

STATISTICAL TREATMENT OF ABERRATION OF CHERNOZEMS IN AREA MORAVIA AGAINST SOIL SURVEY AND TODAY

STATISTICKÉ HODNOCENÍ REÁLNÉ ABERACE ČERNOZEMĚ NA MORAVĚ ZA KOMPLEXNÍHO PRŮZKUMU PŮD A DNES

Vlček V.

Ústav Agrochemie, půdoznalství, mikrobiologie a výživy rostlin, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail : xvlcek1@mendelu.cz

ABSTRACT

In this paper, an attempt is presented to formulate the level of aberration between the set of results of soil analyses observed on chernozems within Soil Survey and soil analyses within nowadays. The soil samples are in the nowadays collected on the same place as soil samples within Soil Survey. The statistical evaluation is based on the report results from separate districts. The chernozem (regardless the subtype and only in area Moravia) appeared suitable for statistical evaluation. The analysis of one character was calculated for the set of results in topsoil (0–30 cm) and subsoil (30–60 cm). The comparison between average content in topsoil and subsoil was made by t-test (N=90). With respect t character of chernozem it can be deduced that in most of not anthropically influenced samples from mollic horizon the similar features were observed in both monitored depths. The aberration was observed in soil reaction. This fact could be interpreted by acidify. On the other hand, no aberration was documented in CEC. Considering the quality/health of soils it is negative detection because both exchange reaction and CEC are classified in basic soil characters.

Key words: Chernozems, Soil survey, Moravia, aberration, texture, volume of humus, pH, CEC, exploitable nutrients

ABSTRAKT

V této práci byl učiněn pokus o vyjádření míry aberace v souboru výsledků půdních analýz, získaných na černozemních půdách při Komplexním průzkumu zemědělských půd a v souboru výsledků analýz z dnešní doby. Nové půdní vzorky pochází ze stejných lokalit jako půdní vzorky Komplexního průzkumu půd. Pro statistické vyhodnocení byly vybrány všechny černozemě (bez ohledu na subtyp). Analýza jedné proměnné byla vypočtena pro soubor výsledků v ornici (0 - 30 cm) a podorničí (30 - 60 cm). Srovnání průměrných obsahů v ornici a podorničí bylo provedeno t-testem (N=90). Vzhledem k černozemnímu charakteru půd se dá odvozovat, že na antropogenně neovlivněné půdě byly ve většině případů v černických horizontech podobné vlastnosti v obou hloubkách. Aberace byla prokázána u půdní reakce. Tento fakt může ukazovat na probíhající acidifikaci. Na druhou stranu nebyla aberace prokázána u KVK. Vzhledem ke kvalitě/zdraví půdy je to zjištění negativní, protože oba ukazatele (výměnná reakce a KVK) patří mezi jejich základní atributy

Klíčová slova: černozem, komplexní průzkum půd, Morava, aberace, zrnitost, obsah humusu, pH, KVK, využitelné živiny

ÚVOD

Půda a především pak úrodná půda byla od pradávna zdrojem obživy obyvatel. I v současné době patří Morava mezi neúrodnější oblasti v České republice. To umožňují nejen klimatické podmínky, ale především vysoký podíl úrodné černozemě. Tyto uvedené skutečnosti přirozeně určují produkční potenciál zemědělských půd, který je nejvyšší v okrese Břeclav. V současné době jsou černozemě využívány zejména jako orná půda. Malá část je využívána i jako sady, vinice a jen malé oblasti jsou z různých důvodů zalesněné. Na území našeho státu jde o nejhodnotnější půdy vůbec, i když vlivem klimatu často trpí vysycháním (výjimku tvoří pouze černozem lužní). Černozemě jsou vhodné pro naše nejnáročnější plodiny – cukrovku, pšenici, ječmen, kukuřici, vaječnou. Zemědělství v minulých desetiletích však mělo často i negativní dopady na stav orné půdy, a proto jsou dnes časté různě poškozené, případně erozní formy s mělkým humusovým horizontem. Od roku 1936 došlo například k nárůstu hnojení průmyslovými hnojivy z 13,1 kg čistých živin na hektar, na 245,9 kg čistých živin na hektar v roce 1981 (ZACHAR, D., 1985). Tyto a další snahy o intenzifikaci zemědělství měli samozřejmě své dopady na půdu. Je proto vhodné vědět jak půda vypadala kdysi, aby ji bylo možno konfrontovat se současným stavem. Půda se v tomto případě bere jako statistický celek, nesrovnáváme jednotlivé pozemky mezi sebou. Výsledky komplexního průzkumu půd bereme jako jediný statistický soubor a hodnotíme jej analýzou jedné proměnné tak, aby bylo z rozložení četnosti patrné, do jaké míry je soubor antropogenně ovlivněn – tzn. exces, asymetrie, atd.

Tyto půdy najdeme v našich nejsušších a také nejteplejších oblastech (pro Moravu viz Tab. I.) většinou do 300 (400) m n.m. Vznikaly v raných obdobích postglaciálu pod původní stepní popř. lesostepní vegetací. Roční úhrn srážek v černozemních oblastech je 450–700 mm, průměrná roční teplota 7–9 °C (URL 3). Jde o hluboko - humózní půdy s více jak 30 cm mocným (většinou nad 50 cm), tmavým černickým horizontem Ac. Vznikaly intenzivní akumulací a kondenzací organické hmoty, na karbonátových sedimentech (spraše, sprašové písky a slíny). V České republice je najdeme na asi 11 % ZPF (JANDÁK, J., 2001), na Moravě jde o necelých 18 % ZPF.

Od černozemí se očekávají tyto některé ze základních parametrů:

- obsah humusu je v literatuře specifikován poměrně široce cca 2–12 % – viz přehled
 - 2,6–6 % v ornici a 1,5–5,2 % v podornici (BUJNOVSKÝ, R., JURÁNI, B., 1995)
 - 1,9–3 % pro ornici (JANDÁK, J., 2001)
 - 1,9–4,5 % pro ornici (JŮVA, K., 1975)
 - 3–12 % pro ornici (KOLEKTIV AUTORŮ, 1966)
 - 2–4,5 % pro ornici (NĚMEČEK, J., A KOL., 2001)
 - 2–4 % pro ornici (SVOBODA, J., A KOL., 2001)
- pH neutrální až slabě alkalické, v rámci KPP (BUJNOVSKÝ, R., JURÁNI, B., 1995) byly nicméně hodnoty nižší 6,6 v ornici a 6,7 v podornici

➤ T cca 250–300 mmol(+)/kg a výše (JANDÁK, J., 2001), (NĚMEČEK, J., A KOL., 1967).

MATERIÁL A METODIKA

Statistické vyhodnocení komplexního průzkumu půd probíhalo na základě výsledků získaných ze zpráv pro jednotlivé okresy. Z celkových 25 okresů jež se na Moravě (severní a jižní) nacházejí, se černozemě fyzicky vyskytují pouze ve 13 okresech (URL1).

Největší zastoupení (6 okresů) je v Brněnském kraji: jsou to okresy Blansko, Brno–venkov, Břeclav, Hodonín, Vyškov a Znojmo. Okres Brno–město byl vyřazen již předem, i když i zde, jak napovídá okresní zpráva se nacházejí černozemě. Je to patrné i z názvů ulic (Černopolní), případně celých městských čtvrtí (Černá pole). Předpoklad byl takový, že charakter vlastního území města se změnil a v budoucnu ještě dále změní natolik, že využití těchto půd jako půd zemědělských nebude v budoucnu možné, případně bude dosti omezené. Navíc se dnes po přibližně čtyřiceti letech jedná o z valné části zastavěné plochy.

Kraj Olomoucký (3 okresy): a to okresy Olomouc, Prostějov a Přerov. V okresech Jeseník a Šumperk se černozemě nevyskytují.

Kraj Zlínský (3 okresy): jde o okresy Kroměříž, Uherské Hradiště, Zlín. Okres Vsetín černozemě nemá.

Kraj Vysočina (1 okres) a to okres Třebíč. V okresech Žďár nad Sázavou a Jihlava se černozemě nevyskytují.

Kraj Moravskoslezský nemá žádné zastoupení černozemí.

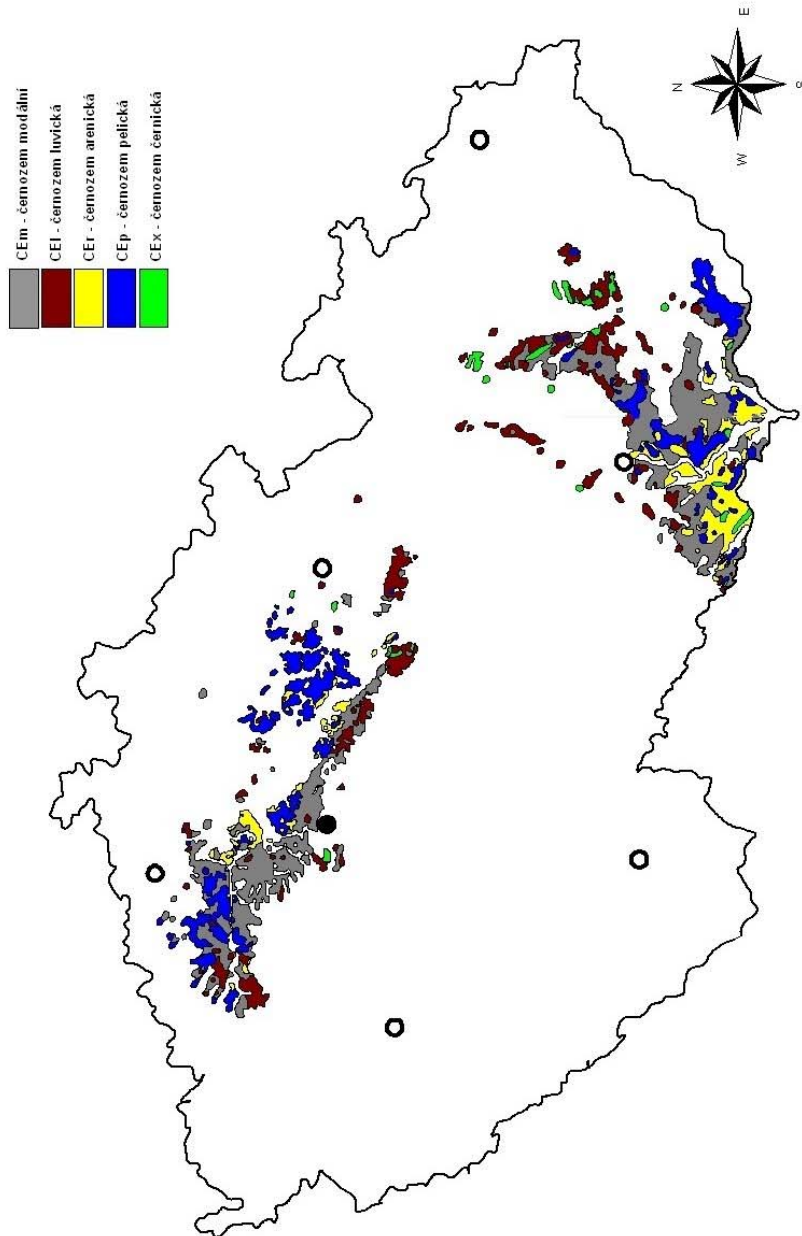
Celkový přehled ploch v jednotlivých okresech a počty typických výběrových sond jsou pak uvedeny v Tab.4.

Moravské černozemě najdeme na ploše 255 709 ha což je asi 6 % ZPF České republiky, vycházíme-li z údajů za rok 2003, že v ČR má 4 269 000 ha půdy náležející k ZPF (URL2).

Údaje pro danou typickou výběrovou sondu byly získávány v příloze průvodních zpráv pro jednotlivé okresy (KOLEKTIV AUTORŮ 1961–1970).

Profily v těchto sondách pak byly rozděleny na ornici (0–30 cm) a podorniční (30–60 cm) a tyto jsou odděleně statisticky zpracovávány. Hloubka ornice je obvykle dána hloubkou hluboké orby, což představuje přibližně 0,30m. V literatuře se je možno střetnout s různými přístupy při vymezování pojmu podorničí. Ve své práci se držím rozdělení, kdy za podorničí, s důrazem na jeho využití ve výživě rostlin, je považována stejně mocná vrstva půdy tj. 0,31–0,60 m, která má nebo může mít význam z hlediska zabezpečování příjmu živin rostlinnou (BEDRNA, Z. et.al., 1989, BUJNOVSKÝ, R. 1993).

Obr. 1 Sybtypy CE a jejich zastoupení na území ČR (zpracovaná mapa z URL4)



Tab.1. Přehled ploch CE v jednotlivých okresech

Okres	Výměra CE v daném okrese (ha)	Zastoupení černozemí v ZPF okresu (%)	Počet typických výběrových sond
<i>Blansko</i>	3 221	6,10	4
<i>Brno–venkov</i>	24 371	37,04	13
<i>Břeclav</i>	65 384	75,24	26
<i>Hodonín</i>	41 217	56,67	14
<i>Kroměříž</i>	10 385	20,50	4
<i>Olomouc</i>	18 787	22,90	6
<i>Prostějov</i>	22 842	40,17	11
<i>Přerov</i>	10 490	16,88	7
<i>Třebíč</i>	112	0,12	2
<i>Uherské Hradiště</i>	7 464	11,98	7
<i>Vyškov</i>	22 227	44,31	13
<i>Zlín</i>	29	0,05	1
<i>Znojmo</i>	29 180	25,31	10
Celkem	255 709	-	118

Pro statistické vyhodnocení byly vybrány všechny černozemě (bez ohledu na subtyp). Za KPP (1961–70) bylo na Moravě v těchto okresech (Tab.1.) vytipováno, a následně vykopáno kolem 118 typických výběrových sond (pouze co se týče CE).

Při našich nových odběrech v letech 2005 a 2006 byly tyto sondy hledány pomocí map velkého měřítka 1:5 000. Mapy byly získány zkopírováním z archivu VÚMOPu, který v současné době provádí správu údajů KPP včetně mapových materiálů. Sonda pak byla přímo v terénu zaměřena přístrojem GPS–Garmin eTrex s chybou přibližně 10 m. Vzorky byly odebírány pomocí komorového půdního vrtáku s hlavicí Edelman. Na těchto průměrných vzorcích byly následně dělány zrnitostní a chemické analýzy. Z těchto vlastností jsme pro statistické vyhodnocení vybrali následující ukazatele: zrnitost (obsah částic I.kategorie), humus, výměnné pH, KVK (T).

Pro vyhodnocení je použita popisná statistika (střední hodnota, chyba střední hodnoty, modus, medián, směrodatná odchylka, rozptyl, špičatost, šikmost, případně maximum a minimum pro hladiny spolehlivosti 95 %). Následně se vytvářel histogram četnosti. Z histogramu se pak tvořil bodový graf spojený hladkými spojnici (ORVIS, W.J. 1996).

Analýzou jedné proměnné se pokusíme prokázat aberace podrobněji a zvlášť v ornici a podorničí.

Špičatost

Kladná – rozdělení pozorovaných hodnot je špičatější než normální rozdělení.

Záporná – rozdělení pozorovaných hodnot je placatější než normální rozdělení.

Nulová – rozdělení pozorovaných hodnot odpovídá normálnímu rozdělení.

Šikmost

Kladná – rozdělení četnosti je zešikmeno vlevo (levostranná asymetrie).

Záporná – rozdělení četnosti je zešikmeno vpravo (pravostranná asymetrie).

Nulová – rozdělení četnosti je symetrické okolo průměru.

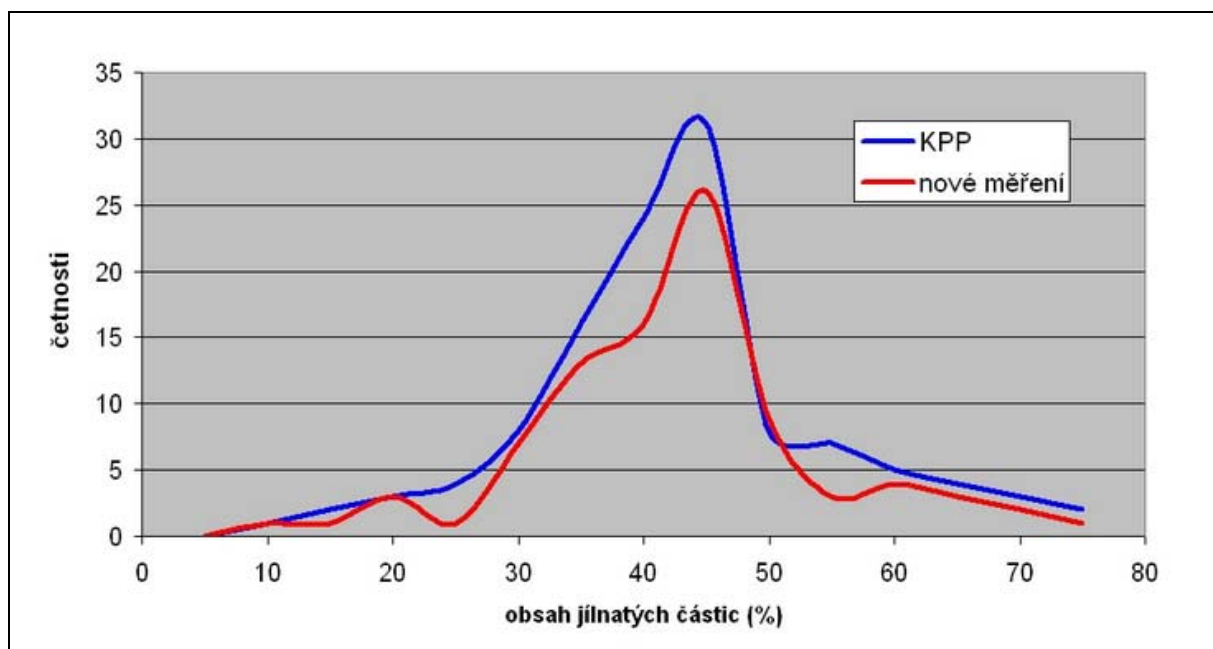
VÝSLEDKY A DISKUZE

Zrnitost

Ornice

Extrémy – půda písčité (5,96 % jílnatých částic k. ú. Mikulov okres Břeclav dříve CE lužní na převážně písčitéch usazeninách mořského neogénu překrývající převážně slinité sedimenty mořského neogénu), případně půda jílovitá (ornice 70,04 % jílnatých částic dříve CE lužní na karpat.flyši v typickém vývoji výrazně vápnitém. – k. ú. Boršice u Blatnice, okres Uherské Hradiště). Není statisticky významný rozdíl mezi starými a novými výsledky (test shrnut v Tab.3.). Grafické znázornění viz Obr.2. Popisná statistika viz Tab.2.

Obr. 2 Rozdělení četnosti obsahu jílnatých částic v ornici starých a nových výsledků.



Tab. 2 Popisná statistika ornice starých a nových výsledků pro obsah jílnatých částic v Obr.2.

	Ornice (0–30 cm) KPP	Ornice (0–30 cm) nové výsledky
Střední hodnota	39,82	40,19
Chyba střed. hodnoty	1,21	1,19
Medián	39,70	40,60
Modus	41,40	45,40
Směrodatná odchylka	11,42	11,24
Rozptyl výběru	130,47	126,29
Špičatost	0,75	1,13
Šikmost	0,31	0,11
Rozdíl max.–min.	59,00	64,08
Minimum	11,60	5,96
Maximum	70,60	70,04
Součet	3544,30	3577,32
Počet	89	89
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	2,41	2,37

Tab. 3 Porovnání starých a nových výsledků v ornici jednofaktorovou analýzou variance (test pro obsah jílnatých částic).

Anova: jeden faktor

Faktor

Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Sloupec 1	89	3544,30	39,82	130,47
Sloupec 2	89	3577,32	40,19	126,29

ANOVA

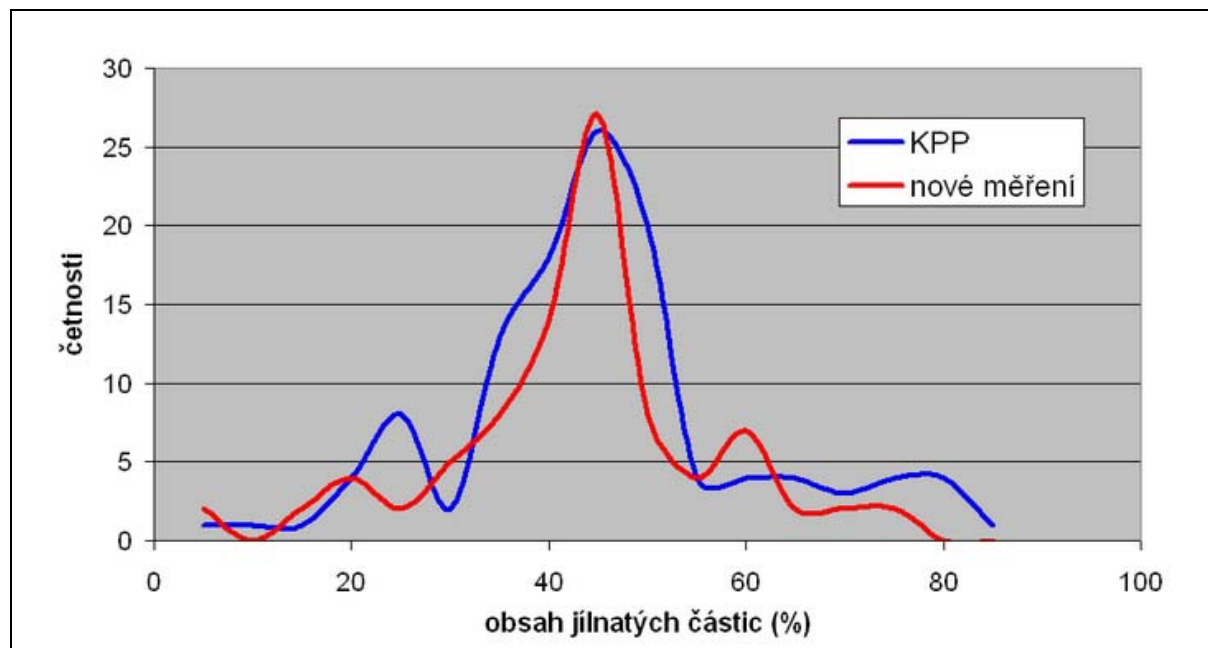
Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	6,13	1	6,13	0,048	0,83	3,89
Všechny výběry	22595,05	176	128,38			
Celkem	22601,17	177				

Podorničí

Extrémy – půda písčité (4,64 % jílnatých částic k. ú. Mikulov okres Břeclav dříve CE lužní na převážně písčitých usazeninách mořského neogénu překrývající převážně slinité sedimenty mořského neogénu), případně půda jílovitá (podorničí 72,8 % jílnatých částic dříve CE hluboko solončakovaná na slinitých horninách karpatského flyše–k. ú. Těšany, okres Břeclav).

Není statisticky významný rozdíl mezi starými a novými výsledky (test shrnut v Tab.5.). Grafické znázornění viz Obr.3. Popisná statistika viz Tab.4.

Obr. 3 Rozdělení četnosti obsahu jílnatých částic v podorničí starých a nových výsledků.



Tab. 4 Popisná statistika podorničí starých a nových výsledků pro obsah jílnatých částic v Obr.3.

	Podorničí (30–60 cm) KPP	Podorničí (30–60 cm) nové výsledky
Střední hodnota	42,56	40,70
Chyba střed. hodnoty	1,58	1,40
Medián	41,95	41,66
Modus	45,30	46,48
Směrodatná odchylka	14,96	13,28
Rozptyl výběru	223,74	176,47
Špičatost	0,76	0,79
Šikmost	0,47	-0,26
Rozdíl max.–min.	77,33	68,16
Minimum	3,67	4,64
Maximum	81,00	72,80
Součet	3830,22	3662,78
Počet	90	90
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	3,13	2,78

Tab. 5 Porovnání starých a nových výsledků v podorničí jednofaktorovou analýzou variance (test pro obsah jílnatých částic).

Anova: jeden faktor

Faktor	Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Sloupec 1		90	3830,22	42,56	223,74
Sloupec 2		90	3662,78	40,70	176,47

ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	155,76	1	155,76	0,78	0,38	3,89
Všechny výběry	35618,87	178	200,11			
Celkem	35774,63	179				

Obsah jílnatých částic je v průměru 40 % v ornici i podorničí. Jedná se tedy o půdy středně těžké, hlinité (jílnaté částice 30–45 %)–viz Obr.2 a 3. V ornici sice došlo ke zvýšení špičatosti, ale naopak došlo ke trojnásobnému snížení šikmosti. Původně lehce levostranná asymetrie se tak začala měnit na rozdělení, jež je symetrické okolo průměru. Poněkud jiná situace je v podorničí. Zde došlo ke změně ve špičatosti pouze v minimálním měřítku, což lze hodnotit pozitivně. Původně levostranné asymetrické rozdělení se ale časem změnilo na nevýrazné pravostranné. Většina autorů (např. VILČEK, J. – HRONEC, O. – BEDRNA, Z. 2005) se shoduje na faktu, že zrnitost je stabilní půdní vlastnost, měnící se pouze omezeně. Nicméně zrnitost se může „běžně“ měnit dvěma možnými způsoby: erozí či zvětráváním (rozpadem). Na rozpadu půdních částic se může podílet i agrotechnika – kdy závěry z pokusů na kambizemi, při použití rotačního kypriče, prokazují nárůst nejmenší zrnitostní frakce (jílu) v důsledku mechanického rozmělnění hrubších frakcí (JANDÁK, J. – FILÍPEK, J. 2001).

Právě tyto důvody, tzn. rozpad půdních částic vlivem agrotechniky a zvětrávání (byť v našich zeměpisných šířkách ne tak výrazné), bych viděl jako hlavní důvod změny levostranné asymetrie na relativně symetrické rozdělení (vzrostl podíl černozemí s vyšším zastoupením částic I.kategorie).

Jistým problémem zůstává vodní a větrná eroze. Větrná eroze je v praxi obtížně měřitelná. Odnosu nejvíce podléhají částice o velikosti 0,25 – 0,4 mm tzn. střední písek (JANEČEK M. et al. 2002). Tyto částice nebyly v této práci řešeny. Vodní eroze se projevuje nejdříve odnosem zpočátku nejjemnějších půdních částic, což je spojeno se vzrůstem hrubozrnosti půdy. Pokračující erozi pak podléhají i hrubší částice (PRAX, A., POKORNÝ, E., 1996). Při poměrně velké plošné erozi, jsou smývány částice v podstatě bez rozdílu velikosti. Vzhledem k faktu, že na černozemi je poměrně mocný a zrnitostně relativně homogenní černický horizont Ac, pak i v případě plošné vodní eroze nemusí být tato přímo patrná, protože zrnitostní křivky ornice i podorničí jsou prakticky totožné. Vzrůst hrubozrnosti sice výsledky nepotvrzují, nicméně neznamená to, že se u černozemí

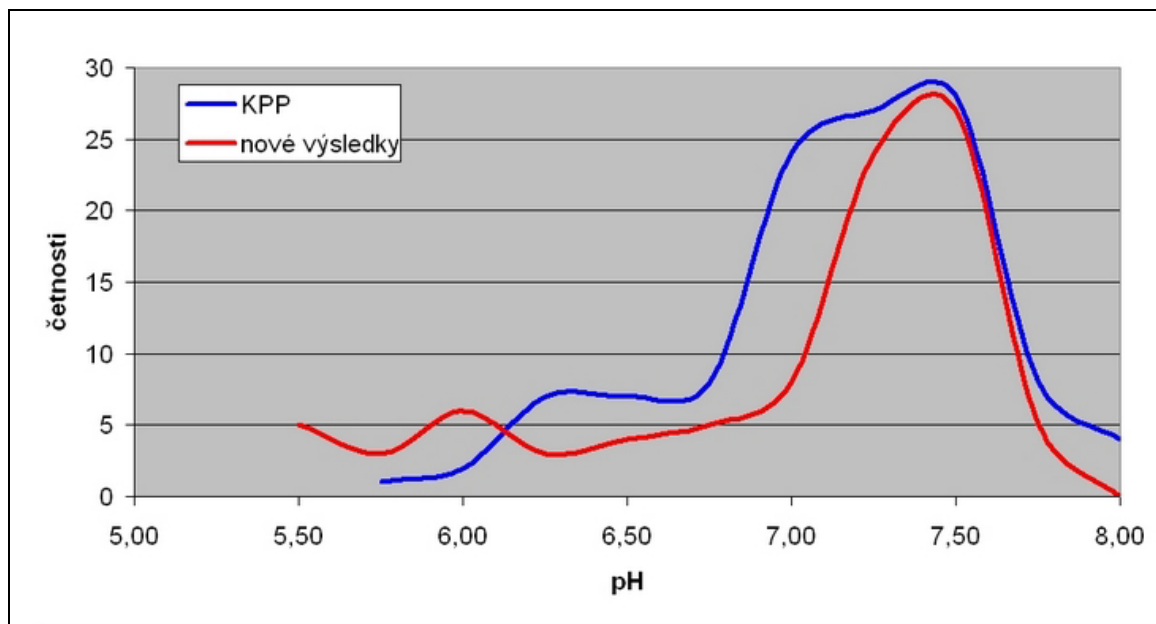
nepotýkáme s erozí, neboť na některých lokalitách došlo prokazatelně k plošné vodní erozi. Náprava tohoto stavu již prakticky není možná. Lze však minimalizovat dopady, a omezit další erozi. Jako nejefektivnější se prozatím jeví tvorba menších honů a zasakovacích pásů, správná agrotechnika, pěstování víceletých píceň, případně tvorba mulčů.

Výměnné pH

Ornice

Průměrné hodnoty půdní reakce v ornici se dnes pohybují okolo $6,87 \pm 0,07$ (půdní reakce neutrální). Průměr se tedy u stejného souboru za 40 let snížil o 0,23 jednotek (z původního pH 7,1). Variabilita se u sledovaných lokalit mírně zvýšila a došlo k posunu směrem ke kyselé reakci. Nejnižší pH souboru je 4,72 (kyselá půdní reakce – dříve hodnoceno jako CE na spraši překrývajícím štěrkopískovou terasu – k. ú. Opatovice, okres Brno–venkov), takže oproti dřívějšímu nejnižšímu pH 5,7 došlo k poklesu skoro o jednu jednotku.

Obr. 4 Rozdělení četnosti pH v ornici u starých a nových výsledků



Rovněž nejvyšší hodnota poklesla z původních zhruba 7,8 na 7,65 (alkalická půdní reakce – dříve hodnoceno jako CE smytá na spraši – k. ú. Šardice, okres Břeclav). V ornici tedy můžeme hovořit o probíhající acidifikaci. Rozdíl mezi starými a novými výsledky je statisticky průkazný.

Tab. 6 Popisná statistika ornice starých a nových výsledků pro výměnné pH v Obr.4

	ornice výsl. (0-30 cm) KPP	ornice (0-30 cm) nové výsledky
Střední hodnota	7,10	6,87
Chyba střed. hodnoty	0,05	0,07
Medián	7,2	7,15
Modus	7,2	7,21
Směrodatná odchylka	0,46	0,67
Rozptyl výběru	0,21	0,45
Špičatost	0,40	1,03
Šikmost	-0,81	-1,34
Rozdíl max.–min.	2,10	2,93
Minimum	5,70	4,72
Maximum	7,80	7,65
Součet	638,80	618,70
Počet	90	90
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	0,10	0,14

Tab. 7 Porovnání starých a nových výsledků v ornici jednofaktorovou analýzou variance (test pro výměnné pH).

Anova: jeden faktor

Faktor

Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Sloupec 1	90	638,80	7,10	0,21
Sloupec 2	90	618,71	6,87	0,45

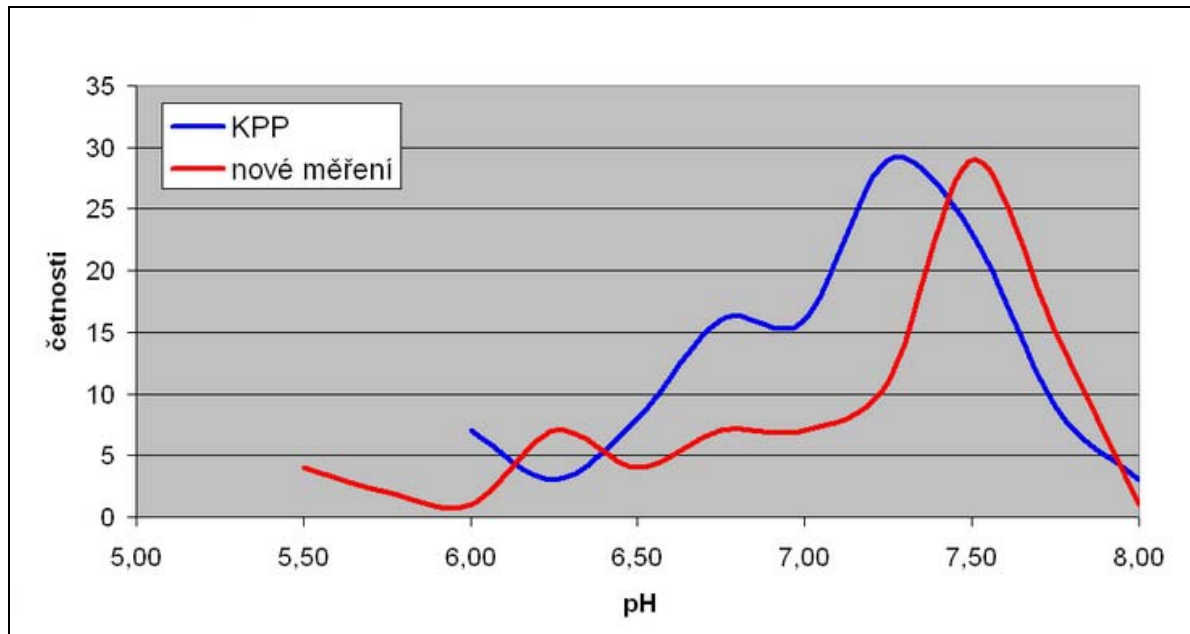
ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	2,24	1	2,24	6,75	0,01	3,89
Všechny výběry	59,17	178	0,33			
Celkem	61,41	179				

Podorničí

Průměrné hodnoty půdní reakce v podorničí byly oproti ornici o něco vyšší – $6,97 \pm 0,07$ (půdní reakce také neutrální). Oproti dřívějšímu se tedy průměr prakticky nezměnil (dříve

Obr. 5 Rozdělení četnosti pH v podorničí u starých a nových výsledků



průměrné pH $7,1 \pm 0,052$). Výrazně se však zvýšila variabilita – nejnižší hodnota pH se snížila na 4,38 (silně kyselá půdní reakce– dříve hodnoceno jako CE smytá na spraši – k. ú. Pozořice okres Brno–venkov) což oproti dřívějšímu statistickému minimu je pokles o 1,4 jednotky! Nejvyšší hodnota je 7,77 (alkalická půdní reakce–dříve hodnoceno jako CE na svahovinách z převážně karbonátového materiálu – k.ú. Brod nad Dyjí, okres Břeclav). Tato hodnota je prakticky totožná s dřívějším statistickým maximem 7,8. Změna pH v podorničí je v rámci měřeného souboru statisticky neprůkazná.

Tab. 8 Popisná statistika podorničí starých a nových výsledků pro výměnné pH v Obr.5.

	podorničí (30–60 cm) KPP	podorničí (30–60 cm) nové výsledky
Střední hodnota	7,09	6,97
Chyba střed. hodnoty	0,05	0,07
Medián	7,20	7,27
Modus	7,20	7,31
Směrodatná odchylka	0,48	0,70
Rozptyl výběru	0,23	0,49
Špičatost	0,26	2,29
Šikmost	-0,77	-1,52
Rozdíl max.–min.	2,00	3,39
Minimum	5,80	4,38
Maximum	7,80	7,77
Součet	623,70	613,28
Počet	88	88
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	0,10	0,15

Tab. 9 Porovnání starých a nových výsledků v podorničí jednofaktorovou analýzou variance (test pro výměnné pH).

Anova: jeden faktor

Faktor

Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Sloupec 1	88	623,70	7,09	0,23
Sloupec 2	88	613,28	6,97	0,49

ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	0,61	1	0,62	1,72	0,19	3,90
Všechny výběry	62,5	174	0,36			
Celkem	63,162	175				

U černozemí můžeme za posledních 40 let pozorovat trend postupného okyselování. V ornici došlo v průměru ke statisticky průkaznému poklesu pH o 0,23. V podorničí došlo v průměru ke statisticky neprůkaznému poklesu pH o 0,1. Špičatost se v ornici oproti minulosti více jak zdvojnásobila. Šikmost se také zvýšila, i když ne tak razantně jako špičatost, rozdělení četnosti je pravostranné, asymetrické. V praxi to znamená omezení pravé, neutrální až alkalické části rozdělení, tzn. probíhající acidifikaci. V podorničí je dnešní stav ještě o něco horší. Průměrné hodnoty prakticky zůstaly totožné, ale špičatost vzrostla skoro desetinásobně, a šikmost více než dvakrát. Rozdělení je zde víceméně podobné jako u ornice tj. pravostranná asymetrie. To znamená, že roste počet lokalit s kyselým pH, a průměr se čím dál víc přesouvá vlevo. Můžeme tedy alespoň u tohoto půdního typu a u ornice hovořit o

probíhající acidifikaci. Výsledky se víceméně shodují se závěry ÚKZÚSu. Ten prováděl srovnání dvou šestiletých období – z let 1993–1998 a 1999–2004. V ČR podle těchto výsledků pokleslo u orné půdy průměrné pH o 0,1. Což konkrétně znamená, že více než 7 % ploch s původně alkalickým a neutrálním pH přešlo do kategorií slabě kyselých a kyselých půd. U trvalých travních porostů je tento trend ještě výraznější – v Moravskoslezském kraji poklesla půdní reakce dokonce o 0,7 (URL3). Trvalé travní porosty však na moravských černozemích prakticky nenajdeme. Jak ukazují práce ze zahraničí z Finska (MAKELA KURTTO, R. – SIPPOLA, J. 2002), Polska (KLIMOWICZ, Z. – UZIAK, S. 2001) na orných půdách, či zkušenosti z Velké Británie (BLAKE, L. – GOULDING, K.W.T. et.al., 1999), Německa (WOLFF, B. – RIEK, W. – HENIG, P. 1998) na lesních půdách, nejedná se o problém pouze České republiky, ale problém celoevropský. Tento pokles pH se v Evropě dává do příčinné souvislosti buď s aplikací velkých dávek dusíkatých hnojiv v letech 1970 – 1990, nebo atmosférickou depozicí polutantů, případně kombinací obojího. V období po roce 1990 dochází k silnému útlumu v používání minerálních hnojiv. Do tohoto roku se používá zhruba 200 kg č.ž.NPK/ha, o rok později už toto množství bylo zhruba třetinové (66 kg č.ž./ha), což odpovídá stavu kolem roku 1958 (KOLÁŘ, L. 1999). Damaška a Fürst, (1980) ve své práci prokázali negativní účinek vysokých dávek průmyslových hnojiv na zvýšení kyselosti půd, snížení sorpčního nasycení a zatížení půd minerálními solemi. Bohužel stav po roce 1990 znamená i silný útlum v užívání vápenatých hmot. Dnes máme asi pěti-procentní spotřebu než v roce 1986–tedy celorepublikově asi 141 tis.t (URL3). Podle Bedrny (1982) se oproti roku 1961 jak v českých zemích, tak na Slovensku zvýšila výměra půd s extrémně kyselou reakcí. S tímto lze bohužel souhlasit i na půdním typu černozem.

Výskyt lokalit s extrémně nízkými hodnotami pH (např. k.ú. Opatovice okres Brno–venkov–pH v ornici 4,72) je ve valné většině vázán na přítomnost účelových staveb zemědělských družstev (kravíny, vepřiny). Z nich se pak dostávaly na okolní pozemky látky bohaté na dusík a to buď průsakem či nadměrnou aplikací. Tyto látky se pak mohou přeměňovat až na HNO₃, která má fatální vliv na pH.

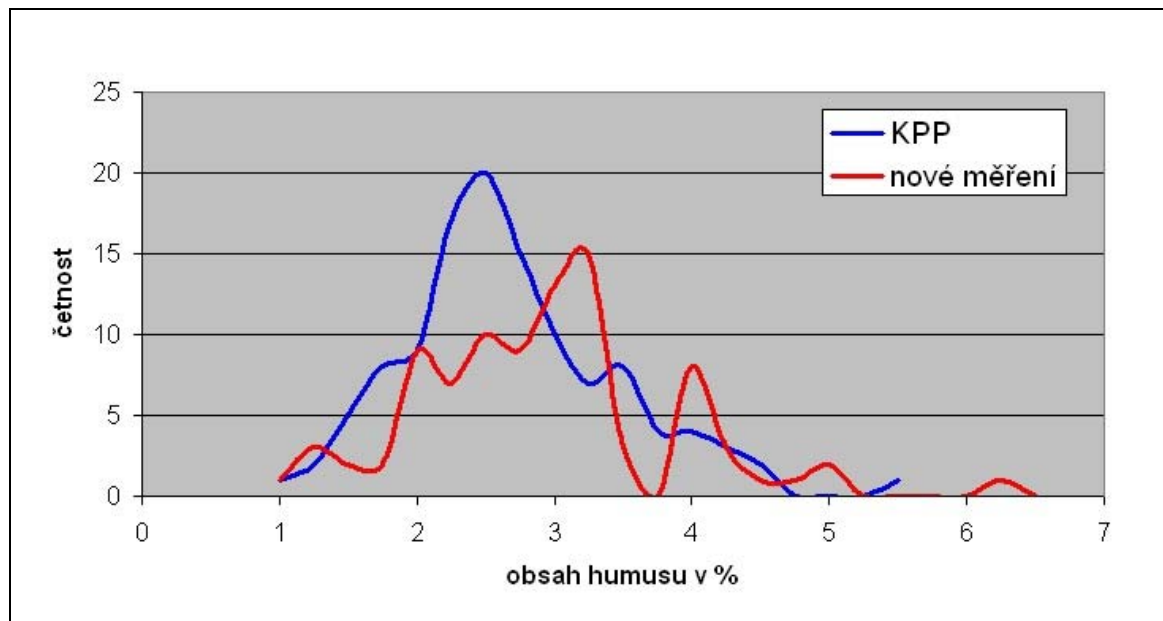
V souhrnu se domnívám, že to znamená probíhající acidifikaci v podorničí a v ornici. Začíná se stírat rozdíl mezi ornici a podorničím, kdy dříve vesměs stabilní neutrální půdní reakce v podorničí začíná klesat v důsledku absence či nedostatečnosti vápnění. Acidifikaci lze v tomto případě omezit aplikací přiměřených dávek vápenatých hmot na půdu, což se v dnešní době bohužel neděje.

Obsah humusu

Ornice

Průměrné hodnoty obsahu humusu v ornici u sledovaných lokalit se za posledních 40 let zvýšily z původních 2,59 % na současných 2,77 % (přírůstek zhruba o 14 t na hektar). Nebyl však prokázán statisticky průkazný rozdíl v obsahu humusu mezi starými a novými výsledky. Obsah humusu je v orničním horizontu dále zvyšován pravděpodobně dodáváním organických hnojiv, pěstováním víceletých píceňin a především poměrně velkými dodávkami minerálních hnojiv v 70.tých a 80.tých letech 20.stol. Nové rozdělení výsledků však nemá (a dříve ani nemělo) charakter Gaussova normálního rozdělení, tzn. byla prokázána

Obr. 6 Rozdělení četnosti obsahu humusu v % v ornici u starých a nových výsledků



antropogenní aberace. V ornici došlo k tvorbě vícevrcholového rozdělení.

V budoucnu bude tento trend zřejmě dále pokračovat, přičemž pravděpodobně dojde k vytvoření dvou nebo více samostatných souborů s relativně nízkým a vysokým obsahem humusu. To samo o sobě nemusí mít katastrofální následky, protože z praxe víme (POSPÍŠIL, F. 1981), že neexistuje přímá vazba mezi množstvím humusu a úrodností. Proto by bylo zajímavé sledovat vývoj kvality humusu, protože zhoršení kvality humusu snížením poměru HK:FK je považováno za obecně rozšířené.

Tab. 10 Popisná statistika ornice starých a nových výsledků pro obsah humusu v Obr.6.

	ornice (0–30 cm) KPP	ornice (0–30 cm) nové výsledky
Střední hodnota	2,59	2,77
Chyba střed. hodnoty	0,09	0,09
Medián	2,42	2,79
Modus	2,34	2,96
Směrodatná odchylka	0,80	0,86
Rozptyl výběru	0,64	0,73
Špičatost	0,99	0,05
Šikmost	0,84	0,25
Rozdíl max.–min.	4,20	4,10
Minimum	1,17	0,80
Maximum	5,37	4,90
Součet	223,05	238,53
Počet	86	86
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	0,17	0,18

Tab. 11 Porovnání starých a nových výsledků v ornici jednofaktorovou analýzou variance (test pro obsah humusu).

Anova: jeden faktor

Faktor

	Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Sloupec 1		86	223,05	2,59	0,64
Sloupec 2		86	238,53	2,77	0,73

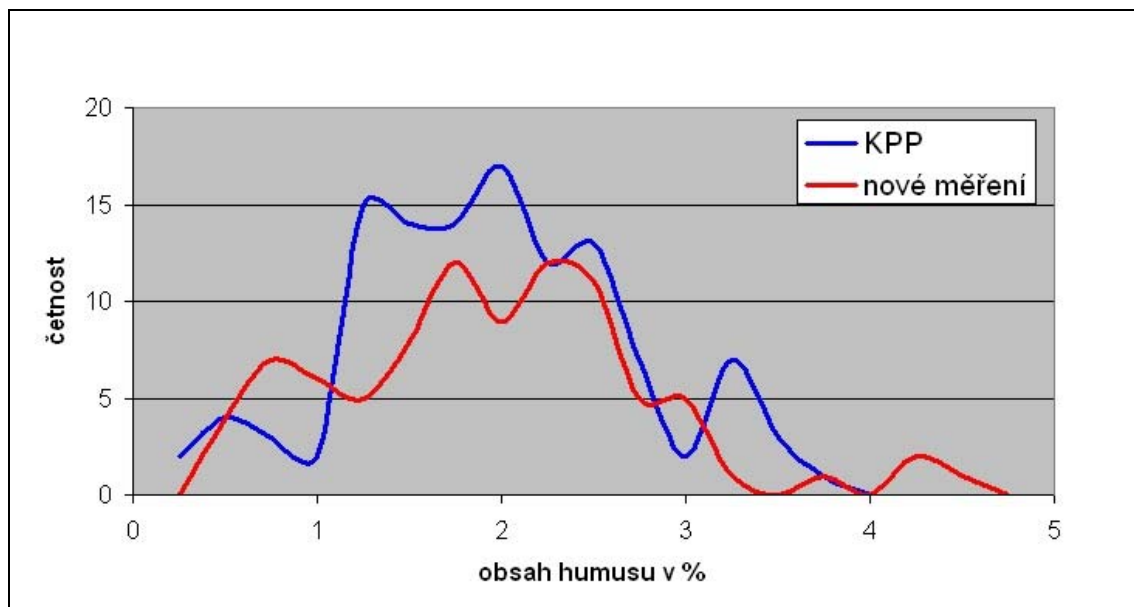
ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	1,39	1	1,39	2,023	0,16	3,90
Všechny výběry	117,06	170	0,69			
Celkem	118,45	171				

Podorničí

Průměrné hodnoty obsahu humusu v podorničí jsou oproti ornici nižší – 1,80 % (tedy absolutně cca o 1 %). Oproti dřívějšímu došlo pouze k minimálním změnám v obsahu humusu. Navíc tyto změny nejsou statisticky průkazné.

Obr. 7 Rozdělení četnosti obsahu humusu v % v podorníci u starých a nových výsledků



Tab. 12 Popisná statistika podorníci starých a nových výsledků pro obsah humusu v Obr. 7.

	podorníci (30–60 cm) KPP	podorníci (30–60 cm) nové výsledky
Střední hodnota	1,90	1,80
Chyba střed. hodnoty	0,09	0,09
Medián	1,86	1,85
Modus	2,50	1,68
Směrodatná odchylka	0,83	0,83
Rozptyl výběru	0,69	0,68
Špičatost	0,91	0,60
Šikmost	0,52	0,47
Rozdíl max.–min.	4,69	4,06
Minimum	0,15	0,26
Maximum	4,84	4,32
Součet	163,44	154,59
Počet	86	86
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	0,18	0,18

Tab. 13 Porovnání starých a nových výsledků v podorničí jednofaktorovou analýzou variance (test pro obsah humusu).

Anova: jeden faktor

Faktor	Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Sloupec 1		86	163,44	1,90	0,69
Sloupec 2		86	154,59	1,80	0,68

ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	0,46	1	0,46	0,66	0,42	3,90
Všechny výběry	116,99	170	0,69			
Celkem	117,45	171				

Průměrné hodnoty obsahu humusu v ornici u sledovaných lokalit se za posledních 40 let zvýšily zhruba o 14 t na hektar. Nebyl však prokázán statisticky průkazný rozdíl v obsahu humusu mezi starými a novými výsledky. U podorničí došlo v průměru naopak k poklesu o necelých 8 t/ha. Pokles je také statisticky neprůkazný. Tento stav může být zapříčiněn buď dodáváním organických hnojiv, pěstováním víceletých píceňin a především poměrně velkými dodávkami minerálních hnojiv v 70.-tých a 80.-tých letech 20.stol. Vzhledem k faktu, že jsem nedodržel doby odběru jež byly při KPP, mohou být difference způsobeny prostým sezónním kolísáním v obsahu humusu, díky různým osevním postupům (POKORNÝ, E. et.al. 2004).

Došlo sice k výraznému poklesu šikmosti i špičatosti v ornici a ne příliš výraznému poklesu v podorničí, ale rozdělení četností souboru je v ornici i podorničí stále levostranné, asymetrické. Tuto skutečnost bych dal do příčinné souvislosti s hospodařením v uplynulých letech (viz.níže) – tzn.klesá podíl černozemí s extrémně nízkým obsahem humusu.

V ornici došlo oproti dřívějšímu souboru k vytvoření vícevrcholového rozdělení s několika vrcholy v 2; 2,5; 3 a 4 % obsahu humusu. Tvorbu vícevrcholového rozdělení četnosti jak v ornici tak podorničí mělo pravděpodobně na svědomí pěstování velkého množství víceletých píceňin (jetel, vojtěška), jako krmivo pro polygastrická zvířata. Dále pak aplikace organických a minerálních hnojiv. Aplikace těchto osevních postupů a organických hnojiv v praxi neprobíhala ve všech oblastech stejně. Docházelo tak k nestejnému „růstu“ v obsahu humusu. Vysvětluje to i difference mezi ornicí a podorničím – aplikace byla prováděna na ornici s následným zaoráním, tzn. růst obsahu humusu je patrný zejména v orniční vrstvě (obsah humusu v podorničí je přibližně na 65 % obsahu humusu v ornici). V podorničí ke změně prakticky nedošlo, respektive tato změna není statisticky průkazná, lze proto tvrdit že v podorničí se vytvořila poměrně stabilní zásoba humusu. Oproti dřívějšímu má tato zásoba snížené variační rozpětí. Co se celkově týče obsahu humusu, jde ale o jistý relikv dřívějších let. V dnešní době, kdy došlo v výrazné redukci počtu dobytčích jednotek na hektar, což má v praxi dva následky: není dostatek organických hnojiv a není potřeba pěstovat víceleté píceňiny v takové míře. Fakt je ale ten, že oproti minulosti se zaorává mnohem větší množství

slámy, a tu při analýzách na Cox nedokážeme odlišit od humusu. Je tedy otázka jakou část půdní organické hmoty tvoří humus a jakou organické zbytky.

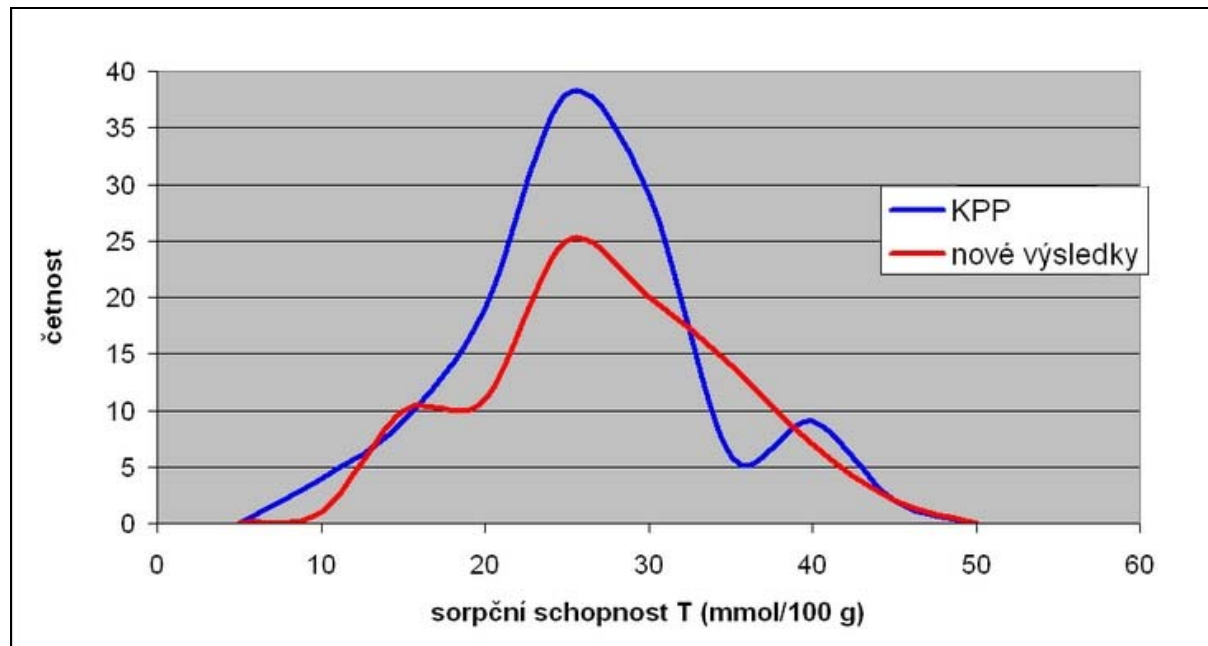
Na změny v obsahu humusu v našich půdách existují v zásadě dva názory: Škarda a Damaška (1982), například ve své práci dokazují, že za padesát let nedošlo k podstatnějším změnám v průměrném obsahu humusu, i když na některých půdních typech postižených nedostatky v hospodaření půdní organickou hmotou je tento úbytek pozorovatelný. Jiní odborníci považují za prokázané (SEIFERT, J. 1982), že ztráty humusu na začátku 80-tých let 20.stol.v našich půdách již dosáhly čtvrtiny z původního množství. Se závěry Škardy a Damašky lze víceméně souhlasit – k podstatnějším změnám za sledované období nedošlo, nebo tyto změny nejsou statisticky průkazné. Další vývoj bude ale pravděpodobně takový, že obsah humusu bude v ornici pozvolna klesat z důvodů uvedených výše. To samo o sobě nemusí mít katastrofální následky, protože z praxe víme, že neexistuje přímá vazba mezi množstvím humusu a úrodností. Proto by bylo zajímavé sledovat vývoj kvality humusu, protože zhoršení kvality humusu snížením poměru HK:FK je považováno za obecně rozšířené (POSPÍŠIL, F. 1981). Já to bohužel ze své práce nemohu ani potvrdit, ani vyvrátit. Jak ukazují dvanáctileté pokusy z Litvy, obsah organického uhlíku v důsledku nedostatečného hnojení však klesá velmi pomalu, (TRIPOLSKAJA, L. – GREIMAS, G. 1998), proto tento děj lze ještě včas zvrátit.

Sorpční kapacita T

Ornice

Průměrná hodnota SK v ornici je 24,91 mmol/100 g. Nejmenší hodnota je 5,2 mmol/100 g (CE lužní na převážně písčítých usazeninách mořského neogénu překrývajícím převážně slinité sedimenty mořského neogénu, k. ú. Mikulov, okres Břeclav) a naopak největší hodnota 44,96 mmol/100 g (CE lužní na karpatském flyši v typickém vývoji výrazně vápnitém, k. ú. Boršice u Blatnice, okres Uherské Hradiště).

Obr. 8 Rozdělení četnosti kationtové výměnné kapacity v ornici u starých a nových výsledků.



Tab. 14 Popisná statistika ornice starých a nových výsledků pro sorpční schopnost v Obr. 8.

	Ornice (0–30 cm) KPP	Ornice (0–30 cm) nové výsledky
Střední hodnota	23,96	24,91
Chyba střed. Hodnoty	0,74	0,84
Medián	23,75	24,68
Modus	29,20	24,41
Směrodatná odchylka	7,00	7,92
Rozptyl výběru	48,99	62,70
Špičatost	0,20	-0,14
Šikmost	0,18	0,14
Rozdíl max.–min.	36,60	39,76
Minimum	5,40	5,20
Maximum	42,00	44,96
Součet	2132,30	2215,30
Počet	89	89
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	1,47	1,67

Tab. 15 Porovnání starých a nových výsledků v ornici jednofaktorovou analýzou variance (test pro velikost kationtové výměnné kapacity).

Anova: jeden faktor

Faktor	Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Sloupec 1		89	2132,30	23,96	48,99
Sloupec 2		89	2215,30	24,91	62,70

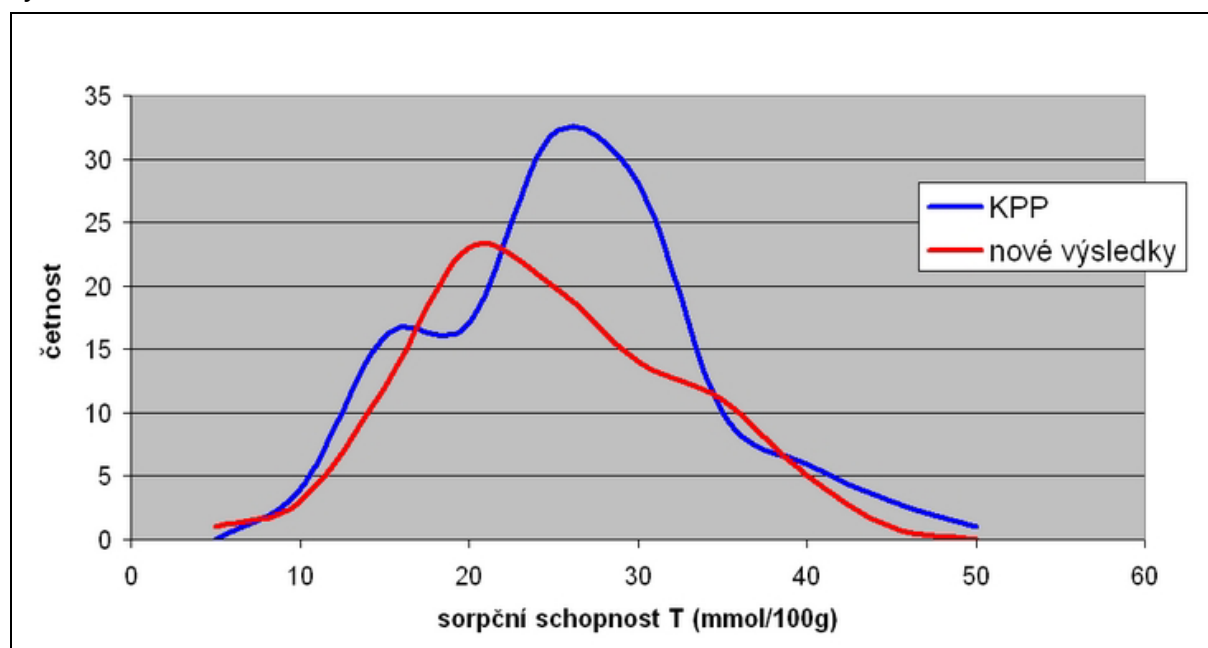
ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	38,69	1	38,69	0,69	0,41	3,90
Všechny výběry	9828,08	176	55,84			
Celkem	9866,77	177				

Podorničí

Průměrné hodnoty SK v podorničí byly oproti ornici o něco nižší 22,24 mmol/100 g. Nejnižší hodnota je 2,13 mmol/100 g (CE lužní na převážně písčitéch usazeninách mořského neogénu překrývajícím převážně slinité sedimenty mořského neogénu, k. ú. Mikulov, okres Břeclav), největší 41,62 mmol/100 g (CE hluboko solončakovaná na slinitých horninách karpatského flyše – k. ú. Těšany sonda V530, okres Brno – venkov).

Obr. 9 Rozdělení četnosti kationtové výměnné kapacity v podorničí u starých a nových výsledků.



Tab. 16 Popisná statistika podorničí starých a nových výsledků pro sorpční schopnost v Obr.9.

	Podorničí (30–60 cm) KPP	Podorničí (30–60 cm) nové výsledky
Střední hodnota	23,77	22,27
Chyba střed. Hodnoty	0,82	0,87
Medián	23,40	21,18
Modus	21,30	18,28
Směrodatná odchylka	7,66	8,19
Rozptyl výběru	58,67	67,16
Špičatost	0,33	-0,49
Šikmost	0,31	0,15
Rozdíl max.–min.	40,60	39,49
Minimum	6,90	2,13
Maximum	47,50	41,62
Součet	2091,90	1959,60
Počet	88	88
Hladina spolehlivosti (95,0 %)	1,62	1,74

Tab. 17 Porovnání starých a nových výsledků v podorničí jednofaktorovou analýzou variance (test pro velikost kationtové výměnné kapacity).

Anova: jeden faktor

Faktor

Výběr	Počet	Součet	Průměr	Rozptyl
Sloupec 1	88	2091,88	23,77	58,67
Sloupec 2	88	1959,60	22,27	67,16

ANOVA

Zdroj variability	SS	Rozdíl	MS	F	Hodnota P	F krit
Mezi výběry	99,42	1	99,42	1,58	0,21	3,90
Všechny výběry	10946,99	174	62,91			
Celkem	11046,41	175				

Velikost SK se na CE Moravy pohybovaly v poměrně širokém rozmezí od 5,2 mmol/100 g v ornici (respektive 2,13 mmol/100 g v podorničí) u nejnižších po zhruba 45 mmol/100 g v ornici (respektive 41,62 mmol/100 g v podorničí). Průměrně 24,91 mmol/100 g což je hodnoceno jako střední vyšší sorpční kapacita (viz.Obr.8.). Popisná statistika pro velikost sorpční kapacity T v ornici z Obr.8.je uvedena v Tab.14.

Změny sorpčního komplexu v ornici zůstaly prakticky na stejné úrovni jako za KPP. V ornici došlo k mírnému vzestupu průměrných hodnot o 1 mmol/100 g, v podorničí naopak

ke snížení průměrných hodnot o 1,5 mmol/100 g, což v obou případech znamená zanedbatelné hodnoty. Změny v ornici i podorničí navíc nejsou statisticky průkazné.

Oproti minulosti došlo k výrazné změně v rozdělení četností z hlediska špičatosti. U ornice i podorničí došlo, z původně špičaté křivky, k výraznému zploštění. Zploštění je větší než Gaussovo normální rozdělení. U ornice i podorničí došlo také k poklesu šikmosti zhruba na polovinu. Z čehož plyne, že původně levostranná asymetrie se začíná „narovnávat“. To má zřejmě na svědomí změna asymetrie u obsahu humusu, kde došlo k podobnému ději i u sorpčního komplexu – tzn. začalo ubývat černoze s velmi nízkým sorpčním komplexem. Rozdělení dat se tak blíží k symetrickému rozdělení kolem průměru. To nelze hodnotit jinak než pozitivně.

Velikost sorpčního komplexu v praxi závisí na zrnitosti a na obsahu humusu. U zrnitosti nedošlo ke statisticky průkazné změně v obsahu částic I. kategorie. U humusu je situace obdobná – změnilo se sice rozdělení četností, ale v průměru nedošlo ke statisticky průkazné změně v obsahu humusu ani v ornici, ani v podorničí. K jisté změně ve velikosti sorpčního komplexu by pravděpodobně došlo v případě, že by došlo ke zhoršení kvality humusu. Nepřímo můžeme dle výsledků pro velikost sorpčního komplexu říci, že ke zhoršení kvality humusu nedošlo, alespoň ne ve statisticky průkazné formě. Stabilita sorpčního komplexu se tedy prakticky shoduje se stabilitou v zrnitosti (obsahu částic I. kategorie), a stabilitou v obsahu humusu (či obsahu oxidovatelného uhlíku). Jisté nebezpečí se skrývá v monokulturním pěstování obilnin, jež se rozšířilo v posledních letech. Bylo totiž zjištěno, že při dlouhodobém monokulturním pěstování plodin (nad 15 let) s malým množstvím posklizňových zbytků (kukuřice, cukrová třtina), dochází ke snížení KVK i obsahu výměnných bází ve srovnání s původními hodnotami (JUO, A.S. et.al. 1996) (BURLE, M. – MIELNICZUK, J. – FOCCHI, S. 1997) (HARTMINK, A.E. 1998) (SALINAS-GARCIA, J. R. – MATOCHA, J. E. – HONS, F. M. 1997). Předpoklad je takový, že bude povolna klesat nejen obsah, ale pravděpodobně i kvalita humusu.

ZÁVĚR

Půda jako základní stavební kámen všech terestrických ekosystémů i jako základní výrobní prostředek zemědělství vyžaduje nejen pozornost, ale i ochranu. V posledních čtyřiceti letech došlo na půdě k některým významným změnám a to zejména vlivem lidské činnosti. V této práci byl učiněn pokus o vyjádření míry aberace v souboru výsledků půdních analýz, získaných na černozemních půdách při Komplexním průzkumu zemědělských půd ČSSR (KPP – statistický soubor 1). Tento soubor získaný za KPP byl srovnáván se souborem dat, získaných při odběrech a měřeních v letech 2003 – 2006 (statistický soubor 2, N=90). Statistické vyhodnocení KPP probíhalo na základě výsledků získaných ze zpráv pro jednotlivé okresy. Pro statistické vyhodnocení byly vybrány všechny černoze (bez ohledu na subtyp). Analýza jedné proměnné byla vypočtena pro soubor výsledků v ornici (0–30 cm) a podorničí (30–60 cm).

Parametry sledovaného souboru jsou:

- Obsah jílnatých částic je v průměru 40 % v ornici i podorničí. Jedná se tedy o půdy středně těžké, hlinité.
- Průměrné hodnoty půdní reakce v ornici i podorničí jsou dnes neutrální (pH ornice 6,78; pH podorničí 6,97).
- V průměru je obsah humusu v ornici střední (2,77 %), v podorničí pak nízký (1,80 %).
- Průměrná hodnota sorpční kapacity v ornici je 24,91 mmol/100 g, v podorničí 22,27 mmol/100 g.

Srovnání průměrných obsahů v ornici (mezi statistickým souborem 1 a 2) a podorničí (také mezi statistickým souborem 1 a 2) bylo provedeno t-testem. V ornici došlo v posledních čtyřiceti letech ke statisticky průkaznému poklesu pH v průměru o 0,23. V podorničí došlo v průměru ke statisticky neprůkaznému poklesu pH o 0,1. U ostatních sledovaných vlastností: obsahu jílnatých částic, celkové sorpční kapacity, obsahu humusu rozdíl v průměrných hodnotách mezi statistickým souborem 1 a 2 není, a to ani v ornici ani v podorničí.

Oproti minulosti, kdy aberace nebyla prokázána u půdní reakce (nyní zde prokázána je) jde o zjištění nepříznivé. Dá se vysvětlit sníženou tlumivou schopností půdy. Naopak aberace nebyla prokázána u celkové sorpční kapacity. Z hlediska kvality a zdraví půd je to zjištění nepříznivé, neboť jak tlumivost, tak sorpční kapacita patří mezi jejich základní atributy. V souhrnu se domnívám, že to znamená probíhající acidifikaci v ornici i v podorničí. Začíná se stírat rozdíl mezi ornici a podorničím, kdy dříve vesměs stabilní neutrální půdní reakce v podorničí začíná klesat, v důsledku absence či nedostatečnosti vápnění. Acidifikaci lze v tomto případě omezit aplikací přiměřených dávek vápenatých hmot na půdu, což se v dnešní době bohužel neděje.

Vzhledem k černozemnímu charakteru půd se dá odvozovat, že v šedesátých letech minulého století na antropogenně relativně málo ovlivněné půdě by byly ve většině případů v černických horizontech podobné vlastnosti v obou hloubkách.

Pro tuto domněnku svědčí i nalezené rozdíly: obsah humusu v ornčním horizontu byl výrazně zvýšen dodáváním organických látek v organických hnojivech a pěstováním víceletých píceň. Průměrné hodnoty obsahu humusu v ornici u sledovaných lokalit se za posledních 40 let zvýšily zhruba o 14 t na hektar. Nebyl však prokázán statisticky průkazný rozdíl v obsahu humusu mezi starými a novými výsledky. U podorničí došlo v průměru naopak k poklesu o necelých 8 t/ha. Pokles je také statisticky neprůkazný. Vzhledem k faktu, že nebyly nedodrženy doby odběru jako při KPP, mohou být difference způsobeny prostým sezónním kolísáním v obsahu humusu, díky různým osevním postupům. Tvorbu vícevrcholového rozdělení četnosti jak v ornici tak podorničí mělo pravděpodobně na svědomí pěstování velkého množství víceletých píceň (jetel, vojtěška), jako krmivo pro polygastrická zvířata. Dále pak aplikace organických a minerálních hnojiv. Aplikace těchto osevních postupů a organických hnojiv v praxi neprobíhala ve všech oblastech stejně. Docházelo tak k nestejnému „růstu“ v obsahu humusu. V podorničí ke změně prakticky

nedošlo, respektive tato změna není statisticky průkazná, lze proto tvrdit že v podorničí se vytvořila poměrně stabilní zásoba humusu. Je nicméně otázka nakolik se na této skutečnosti podílí fakt, že na zhutněných půdách vlivem nedostatku kyslíku dochází ke snížené mineralizaci. Oproti dřívějšímu má rozdělení četnosti v obsahu humusu sníženou variabilitu. Co se celkově týče obsahu humusu, jde ale o jistý relikv dřívejších let. V dnešní době, kdy došlo v výrazné redukci počtu dobytčích jednotek na hektar. To má v praxi dva následky: není dostatek organických hnojiv a není potřeba pěstovat víceleté pícniny v takové míře. Vývoj bude ale pravděpodobně takový, že obsah humusu bude v ornici pozvolna klesat. Měření obsahu humusu však probíhají nepřímou, přepočtem z obsahu Cox přes koeficient. Obsah Cox může být uměle zvýšen dodáváním velkého množství slámy (která není jako dříve využívána jako stelivo). V praxi tak nedokážeme odlišit co je uhlík ze slámy a co z již z humusu.

Změny sorpčního komplexu v ornici zůstaly prakticky na stejné úrovni jako za KPP. V ornici došlo k mírnému vzestupu průměrných hodnot o 1 mmol/100 g, v podorničí naopak ke snížení průměrných hodnot o 1,5 mmol/100 g, což v obou případech znamená zanedbatelné hodnoty. Změny v ornici i podorničí navíc nejsou statisticky průkazné. Oproti minulosti dochází k symetrickému rozdělení kolem průměru. To nelze hodnotit jinak než pozitivně. Velikost sorpčního komplexu závisí na zrnitosti a na obsahu humusu. U humusu se sice změnilo rozdělení četností, ale v průměru nedošlo ke statisticky průkazné změně v obsahu humusu ani v ornici, ani v podorničí. K jisté změně ve velikosti sorpčního komplexu by pravděpodobně došlo v případě, že by došlo ke zhoršení kvality humusu. Nepřímou tedy můžeme dle výsledků pro velikost sorpčního komplexu říci, že ke zhoršení kvality humusu nedošlo, alespoň ne ve statisticky průkazné formě. Stabilita sorpčního komplexu se zde prakticky shoduje se stabilitou v zrnitosti (obsahu částic I.kategorie), a stabilitou v obsahu humusu (či obsahu oxidovatelného uhlíku).

U zrnitosti nedošlo ke statisticky průkazné změně v obsahu částic I. kategorie ani v ornici ani v podorničí. To samo o sobě je pozitivní zjištění, nicméně na některých lokalitách prokazatelně došlo k plošné vodní erozi. Tato skutečnost se nemusí zrnitostně projevit v případech, že eroze „skryje“ celý horizont. Černický horizont je v mnoha případech natolik mocný a zrnitostně homogenní, že nemusí být na první pohled patrné, co v dnešní době oráme, zda to byla a je ornice nebo již bývalé podorničí. Náprava tohoto stavu již prakticky není možná. Lze nicméně minimalizovat dopady a omezit další erozi. Jako nejefektivnější se prozatím jeví tvorba menších honů a zasakovacích pásů, správná agrotechnika, pěstování víceletých pícnin, případně tvorba mulčů.

Toto vše však nelze považovat za nějaký ukončený proces, který nám nezbyvá než z dálky hodnotit. Člověk jako největší půdotvorný činitel posledního století by se měl snažit aktivně pozitivně ovlivňovat děje na půdě a v ní. Nelze se proto pouze smířit s faktem, že naše nejcennější půdy jsou degradovány.

SUMMARY

In this paper, an attempt is presented to formulate the level of aberation between the set of results of soil analyses observed on chernozems within Soil Survey and soil analyses within nowadays. The soil samples are in the nowadays collected on the same place as soil samples within Soil Survey.

The statistical evaluation is based on the report results from separate districts. The chernozem (regardless the subtype and only in area Moravia) appeared suitable for statistical evaluation. The analysis of one character was calculated for the set of results in topsoil (0–30 cm) and subsoil (30–60 cm). The comparison between average content in topsoil and subsoil was made by t-test (N=90). With respect t character of chernozem it can be deduced that in most of not anthropically influenced samples from mollic horizon the similar features were observed in both monitored depths.

The significant difference is shown in exchange reaction (topsoil within Soil Survey 7.10 and within nowadays 6.87). There are no significant difference in other characters such as content of particles under 0.01 mm, content of humus and CEC (cation exchange capacity).

This presumption is also supported by observed differencies humus content in topsoil was distinctly increased by addition of organic substances in organic fertilisers and by cultivation of perennial forage crops.

The aberation was observed in soil reaction. This fact could be interpreted by acidify. On the other hand, no aberation was documented in CEC. Considering the quality/health of soils it is negative detection because both exchange reaction and CEC are classified in basic soil characters.

POUŽITÁ LITERATURA

BEDRNA, Z. *Nové pohľady na vápnenie kyslých pôd*. Úroda, č. 9, 30, 1982, s.419-420.

BEDRNA, Z., et.al. *Pôdne režimy*. Bratislava: Veda 1989.

BEDRNA, Z., *Environmentálne pôdoznalectvo*. Bratislava: Veda, 2002.

BLAKE, L., et.al. Changes in soil chemistry accompanying acidification over more than 100 years under woodland and grass at Rothamsted Experimental Station. UK. *European Journal of Soil Science*, 50: 3, 1999. s.401-412.

BUJNOVSKÝ, R. Možnosti tvorby koreňového systému a príjmu živín v podornici hlavných pôdnych typov Slovenska. *Rostlinná Výroba* 39, 1993. s.657-668.

BUJNOVSKÝ, R. – JURÁNI, B. *The subsoil = podornica*. Bratislava: VÚPÚ, 1995.

BURLE, M. – MIELNICZUK, J. – FOCCHI, S. (1997): *Effect of cropping systems on soil chemical characteristic, with emphasis on soil acidification*. Dordrecht: Kluwer Academic publishing, Plant and Soil 190:2, 1997. s. 309-16.

HARTRMINK, A.E. *Changes in soil fertility and leaf nutrient concentration at a sugar cane plantation in Papua New Guinea*. New York: Marcel Decker INC, Communications in Soil Science and Plant Analysis, 1998. s.1045-60.

JANDÁK, J. *Půdoznalství*. Brno: skripta MZLU, 2001.

JANDÁK, J. – FILÍPEK, J. *Changes of Soil Sorptive Complex in Consequence of Interaction of Soil Particles and Steel Rotary Motion*. In: Sobocká J. (ed.): Soil anthropization VI. Proceedings International workshop Bratislava June 20-22, 2001, p.175-180.

JANEČEK, M. et.al. *Ochrana zemědělské půdy před erozí*. Praha: ISV nakladatelství, 2002. 201s.

JUO, A. S., et.al. *Soil properties and crop performance on a kaolinitic Alfisol after 15 years of fallow and continuous cultivation*. Dordrecht: Kluwer Academic publis., 1996. s.

JŮVA, K. et.al. *Půdní fond ČSSR*. Academia, 1975. 199 s.

JŮVA, K. – KREJČÍŘ, J. *Zúrodnování zemědělských půd*. 1. vydání Praha: SZN, 1974. 340 s.

KLIMOWICZ, Z. – UZIAK, S. *The influence of long-term cultivation on soil properties and patterns in an undulating terrain in Poland*. Catena. 2001, 43: 3, 177-189.

KOLÁŘ, L. (1999): *Hygiena půd*. České Budějovice: skripta Jihočeská univerzita, 1999.

KOLEKTIV AUTORŮ (1961–1970): *Komplexní průzkum půd ČSSR – průvodní zpráva okresu Blansko, Brno-venkov, Břeclav, Hodonín, Kroměříž, Olomouc, Prostějov, Přerov, Třebíč, Uherské Hradiště, Vyškov, Zlín a Znojmo*.

MAKELA, KURTTO, R. – SIPPOLA, J. *Monitoring of Finnish arable land: changes in soil quality between 1987 and 1998*. Agricultural and Food Science in Finland. 2002, 11: 4. s.273-284.

NĚMEČEK, J. et.al. *Průzkum zemědělských půd ČSSR: souborná metodika, 1.díl*. Praha, 1967. s. 106–113

NĚMEČEK, J. – SMOLÍKOVÁ L. – KUTÍLEK M. *Pedologie a paleopedologie*. Praha: Academia 1990. 552 s.

NĚMEČEK, J. et.al. *Taxonomický klasifikační systém půd ČR*. Praha: ČZU, 2001. 52s.

ORVIS, W.J. *Microsoft Excel pro vědce a inženýry*. Praha: Computer Press, 1996. 498 s.

POKORNÝ, E. – ŠARAPATKA, B. *Půdoznalství pro ekozemědělce*. Praha: Mze ČR, 2003. 40s.

POKORNÝ, E. et.al. *Variabilita obsahu humusu v ornici CEI za roky 1988–1996*. In *Pedologické dny*. Praha: ČZU, 2004, s. 56–58. ISBN 80–213–1248–3

POSPÍŠIL, F. *Obsah a složení humusu v půdách v českých zemích*. Praha: studie ČSAV, 1981.

PRAX, A. – POKORNÝ, E. *Klasifikace a ochrana půd*. Brno: skripta MZLU, 1996.

SALINAS-GARCIA, J. R. – MATOCHA, J. E. – HONS, F. M. *Long-term tillage and nitrogen fertilization effect on soil properties an Alfisol under dryland corn/cotton production*. Amsterdam: Elsevier, 1997. s.79-93.

SEIFERT, J. 1982 citováno v: PRAX, A. – POKORNÝ, E. *Klasifikace a ochrana půd*. Brno: skripta MZLU, 1996.

STEHLÍK, V. et.al. *Naučný slovník zemědělský 1 a–d (1.díl)*. Praha: SZN, 1966. s.613–615.

SVOBODA, J. et.al. *Encyklopedický slovník geologických věd a–d 1.svazek*. Praha: Academia, 1983. s. 228

ŠKARDA, M. – DAMAŠKA, J. 1982 citováno v: PRAX, A. – POKORNÝ, E. *Klasifikace a ochrana půd*. Brno: skripta MZLU, 1996.

TOMÁŠEK, M. *Půdy České republiky*. ČGÚ, Praha, 2003.

TRIPOLSKAJA, L. – GREIMAS, G. *Changes of the agrochemical characters of soil arable layer, formed under the influence of different fertilization systems*. Litva: Zemdirbyste, Mokslo Darbai, 1998, No. 63. s.55-69.

VILČEK, J. – HRONEC, O. – BEDRNA, Z. *Enviromentálná pedológia*. Nitra: SPU, 2005. 299s.

WOLFF, B. – RIEK, W. – HENIG, P. *Zustand der deutschen Waldboden: Auswirkungen anthropogener Einflusse*. Forschungs Report, Ernährung Landwirtschaft Forsten, 1998, No. 2. s.38-43.

ZACHAR, D. *Rozbor ekologickej situácie v ČSSR*. Sborník Úloha poľnohospodárstva, lesného a vodného hospodárstva v biosfére, ČSAZ č.91, Praha, 1985, 12.

ZAWADZKI, S., et.al. *Gleboznawstwo*. Warszawa: PWRL, 1999. 560s.

(URL1) [online] <http://www.sweb.cz/obce/>

Obce, okresy a kraje České republiky.

(URL2) [online] http://www.cenovemapy.cz/CM_540_2002_p19.html

Příloha č. 19 k vyhlášce č. 540/2002 Sb. – Základní ceny zemědělských pozemků podle bonitovaných půdně ekologických jednotek

(URL3) [online] http://www.ukzuz.cz/pdf/pudy/vyvojAZZP_93_98_99_04.pdf

ÚKZÚZ – publikace odbor agrochemie, půdy a výživy rostlin

(URL4) [online]

http://klasifikace.pedologie.cz/index.php?action=showMapy&id_categoryNode=29

Elektronický Taxonomický klasifikační systém půd ČR