnitost – Z.k. III.

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro III. Z.k. (0,05 - 0,1 mm) (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	845,4803	1	845,4803	174,3318	0,000190
hospodaření	5,3144	1	5,3144	1,0958	0,354275
svah	18,0623	4	4,5156	0,9311	0,526757
Chyba	19,3993	4	4,8498		

Příloha č. 14 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro zrnitost – Z.k. IV.

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro IV. Z.k. (0,1 - 2 mm) (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	11035,68	1	11035,68	265,4960	0,000083
hospodaření	450,78	1	450,78	10,8448	0,030126
svah	563,78	4	140,95	3,3909	0,131978
Chyba	166,27	4	41,57		

Příloha č. 15 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro specifickou hmotnost

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro specifická hmotnost (rZ) (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	62,68031	1	62,68031	75363,13	0,000000
hospodaření	0,00074	1	0,00074	0,89	0,398422
svah	0,00238	4	0,00060	0,72	0,622820
Chyba	0,00333	4	0,00083		

Příloha č. 16 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro objemovou hmotnost

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro objemová hmotnost (rD) (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	19,34932	1	19,34932	1529,987	0,000003
hospodaření	0,00281	1	0,00281	0,222	0,661933
svah	0,06082	4	0,01521	1,202	0,431277
Chyba	0,05059	4	0,01265		

Příloha č. 17 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro pórovitost

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro pórovitost (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	1,975550	1	1,975550	1199,677	0,000004
hospodaření	0,000716	1	0,000716	0,435	0,545690
svah	0,009458	4	0,002365	1,436	0,367226
Chyba	0,006587	4	0,001647		

Příloha č. 18 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro nasycenou půdní vlhkost

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Qs (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	1,309967	1	1,309967	2936,010	0,000001
hospodaření	0,015828	1	0,015828	35,474	0,003989
svah	0,000783	4	0,000196	0,439	0,777641
Chyba	0,001785	4	0,000446		

Příloha č. 19 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro reziduální vlhkost půdy

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Qr (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	0,378933	1	0,378933	1373,787	0,000003
hospodaření	0,001103	1	0,001103	3,998	0,116199
svah	0,000745	4	0,000186	0,676	0,643371
Chyba	0,001103	4	0,000276		

Příloha č. 20 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro retenční čáru půdní vlhkosti α

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro α (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	0,004289	1	0,004289	114,9271	0,000429
hospodaření	0,000039	1	0,000039	1,0346	0,366599
svah	0,000158	4	0,000039	1,0576	0,478995
Chyba	0,000149	4	0,000037		

Příloha č. 21 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro retenční čáru půdní vlhkosti n

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro n (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	22,91052	1	22,91052	3096,913	0,000001
hospodaření	0,00022	1	0,00022	0,030	0,870622
svah	0,05828	4	0,01457	1,969	0,263844
Chyba	0,02959	4	0,00740		

Příloha č. 22 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro inflexní body H_{INF}

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro H inf (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	118376,4	1	118376,4	77,65612	0,000915
hospodaření	288,7	1	288,7	0,18940	0,685871
svah	2664,1	4	666,0	0,43692	0,778856
Chyba	6097,5	4	1524,4		

Příloha č. 23 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro inflexní body θ_{INF}

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Q inf (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	0,900047	1	0,900047	2579,038	0,000001
hospodaření	0,008296	1	0,008296	23,771	0,008187
svah	0,000866	4	0,000216	0,620	0,672666
Chyba	0,001396	4	0,000349		

Příloha č. 24 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro inflexní body S_{INF}

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro S inf (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	0,016033	1	0,016033	416,8932	0,000034
hospodaření	0,000486	1	0,000486	12,6405	0,023685
svah	0,000109	4	0,000027	0,7081	0,626915
Chyba	0,000154	4	0,000038		

Příloha č. 25 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro nenasyčenou hydraulickou vodivost (Wooding, 1968)

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Ks W H ₂ O (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	7,873972	1	7,873972	16,29073	0,056255
hospodaření	2,586794	1	2,586794	5,35191	0,146793
svah	0,450259	2	0,225130	0,46578	0,682231
Chyba	0,966681	2	0,483341		

Příloha č. 26 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro nenasyčenou hydraulickou vodivost (Zhang, 1997)

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro Ks Z H ₂ O (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	1,954439	1	1,954439	20,08939	0,046345
hospodaření	0,955111	1	0,955111	9,81744	0,088540
svah	0,040139	2	0,020069	0,20629	0,828989
Chyba	0,194574	2	0,097287		

Příloha č. 27 Výsledná tabulka statistického šetření metodou ANOVA hlavních komponent bez interakce pro parametry indexu repelence

Efekt	Jednorozměrné testy významnosti pro RI (pedologie4.1.2019) Sigma-omezená parametrizace Dekompozice efektivní hypotézy				
	SC	Stupně volnosti	PC	F	p
Abs. člen	985,9591	1	985,9591	5,850063	0,136736
hospodaření	222,3944	1	222,3944	1,319549	0,369517
svah	93,4298	2	46,7149	0,277177	0,782977
Chyba	337,0764	2	168,5382		